

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
МИНИСТЕРСТВО ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ
УКРАИНЫ
ДОНЕЦКАЯ ОБЛАСТНАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АДМИНИСТРАЦИЯ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДНЫХ
РЕСУРСОВ В ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНОЙ
ЭКОЛОГИИ
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УКРАИНСКИЙ СОЮЗ ПРОМЫШЛЕННИКОВ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ
ОАО „АВДЕЕВСКИЙ КОКСОХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД”
ООО „Технопарк ДонНТУ „УНІТЕХ”**



“ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ МЕГАПОЛИСОВ”

Материалы международной научно-практической конференции

01-04 июня 2004 года

Донецк — Авдеевка

Экологические проблемы индустриальных мегаполисов: Материалы международной научно-практической конференции. г.Донецк, г.Авдеевка, 01-04 июня 2004 г., - Донецк, ДонНТУ Министерства образования и науки Украины, 2004.- 595 с.

Доклады ученых и специалистов по проблемам экологической политики в индустриальных мегаполисах, экологической безопасности в базовых отраслях промышленности, создания оборудования экологически чистых технологий, оценки техногенного риска, экологического аудита и экологического менеджмента, охраны воздушного и водного бассейнов, управления твердыми промышленными и бытовыми отходами, экологического мониторинга и высшего экологического образования.

Для специалистов народного хозяйства, ученых, преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений

Доповіді вчених і фахівців із проблем екологічної політики в індустріальних мегаполісах, екологічної безпеки в базових галузях промисловості, побудови обладнання екологічно чистих технологій, оцінки техногенного ризику, екологічного аудиту і екологічного менеджменту, охорони водного та повітряного басейнів, управління твердими промисловими і побутовими відходами, екологічного моніторингу та вищої екологічної освіти.

Для фахівців народного господарства, учених, викладачів, аспірантів і студентів вищих навчальних закладів

Редакционная коллегия

д-р техн. наук М.Б. Генералов, д-р техн. наук А.А. Минаев, д-р техн. наук Е.А. Башков, д-р техн. наук А.В. Катыльмов, к-т. техн. наук Г.А. Власов, д-р техн. наук Г.В. Аверин, д-р техн. наук Д.А. Баранов, д-р техн. наук С.П. Высоцкий, д-р техн. наук А.М. Гонопольский, д-р биолог. наук Р.Г. Синельщиков, д-р техн. наук Н.И. Чичикало

Рекомендовано к печати ученым советом Донецкого национального технического Университета Министерства образования и науки Украины. Протокол № 4 от 28 мая 2004 г.

© Донецкий национальный технический университет Министерства образования и науки Украины, 2004

СОДЕРЖАНИЕ

Вступление	9
------------	---

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

П 01	Генералов М.Б., Каталымов А.В. ЗАДАЧИ ИНЖЕНЕРНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РЕШЕНИИ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ МЕГАПОЛИСОВ	12
П 02	Власов Г.А., Черкасов Ю.А. РОЛЬ ГРАДОБРАЗУЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ РЕГИОНА	14
П 03	Минаев А.А., Клягин Г.С., Ростовский В.И. ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МЕТАЛЛУРГИИ ДОНБАССА	18
П 04	Синельщиков Р.Г., Кишкань Р.В. КОНЦЕПЦИЯ МУНИЦИПАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ	25
П 05	Высоцкий С.П. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ	32
П 06	Фишо Ф. УРБАНИЗАЦИЯ И ПОТЕНЦИАЛЬНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЕРРИТОРИЙ	39

СЕКЦИЯ 1 Экологическая политика в индустриальных мегаполисах: управление, экономика, образование, устойчивое развитие

С1 01	Власов Г.А., Мадатов А.В., Барский В.Д. ЗАДАЧИ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ МЕГАПОЛИСАХ	45
С1 02	Степанова Е.А. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА: ИНСТИТУАЛИЗАЦИЯ, ОГРАНИЧЕНИЯ, НАПРАВЛЕНИЯ РЕАЛИЗАЦИИ	48
С1 03	Солдатенков С.И. ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ТРУДОВОГО ПОТЕНЦИАЛА В СОВРЕМЕННЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ	
С1 04	Мищенко И.М., Клягин Г.С., Савчук Л.Г. ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ГОРОДАХ ДОНБАССА	55
С1 05	Шафоростова М.Н. ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА ОТХОДОВ В УКРАИНЕ	62
С1 06	Приходько С.Ю., Лысенко Т.П. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОТХОДАМИ	64
С1 07	Павленко Ю.П. НА ПУТИ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЦЕНТРОВ	69
С1 08	Гольцов В.А., Везироглу Т.Н., Гольцова Л.Ф. ВОДОРОДНАЯ ЭКОНОМИКА И МИРОВОЙ ОПЫТ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ МЕГАПОЛИСОВ	73
С1 09	Власов Г.А., Кауфман С.И. ОАО АВДЕЕВСКИЙ КОКСОХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД – ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РЕШЕНИЯ	75
С1 10	Воробьев Е.А. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ВЛИЯНИЕ НА НЕЕ УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	81
С1 11	Федотова О.Г. СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫМИ РЕСУРСАМИ	
С1 12	Матягина А.М. ЗНАЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПРОЦЕССА ОКАЗАНИЯ АВИАТРАНСПОРТНОЙ УСЛУГИ ВО ВСЕМ ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ ДЛЯ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ МЕГАПОЛИСОВ	87
С1 13	Власов Г.А., Топоров А.А., Черкашин И.В. ВОПРОСЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ-МЕХАНИКОВ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ	91
С1 14	Каталымов А.В., Тимонин А.С. ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРОЙ КАФЕДР ПРОМЫШЛЕННОЙ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ	97
С1 15	Кочура В.В. ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ-ЭКОЛОГОВ В УНИВЕРСИТЕТЕ ИМ. ДЖОРДЖА ВАШИНГТОНА В США	99

C1 16	Панасенко А.І., Синельщиков Р.Г. ПРОБЛЕМИ ВИЩОЇ ІНЖЕНЕРНО-ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ	103
C1 17	Панасенко А.І. ДОСВІД РОБОТИ СИСТЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КВАЛІФІКАЦІЇ У ДОНЕЦЬКІЙ ОБЛАСТІ	107
C1 18	Давиденко Л.И., Конищева Н.И. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА В ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ	110
C1 19	Исмаилов А.С., Гладков Е.А., Довгих Ю.И., Бирюков В.В. ПОЛУЧЕНИЕ ГАЗОННЫХ ТРАВ, УСТОЙЧИВЫХ К ВЫСОКИМ КОНЦЕНТРАЦИЯМ МЕДИ МЕТОДАМИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ	116
C1 20	Гладков Е.А., Довгих Ю.И., Бирюков В.В., Гладкова О.В. ПОЛУЧЕНИЕ ГАЗОННЫХ ТРАВ УСТОЙЧИВЫХ К ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫМ МАТЕРИАЛАМ МЕТОДАМИ БИОТЕХНОЛОГИИ.	120
C1 21	Скуратов М.В., Кузнецов А.Ю. ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВ	125
C1 22	Гусева Л.В., Ластков Д.О. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННО УСИЛЕННОГО РАДИАЦИОННОГО ФОНА НА ПОКАЗАТЕЛИ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ	129
C1 23	Кутовой В.А., Коновальчик М.В. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ОБЛУЧЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА РАДОНОМ	131
C1 24	Сирик А.Г., Пушкина О.Н., Кирпа О.В. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОДРАБОТКИ Г. ГОРЛОВКИ	138
C1 25	Клягин Г.С., Ростовский В.И., Бондарь А.С. ОПЫТ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ НА ФИЗИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ ДОННТУ	143
C1 26	Синельщиков Р.Г. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДРЕВЕСНОГО КУЛЬТУРЦЕНОЗА В ИНДУСТРИАЛЬНОЙ УРБСИСТЕМЕ СТЕПНОЙ ЗОНЫ	148
C1 27	Штирц Ю.А. ЦИКЛИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ ОРНИТОКОМПЛЕКСОВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ (НА ПРИМЕРЕ Г. ДОНЕЦКА)	157
C1 28	Додонов Р.О. ПРО НЕОБХІДНІСТЬ РЕГУЛЮВАННЯ СОЦІОЕКОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ МЕГАПОЛІСІВ	163
C1 29	Романова Е.Н. ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО СОЗНАНИЯ	169
C1 30	Ермакова Е.В., Синельщиков Р.Г. ЗЕЛЁНАЯ ЗОНА ИНДУСТРИАЛЬНОГО МЕГАПОЛИСА И ЕЁ ЭКОЛОГО-РЕКРЕАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ НА ЮГО-ВОСТОКЕ УКРАИНЫ	174
C1 31	Синельщиков Р.Г., Клёнова А.Г. ПРОБЛЕМЫ ЭНДЕМИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИИ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА	179
C1 32	Голубничая С.Н. РЕКРЕАЦИОННОЕ ЗНАЧЕНИЕ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА	184
C1 33	Нестеренко Л.И. ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПОНЕНТ КРАЕВЕДЧЕСКОГО МУЗЕЯ В КОНТЕКСТЕ ЗАДАЧ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА	186
C1 34	Толмачева Л.П. ОПЫТ АКТИВИЗАЦИИ РАБОТЫ ШКОЛ ГОРОДА ДОНЕЦКА ПО ПРОГРАММЕ СОХРАНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ	190

СЕКЦИЯ 2 Техника экологически чистых производств и экологическая безопасность

C2 01	Алексеева О.Е., Третьяков П.В. ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ	195
C2 02	Баранов Д.А., Бердников В.И., Карташов М.А. СОВРЕМЕННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ ПАРОВ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ ВОЗДУХА	200
C2 03	Ганюков С.В., Саранчук В.И. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБОВ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОГО РЕГИОНА ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ	205

C2 04	Горда В.И. ТЕРМОМОДУЛЬ ВТЕП ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ТБО В ЧЕРТЕ ГОРОДА	207
C2 05	Довгаль Д.О. ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА БЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ГАЗОЗАПРАВНИХ СТАНЦІЙ	212
C2 06	Веригина Е.Л. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛОЧНЫХ МОДУЛЕЙ В АЭРОТЕНКАХ, РАБОТАЮЩИХ ПО ТЕХНОЛОГИИ НИТРИ-ДЕНИТРИФИКАЦИИ	217
C2 07	Поляков Ю.С., Казенин Д.А. РАЗРАБОТКА МЕМБРАННЫХ ПОЛОВОЛОКОННЫХ ФИЛЬТРОВ НОВОГО ТИПА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЗАМКНУТЫХ ПО ВОДЕ КОНТУРОВ НА ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ, ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ И АВТОРЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	223
C2 08	Кауфман С.И., Еремеев Ю.В. ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ТЕПЛООБМЕННОЙ АППАРАТУРЫ В УСЛОВИЯ АВДЕЕВСКОГО КОКСОХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА	229
C2 09	Кауфман С.И., Скрипченко Н.П. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОТДЕЛЕНИЙ ОЧИСТКИ КОКСОВОГО ГАЗА ОТ СЕРОВОДОРОДА	233
C2 10	Клещня Г.Г., Парфенюк А.С., Веретельник С.П. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПЕРАТИВНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВ УГЛЕЙ ДЛЯ КОКСОВАНИЯ	237
C2 11	Карпова Д.В., Карпов В.С., Аркинд М.В. ФОРМАЛИЗОВАННАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ	241
C2 12	Суханов А.А., Гавриленко В.Е. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ФЛОТАЦИИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБОГАЩЕНИЙ УГЛЕЙ	243
C2 13	Николенко Н.А., Литвиненко В.Г., Марченко И.А. ПРИМЕНЕНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПРОБОК СЛИВНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ (ППТ)	247
C2 14	Парфенюк А.С., Веретельник С. П., Власов Г.А., Романенко Е. П., Хромов Н.А. ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ КОКСОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПУТЕМ СОЗДАНИЯ НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ	252
C2 15	Кутняшенко И.В., Топоров А.А. АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧНОСТИ УСТАНОВОК ДЛЯ ТЕРМОЛИЗНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ РЕКУПЕРАЦИИ ОТХОДОВ	255
C2 16	Парфенюк А.С., Топоров А.А., Босенко О.В. ОСВОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМОЛИЗНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НА КОКСОХИМИЧЕСКИХ ЗАВОДАХ – КЛЮЧ К РЕШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ТВЕРДЫХ УГЛЕРОДИСТЫХ ПРОМБЫТОТХОДОВ В УКРАИНЕ	259
C2 17	Парфенюк А.С., Костина Е.Д., Любинецкая И.А., Костин В.И. О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БУНКЕРОВ ЗАКРЫТОГО УГОЛЬНОГО СКЛАДА КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ДЛЯ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ	264
C2 18	Матвиенко В.Г., Веретельник С.П. Азаров В.Г. ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ	267
C2 19	Чубенко А.В., Топоров А.А. ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ	271
C2 20	Кудрявцев А.А. К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СЕПАРАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ	277
C2 21	Решетняк В.С., Кошовец Н.В., Азаров Н.И. ВОПРОСЫ ДЕКЛАРИРОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ	282
C2 22	Решетняк В.С., Рябенко А.В., Топоров А.А. ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ДЕКЛАРИРОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ	287
C2 23	Семеренко С.В., Парфенюк А.С., Топоров А.А. ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В КОКСОВЫХ ЦЕХАХ	289
C2 24	Перистый М.М., Кравченко А.В., Раджи О.И. ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОНВЕРТЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА	294
C2 25	Балабошко А.Ю., Звягинцева А.В. АНАЛИЗ ОПАСНЫХ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ	
C2 26	Аровин И.А., Чехута В.Г., Саранчук В.И., Ганюков С.В. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ	300

C2 27	Antonyuk S., Tomas J. BRUCH- UND ABRIEVBPHÄNOMENE BEI DER BEANSPRUCHUNG VON GRANULATEN	308
C2 28	Остапенко М.А., Зборщик М.П., Нестеров А.Н. ОБОСНОВАНИЕ АППАРАТУРНОГО ОФОРМЛЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НИЗКОСОРТНЫХ ВЫСОКОЗОЛЬНЫХ УГЛЕЙ И ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ	310

СЕКЦИЯ 3 Охрана водного и воздушного бассейнов

C3 01	Зборщик М.П., Осокин В.В. БИОХИМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ САМОВОЗГОРАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД, СПОСОБЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВОЗГОРАНИЯ И ТУШЕНИЯ ГОРЯЩИХ ОТВАЛОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ	315
C3 02	Высоцкий С.П., Фаткулина А.В. ПРИМЕНЕНИЕ МЕМБРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ	321
C3 03	Панов Б.С. О ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ ДОНЕЦКОГО МЕГАПОЛИСА	327
C3 04	Матлак Е.С., Беляева Е.Л., Явруян А.Ю., Юрков В.В. ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧНОСТИ РАБОТЫ ВОДООТЛИВНОГО КОМПЛЕКСА ШАХТ В УСЛОВИЯХ РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	333
C3 05	Высоцкий С.П., Чальцев М.Н. СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВОДЫ ДЛЯ ПОДПИТКИ ТЕПЛОСЕТЕЙ С ОТКРЫТЫМ ВОДОСБОРОМ	337
C3 06	Миташова Н. И., Бибаева М.В. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД АКВА-ЧИСТКИ И СТИРКИ НА ЛОКАЛЬНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ	340
C3 07	Миташова Н.И. ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ «КОНТАКТНЫХ» ВОД ОТ МАШИН ХИМИЧЕСКОЙ ЧИСТКИ	342
C3 08	Приходько С.Ю. ВОДА: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ	344
C3 09	Омельченко Н.П., Коваленко Л.И. РАЦИОНАЛЬНОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА ПРОМПРЕДПРИЯТИЯХ. ДООЧИСТКА ТЕХНИЧЕСКОЙ ВОДЫ ДО КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ	348
C3 10	Пата О.Г., Селиванова Е.Н. КАЧЕСТВО ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА	352
C3 11	Голубева Л.Г. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕК ТЕХНОГЕННО РАЗВИТЫХ РЕГИОНОВ В СИСТЕМЕ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА	357
C3 12	Андрійко Т.В. ПИТЬЕВАЯ ВОДА: ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА	365
C3 13	Белогуров Ю.Н., Панасенко А.И. РЕГУЛИРОВАНИЕ СОСТАВА ГАЗОВОЙ СРЕДЫ ХРАНИЛИЩ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ	367
C3 14	Фидчунов А.Л., Васильев Ю.С. О ВЛИЯНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ОБОГРЕВА КОКСОВЫХ ПЕЧЕЙ НА МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ОКСИДОВ АЗОТ	372
C3 15	Романова В.Ю. ОБОСНОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШАХТНЫХ ВОД	379
C3 16	Сірик О.Г., Грабар О.В. ЕКОЛОГІЧНІ І СОЦІАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ ПІДРОБЛЕНИХ МІСТ ЦЕНТРАЛЬНОГО ДОНБАСУ	385
C3 17	Юрков В.В. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ГИДРОСФЕРЫ СЕЛИДОВСКОГО РАЙОНА (НА ПРИМЕРЕ ШАХТЫ ИМ. КОРОТЧЕНКО)	395
C3 18	Явруян А.Ю., Матлак Е.С., Моргунов В.М. К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ГИДРОЦИКЛОННЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ВОД	400
C3 19	Тимонин А.С. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ФИЛЬТРЫ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ СУСПЕНЗИЙ	406

СЕКЦИЯ 4 Управление твердыми промышленными и бытовыми отходами

C4 01	Парфенюк А.С. ЭКОНОМИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ТВЕРДЫХ ПРОМБЫТОТХОДОВ В ДОНБАССЕ ВПОЛНЕ РЕАЛЬНО	408
C4 02	Булавин А.В., Трошина Е.А. ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПИРОЛИЗА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН	412

C4 03	Ростовский А.В., Ушакова М.В., Чижиков А.Г. ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ПО ПЕРЕРАБОТКЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАМОВ	418
C4 04	Ярошевский С.Л., Минаев А.А., Ковалев А.И., Крикунов Б.П., Кузин А.В. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАМЕНЫ ЧАСТИ КОКСА ПЫЛЕУГОЛЬНЫМ ТОПЛИВОМ В ДОМЕННОЙ ПЛАВКЕ	424
C4 05	Кауфман С.И., Ковалев Е.Т., Борисенко А.Л., Близнюкова М.И., Григорьева Т.П. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ УТИЛИЗАЦИИ ЖИДКИХ НАКОПЛЕННЫХ ОТХОДОВ ОАО «АВДЕЕВСКИЙ КОКСОХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД»	429
C4 06	Пономарева И.Б. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОМПОЗИЦИЙ ПОЛИМЕРНЫХ ПАВ С ДИСПЕРСИЯМИ УГЛЕЙ РАЗЛИЧНОЙ СТАДИИ МЕТАМОРФИЗМА	
C4 07	Минаев А.А., Башков Е.А., Парфенюк А.С. ВОЗМОЖНОСТИ ДОНБАССА В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ТВЕРДЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ И БЫТОВЫХ ОТХОДОВ	431
C4 08	Краснянский М.Е., Бельгасем А., Калинин О.Н. ИЗУЧЕНИЕ ПОТОКОВ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ В ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДАХ Г. ДОНЕЦКА	436
C4 09	Филин В.В., Белогуров Н.Ю., Белогуров Ю.Н. СОСТОЯНИЕ ПЕРВИЧНОГО УЧЕТА И ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА В ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ	442
C4 10	Калинин О.Н. Краснянский М.Е. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАНИЯ И РАССЕИВАНИЯ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ПРИ СЖИГАНИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ	446
C4 11	Николайкина Н.Е., Миташова Н.И., Гонопольский А.М., Серебряная М.И. ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ФИЛЬТРАТА ПОЛИГОНОВ ЗАХОРАНЕНИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ	452
C4 12	Лембак М., Вацлавик В., Мороз Е.О., Кравченко А.В. ПРОМИСЛОВІ ВІДХОДИ В ГРНИЧІЙ ДІЯЛЬНОСТІ	
C4 13	Белогуров Н.Ю., Филин В.В., Белогуров Ю.Н. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ СБОРА, ТРАНСПОРТИРОВКИ И ДАЛЬНЕЙШЕЙ УТИЛИЗАЦИИ ИЛИ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ МАЛОТОННАЖНЫХ И ТОКСИЧНЫХ ОТХОДОВ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ МЕГАПОЛИСАХ	462
C4 14	Стародубцева О.В. ОБ ОСОБЕННОСТЯХ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПИРОЛИЗА	466
C4 15	Беломеря Н.И., Шевченко А.Ю. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГЛИНОЗЕМА	471

СЕКЦИЯ 5 Экологический мониторинг, оценка состояния среды и информационные технологии

C5 01	Кишкань Р.В., Аверин Г.В. НАПРАВЛЕНИЯ СОЗДАНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. ДОНЕЦКА	476
C5 02	Зарицкий П.В. ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГОРОДОВ	
C5 03	Адаменко О.М., Адаменко Я.О., Мищенко Л.В., Журавель О.М., Зорина Н.О., Луценко А.С., Зорин Д.О. ГІС – ТЕХНОЛОГІЇ ЕКОЛОГІЧНОГО АУДИТУ ТА ЕКОЛОГІЧНОГО МОНИТОРИНГУ УРБООКОСИСТЕМ	484
C5 04	Приходько С.Ю., Юрков В.В. ТЕХНОГЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ И РОТАЦИОННАЯ КОНЦЕПЦИЯ ИХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ	486
C5 05	Беленький К.Э. КОНЦЕНТРАЦИЯ МЫШЬЯКА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ БЕЗОПАСНОСТИ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД КУРОРТНЫХ ТЕРРИТОРИЙ, ПРИМЫКАЮЩИХ К РЕГИОНАМ С ВЫСОКОЙ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ	491
C5 06	Радченко Н.М., Мнускіна В.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВА РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ РІЧКИ КАЛЬМІУС ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ НА АКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ ДЕТОКСИКАЦІЇ ГІДРОБІОНТІВ	495
C5 07	Аверин Г.В. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗА И ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ	
C5 08	Кондратов В.Т., Зарницына А.А. ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБЪЕКТОВ ЭКОСИСТЕМЫ	499

C5 09	Чичкало Н.И., Киктев Н.А. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА УГЛЕКИСЛЫХ СОЛЕЙ	506
C5 10	Амиров Р.З. МОДЕЛЬ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО СИГНАЛА В КАНАЛЕ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПО ЗАХОРОНЕНИЮ ВРЕДНЫХ ОТХОДОВ	512
C5 11	Ларин В. Ю., Охрименко А.А. АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МОДЕЛИРУЮЩЕЙ СРЕДЫ ТЕПЛООВОГО БАЛАНСА ЧЕЛОВЕКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОГНИТИВНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ	516
C5 12	Штепа А.А., Чичкало Н.И. МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ КОМПЛЕКСНОЙ ДИАГНОСТИКИ В ОБЛАСТИ МЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	522
C5 13	Вовна А.В., Хламов М. Г. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО ИНФРАКРАСНОГО МЕТАНОМЕТРА ДЛЯ УГОЛЬНЫХ ШАХТ	528
C5 14	Голубкова Е.Г., Ермошин Н.Г., Макеев А.А., Первеева О.Н., Санникова М.В. О РАЗРАБОТКЕ ТЕОРИИ ЛАЗЕРНОГО ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО МИКРОРЕЗОНАТОРНОГО СЕНСОРА ПРИМЕСЕЙ В ГАЗОВОЙ ФАЗЕ.	534
C5 15	Бурков В.Д., Егоров Ф.А., Макеев А.А. ВЫХОД ЛАЗЕРНЫХ ОПТОВОЛОКОННЫХ МИКРОРЕЗОНАТОРНЫХ СИСТЕМ НА АСИМПТОТИЧЕСКИ ПЕРИОДИЧЕСКИЙ РЕЖИМ РАБОТЫ	540
C5 16	Становова В.А. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НА КРУПНОМ ПРЕДПРИЯТИИ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ	545
C5 17	Ермаченко А.Б., Пономарева А.В., Двигало Н.В. МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ	
C5 18	Бусыгин Б.С. О СОЗДАНИИ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА	550
C5 19	Аверин Д.Г. ПОСТРОЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ДОНЕЦКО-МАКЕЕВСКОГО РАЙОНА	555
C5 20	Кондратов В.Т., Сітар В.Б. КОНТРОЛЬ КОНЦЕНТРАЦІЇ РЕЧОВИН В РІДИННИХ ВІДХОДАХ ВИРОБНИЦТВА МЕТОДАМИ НАДЛИШКОВИХ ВИМІРЮВАНЬ	560
C5 21	Кузык И.Н., Булгаков Ю.Ф., Артамонов В.Н. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ ШАХТ ЦЕНТРАЛЬНОГО ДОНБАССА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	564
C5 22	Горовой А.Ф., Горовая Н.А. ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДАХ ДОНБАССА	569
C5 23	Полищук С.З., Каспийцева В.Ю. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГНОЗА И ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В СИСТЕМЕ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА	586
Список авторов		592

ПРЕДИСЛОВИЕ

**"Люди погибнут от неумения пользоваться
силами природы и от незнания истинного
мира. Гармония жизни - в равновесии начал"
(Н.К. Рерих)**

**"Мы вовсе не получили Землю в наследство от наших
предков – мы всего лишь взяли её в долг у наших детей"
(Антуан Сент-Экзюпери)**

К концу XX века стало очевидным, что дальнейшее развитие цивилизации по исторически сложившемуся пути невозможно из-за глобальных изменений во взаимоотношениях человека и окружающей природной среды. Доминирующие в мире модели экстенсивного роста производства и потребления вызывают опустошение природной среды, истощение природных ресурсов, массовое вымирание видов и разрушение сообществ. Кроме того, каждое действие, направленное на охрану природы, требует немалых затрат, т.е. лишает бизнес части прибыли, а отсюда – настороженное отношение как к профессиональным экологами, так и к общественным «зеленым» организациям, к их призывам беречь и спасать природу: бизнес не желает упускать свою выгоду. (Однако хочется напомнить богатым и сильным мира сего: вы живете на планете Земля; и сколько б миллиардов долларов ни было бы на ваших банковских счетах – другую планету для проживания вы себе всё равно не купите!).

Вышеизложенный и широко распространенный тип сознания, базирующийся на представлениях о «человеческой исключительности», получил название *антропоцентрического*. (Антропоцентризм зародился в философии «софистов» и основной его принцип был сформулирован еще в 450 г. до н.э. Протагором: «Человек есть мера всех вещей»). В результате на Земле появились глобальные проблемы, угрожающие существованию цивилизации. К таким проблемам можно отнести:

- утрату качества воздуха и воды, изменение климата, истощение озонового слоя, уменьшение биоразнообразия и другие негативные изменения в глобальных системах поддержания жизни;
- глобальное ухудшение здоровья населения Земли;
- экстенсивное использование природных ресурсов для обеспечения жизненных потребностей без учета долгосрочных перспектив развития и интересов будущих поколений;
- достижение предела сырьевых и энергетических возможностей природной среды;
- увеличение разрыва между богатыми и бедными странами, а также между богатыми и бедными гражданами в большинстве стран;

- утрату нравственных ориентиров значительной частью человеческого сообщества (феномен «аморального большинства»).

Экологические проблемы индустриальных мегаполисов хорошо видны на примере Донецкой области. Занимая лишь 4,4 % территории Украины (26,5 тыс. кв. км) и имея 10% населения (4,8 млн чел.), Донецкая область выбрасывает в атмосферу 39% суммарного по Украине объема загрязняющих веществ (от стационарных источников) – всего 1.581.000 тонн/год или 330 кг/год на 1 жителя области, или 60 т на 1 км². Огромный парк легковых и грузовых автомобилей и автобусов, часто с плохо отрегулированными двигателями, ещё более усугубляет качество её воздушного бассейна (объём "автовывбросов" - 212 тыс. т/год). В водоёмы области сбрасывается за год 1620 млн м³ сточных вод (20% общеукраинских стоков), в том числе 370 млн м³ загрязненных, а 260 млн м³ – и вовсе без всякой очистки. Поэтому большинство из 246 рек области (длиною более 10 км) относится к категории «грязных» или «очень грязных», а доля пресной воды, добываемой в Донецкой области, которая соответствует требованиям ГОСТа «Вода питьевая» - составляет менее 10%. Неудивительно, что и Азовское море находится в очень тяжелом экологическом состоянии, близком к экологической катастрофе. В Донецкой области к настоящему моменту также скопилось около 4 миллиардов тонн промышленных отходов (20-25% "общеукраинского" объёма) на площади свыше 40 000 га; их количество ежегодно увеличивается на 50-60 млн тонн, причем из них около 100.000 тонн/год - очень токсичных.

И хотя в Донецкой области разработаны и начали успешно осуществляться ряд крупных экологических программ - столетнее "индустриальное наследие", а также сохранившаяся ориентация Донбасса на тяжелую промышленность не обещают быстрого решения кризисных экологических проблем Донбасса. Аналогичные проблемы характерны также и для многих российских индустриальных мегаполисов.

В целом, сложившаяся в мире экологическая ситуация весьма опасна. Впервые от человечества исходит угроза стабильному существованию всей биосферы, а не отдельных ее видов. Впервые из-за человеческой деятельности сдвинулись со стационарных уровней глобальные показатели состояния биосферы: общий газовый состав атмосферы, а также содержание в ней углекислого газа и озона; химия водоносных горизонтов; средняя температура на поверхности планеты; и др. По различным оценкам, мы подошли к границе устойчивости данного функционального состояния биосферы. Налицо повсеместное прекращение биохимических круговоротов, истощение важнейших минеральных ресурсов, включая питьевую воду, исчезновение природных биогеоценозов. Похоже, что человечество в погоне за благами цивилизации в значительной степени утратило один из важнейших природных инстинктов - ***инстинкт самосохранения.***

Однако перед угрозой грядущей экологической катастрофы остро необходимо осознание экологически обоснованных границ производства и

потребления. Это вынуждает нас определить нормы поведения как государств и их Правительств, так и каждого человека, что послужит основой формирования новой экологической нравственности, формированию которой ныне препятствует идеология общества, которая господствует в большинстве стран. Но в настоящее время становится все более очевидным, что потребительская цивилизация перешла рубеж, за которым происходит разрушение среды обитания. Отныне мы просто обязаны уложиться в количественные пределы потребления всех ресурсов, определяемые возможностями биосферы. Нынешние объемы потребляемой человечеством биопродукции (пищи, древесины, хлопка, кожи и др.) уже превысили производительность биоты (по данным ряда ученых потребление составляет 10^{14} кг/год сухого органического вещества или 7-10% от мировых «биозапасов», а их воспроизводство составляет лишь 5-7%). Глобальной проблемой стал тот факт, что экологические нормативы поведения усвоены далеко не всеми (это касается не только отдельных личностей, но и правительств многих стран) и далеко не для всех стали нормой хозяйственной деятельности и "бытового" поведения. Необходимо осознать, что дальнейшее развитие цивилизации может происходить только в согласии с законами природы, при осознании человеком своей истинной роли в системе биотической регуляции. Впервые перед человечеством встала очень большая не только техническая, а и этическая задача – осуществить кардинальные изменения в своем сознании, сформулировать и добровольно принять ограничения и запреты, диктуемые законами развития биосферы. Это требует, в свою очередь, изменения многих стереотипов поведения, механизмов экономики и социального развития. Поэтому сегодня следует говорить о технологиях, экономике и этике **XXI века – века охраны окружающей природной среды.**

ЗАДАЧИ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ МЕГАПОЛИСАХ

Власов Г.А., к.т.н., ОАО "Авдеевский коксохимический завод"
Мадатов А.В., Барский В.Д., д.т.н., Днепропетровский Государственный
Химико-Технологический Университет

Высокая степень развития производства и его концентрация в современных мегаполисах Украины привели к появлению целого комплекса экологических проблем. Наблюдения последних десятилетий указывают на прогрессивный рост интенсивности негативных экологических факторов, обусловленный истощением компенсирующих природных механизмов. Изменение состояния окружающей среды под действием техногенного давления ускоряется уничтожением природных экосистем, играющих роль восстановителей параметров первичного состояния окружающей среды.

Так, содержание в воздухе вредных газов и пыли выше в тех местах, где площадь зеленых насаждений сокращена. Процессы естественной очистки воды в водоемах замедляются там, где в результате гидротехнических работ нарушен естественный сток; нарушение растительного покрова приводит к ухудшению способности почвы обезвреживать ядовитые осадки; применение ядохимикатов приводит к замедлению регенерации почвы после сельскохозяйственной обработки вследствие гибели живых организмов в ней.

Превышение предельной концентрации неблагоприятных факторов вызывает дестабилизацию экосистемы, выражающуюся в сдвиге параметров состояния. Сдвиг параметров состояния за пределы саморегуляции влечет за собой необратимый кризис экосистемы с изменением её типа. Например, чрезмерная вырубка лесов в Англии в 18-19 вв. в эпоху промышленной революции привела к изменению стока рек, затем к изменению климата, и, наконец, к необратимому изменению ландшафтов – теперь на месте дремучих лесов остались одни пустоши. Сама же бытовая и особенно промышленная застройка, сокращая площадь природных ландшафтов, является отрицательным экологическим фактором, что особенно остро ощущается в Донбассе.

Общеизвестно, что основными загрязнителями воздуха являются энергетика, промышленные предприятия и транспорт. Эти загрязнения представлены, в основном, диоксидом и оксидом углерода (миллиарды тонн в год), оксидами азота, соединениями серы (десятки миллионов тонн в год), аммиаком, хлорфторуглеродами и др. Дымы, которые представляют собой взвесь твердых частиц в воздухе, в основном являются следствием сжигания твердого топлива. Каждая тепловая электростанция выбрасывает

в воздух десятки тонн пылевидной золы ежедневно. Транспорт поднимает в воздух пыль, состоящую из частиц грунта. К загрязнителям воздуха мегаполисов можно отнести и шум –низкочастотный и высокочастотный, а также влияние физических полей, хотя этим вопросам пока уделяется мало внимания..

Вода в водоемах загрязняется в результате сброса неочищенных бытовых стоков из жилого сектора (ПАВ –десятки миллионов тонн ежегодно, фекальные и инфицированные стоки, свинец автомобильных выхлопов, смытый с дорог). Промышленные предприятия сбрасывают соли, в т.ч. тяжелых металлов, кислоты, щелочи как отходы гальваноцехов, органические соединения, в т.ч. цианиды, ароматические соединения как отходы химических и коксохимических заводов (миллионы тонн ежегодно). Еще одним весомым видом загрязнения бассейнов рек являются техногенные атмосферные осадки – кислотные дожди вследствие сжигания сернистого топлива и радиоактивные дожди после выбросов на АЭС и ядерных взрывов.

Почва загрязняется твердыми отходами промышленных предприятий и жилого сектора городов. Количество отходов, образующихся в индустриально развитых странах, достигает миллиардов тонн ежегодно, а накоплено на свалках, и полигонах разного уровня безопасности десятки миллиардов. Это горные отвалы, металлургические шлаки, отходы обрабатывающей промышленности, скопления которых, в частности, в Донецкой области уже представляют геологические образования. Свалки бытовых отходов содержат отходы пластмасс, резины, текстиль, металлы, пищевые и строительные отходы, стекло, бытовую химию, битум (отходы кровли и изношенное покрытие дорог). Особым видом токсичных загрязнений является ртуть из разбитых люминесцентных ламп (200 мг ртути в каждой), свинец из автомобильных аккумуляторов, кадмий, никель и цинк батареек.

Почва сельскохозяйственных угодий загрязнена избытком удобрений (нитраты), ядохимикатов (пестициды, гербициды, протравы), которые попадают в организм жителей мегаполисов вместе с пищевыми продуктами. Также к экологическим проблемам в большей мере городских жителей относится потребление продуктов, загрязненных консервантами, красителями, нитритами, металлами на фабриках пищевой промышленности, что вызвано необходимостью длительного хранения продуктов в условиях крупных урбосистем. Сюда же относится загрязнение воды соединениями хлора, металлов и коагулянтами в процессе ее подготовки к подаче в водопровод.

Обобщая экологические проблемы индустриальных мегаполисов, следует отметить следующее. Стратегия снижения техногенного пресса на жителей должна включать на наш взгляд решение таких задач:

1. Применение энерго и ресурсосберегающих технологий на производстве, оптимизация транспортных потоков.

2. Переработку отходов, предупреждение их образования, очистку выбросов и стоков предприятий.

3. Поиск и внедрение альтернативных источников энергии для транспорта, промышленности и жилого сектора.

4. Рассредоточение производственных мощностей на возможно больших площадях, желательно в загородной зоне и рациональное использование земли под застройку и дороги.

5. Учет местных природных условий при строительстве новых предприятий – розы ветров, гидрологического режима, и т.п. с целью уменьшения негативного воздействия предприятия на экологическую обстановку города..

6. Создание рекреационных зон при промышленной и жилой застройке..

7. Развитие малых городов, как альтернативы мегаполисам.

Ясно, что решение экологических проблем потребует значительных организационных, интеллектуальных, материальных и финансовых усилий со стороны государства. Лишь в этом случае возможен успех.

Поступила в редакцию 13.05.04

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА: ИНСТИТУАЛИЗАЦИЯ, ОГРАНИЧЕНИЯ, НАПРАВЛЕНИЯ РЕАЛИЗАЦИИ

Е.А. Степанова

Донецкий национальный технический университет

С позиций концепции устойчивого развития обсуждаются теоретический и практический аспекты проблемы экологической политики индустриального мегаполиса. Рассматриваются закономерности взаимодействия, отношения и противоречия, возникающие между элементами мегаполиса как целостного образования. Характеризуются условия, ресурсы и ограничения экономического роста.

Во второй половине XX в. обозначились пределы роста индустриальной модели развития, которая основывалась на экстенсивных методах использования природных ресурсов и человеческого потенциала, пренебрежением к экологическим последствиям хозяйственной деятельности. Снижение рентабельности и рост издержек в традиционных индустриальных отраслях стимулировали возникновение и развитие сектора инновационной экономики, ориентированного на создание и управление расширенным использованием нововведений.

Постиндустриальная модель развития, где нововведения стали основой конкурентоспособности, продуцировала новую парадигму - устойчивое развитие. Эта концепция была позитивно воспринята мировым сообществом сначала в качестве теории, а затем как социально-экономический ориентир. По образному замечанию основоположника экологической экономики Германа Дейли, сегодня понятие «устойчивое развитие», приобрело «культовое звучание».

Все многочисленные трактовки устойчивого развития (первое из которых принадлежит знаменитой комиссии Ф. Брундланд, 1987г.) признают обусловленность экономического развития экологическими ограничениями: конечным характером невозобновляемых природных ресурсов и наличием предела ассимилирующих способностей природной среды по отношению к продуктам техногенной деятельности человека. При этом одни авторы связывают развитие с экономическим ростом, и тогда экологическая проблема становится частью общей проблемы ограниченности ресурсов, присущей любой экономической системе, поскольку потребности возрастают опережающими темпами по сравнению с ресурсами, необходимыми для их удовлетворения. По мнению других, сутью

экономического развития являются качественные изменения в производственной и социальной сферах, изменения в структуре потребностей, улучшение уровня жизни.

Интересен опыт Европейского Союза, где ориентация на модель «устойчивого (экологически и социально сбалансированного) развития» была официально зафиксирована в 2001г. в принятой «Стратегии устойчивого развития ЕС». Нормативно-правовую базу реализации Стратегии образует экологическая составляющая общего законодательства ЕС, включающая более 200 Экологических Директив. Активно проводится «экологическая налоговая реформа», которая предполагает переориентацию налогообложения с труда на потоки природных ресурсов, загрязнения и отходы. Разумное сочетание административного и экономического регулирования в сфере природопользования позволило странам ЕС уменьшить энергоёмкость ВВП, стабилизировать экономическое развитие.

Уровень долгосрочной устойчивости украинской экономики оценивается международными экспертами негативно. Так, согласно Индексу экологической устойчивости, разработанному Всемирным экономическим форумом (Давос), Украина находится на 110 месте в списке из 122 стран; Всемирный фонд дикой природы отводит Украине 111 место среди 146 стран. При выборе приоритетов экономического развития в Украине может оказаться полезным следование принципу, на котором базируется Стратегия ЕС, и согласно которому «экономические, социальные и экологические последствия какой-либо политики должны рассматриваться комплексно и учитываться в процессе принятия решений... потребителей и производителей ...относительно того, какие товары и услуги производить или потреблять». Такая новая модель развития, получившая название «эко-социальной рыночной экономики», обуславливает необходимость формулирования инновационной экологической политики – национальной и на уровне отдельных регионов, городов, предприятий.

Проблема разработки и реализации экологической политики индустриального мегаполиса как стратегии устойчивого развития имеет два аспекта: теоретический и практический. Первый предполагает изучение закономерностей взаимовлияния природной среды и мегаполиса; отношений между мегаполисом и государством, между элементами мегаполиса; противоречий в системе «мегаполис – остальная территория»; материальных и духовных проблем; поведения индивида по отношению к структурам мегаполиса. Практический аспект экологической политики мегаполиса предусматривает её разработку и реализацию с учётом ограничений. Предметом разработки являются схемы размещения производства и населения; организация экологически чистого и безопасного производства;

прогрессивные модели менеджмента. Ограничивают развитие мегаполиса внешние и внутренние факторы, нарушающие его устойчивость. Для эффективной реализации экологической политики необходим ряд обеспечивающих процедур: на стадии планирования - оценка значимых антропогенных воздействий; при организации деятельности – мониторинг факторов и последствий воздействий; в ходе контроля – экологический аудит деятельности предприятий индустриального мегаполиса.

Важная область теоретических разработок связана с исследованием процесса институализации, главные этапы которого следующие:

- осознание обществом потребности в экологической безопасности;
- деятельность по её удовлетворению, основанная на понимании исключительно коллективного характера такого удовлетворения;
- формирование системы норм и ценностей, регулирующих природоохранную деятельность;
- обоснование экологической политики, оформление её в виде специального документа, доступного для широкого обсуждения;
- определение инструментов и ресурсов, необходимых для реализации политики.

В мегаполисе как целостном образовании выделяются отдельные подсистемы - природная, экономическая, социальная среды. Каждая из них представляет собой систему взаимодействующих элементов. Так, экономическая среда включает производство, финансовую систему, транспорт, системы энерго-, газо- и водоснабжения, информационные и теле- коммуникации, систему материально-технического снабжения. В социальной среде формируются общественные потребности и функционируют призванные их удовлетворять системы распределения и обмена, оказания потребительских услуг, охраны здоровья, науки, просвещения, культуры и пр. В свою очередь, элементы экономической и социальной сред (основные фонды, персонал, финансовые и информационные потоки) взаимодействуют друг с другом и с объектами подсистем более высокого уровня. Для анализа сложных взаимосвязей в индустриальном мегаполисе используют системный анализ, математическое моделирование, программно-целевой, балансовый методы.

Следующее направление теоретического исследования проблемы экологической политики индустриального мегаполиса составляет анализ одного из последствий инновационной экономики - роста в наиболее развитых индустриальных регионах диспропорции между крупными городами и остальной территорией. Во многих странах основной инновационный потенциал и обусловленный им ресурс развития оказался сосредоточенным в крупных городах и мегаполисах. Эксперты отмечают,

что на их долю сегодня приходится три четверти открытий и изобретений, они становятся центрами транснационального предпринимательства и коммуникации. Всё это позволяет мегаполисам производить более 60% мирового ВВП, а пяти мегаполисам - 50% ВВП Европейского сообщества.

Нарушение социально-экономических пропорций приводит к возникновению проблем в материальной и духовной сферах общественной жизни. О проблемах в материальной сфере свидетельствуют неравномерное размещение производства, особенности в заселении, различия в уровне и качестве жизни в пределах мегаполиса и территории. Проблемы в духовной сфере - правовые, моральные, культурные и т.п.

В Украине противоречия в социально-экономических взаимоотношениях мегаполиса и территории, свойственные многим странам, обостряются комплексом экологических проблем, среди которых - перенос загрязнений, транспортирование и захоронение отходов, нерациональное использование ресурсов. Для преодоления негативных тенденций следует не допускать размещения в производственной среде мегаполиса экологически вредных технологий, приостанавливать функционирование устаревающих, стимулировать внедрение прогрессивных.

Необходим поиск неконфликтной модели развития мегаполиса и остальной территории. Способствовать этому должно формирование новых типов деятельности и экологизация сфер предпринимательской активности. Как следствие, будет достигнута долгосрочная конкурентоспособность продуктов и объектов производственной среды мегаполиса на региональном, национальном и мировом рынках. Такой вариант стратегического позиционирования мегаполиса предъявляет особые претензии к определению ресурсов устойчивого развития и его направлений, т.е. к практическому аспекту проблемы экологической политики индустриального мегаполиса.

Устойчивое развитие социально ориентировано, предполагает достижение и сохранение в долгосрочной перспективе баланса между экономическими интересами субъектов производственной среды мегаполиса и экологическими потребностями населения. Потенциал развития составляют человеческие, биосферные, организационные, финансовые, информационные, образовательные ресурсы. Эффективность их использования во многом обуславливает экологические последствия функционирования инженерных инфраструктур индустриального типа и городских коммунальных систем.

Поскольку взаимодействие между элементами «природная среда - экономика - население» сопряжено с противоречиями, позитивная динамика

развития мегаполиса не может быть обеспечена без внешнего регулирования. Иерархия регулирования образована местным, региональным, национальным уровнями, где действуют соответствующие институциональные структуры.

Ответственность за перспективы устойчивого развития мегаполиса должна быть разделена между государственными институтами и бизнес сообществом. В государственном экологическом регулировании применяются две группы инструментов: административно-правовые («экологические» законы, стратегии, нормативные акты) и экономические (экологизация налогообложения, субсидии, платежи, торговля квотами на выбросы). Важным фактором устойчивости экономики мегаполиса является ограничение административного регулирования и расширение практики использования экономических инструментов, стимулирующих ресурсосберегающую и природоохранную деятельность хозяйствующих субъектов. Не менее значим для обеспечения устойчивости и сформировавшийся уровень социальной ответственности бизнеса за экологические последствия экономического роста. В качестве одного из проявлений этой ответственности может рассматриваться декларирование и широкое представление заинтересованным сторонам своей экологической политики как отдельными предприятиями так и мегаполисом как единым образованием. Экологическая политика должна определить стратегические ориентиры и пути их достижения, учитывать тот потенциал, которым обладает мегаполис, и ту цену, которую он «согласен» заплатить за устойчивость экономики.

Базовый принцип устойчивого функционирования мегаполиса – постоянное усовершенствование, позитивная комплексная трансформация в экономической, экологической, социальной средах. Поэтому реализация экологической политики неизбежно приводит к изменениям в экономической политике мегаполиса, в первую очередь в таких её сферах, как политика развития, политика управления, промышленная политика, политика в области образования, науки и пр. Модернизация промышленной политики, определяющей экономическую базу устойчивого роста индустриального мегаполиса, предполагает развитие экологического бизнеса, внедрение инновационных ресурсо- и энергосберегающих технологий. Прогрессивные изменения в политике управления связаны с внедрением систем экологического менеджмента в соответствии с европейским стандартом EMAS или международным - ISO14000.

Проекты, реализующие экологическую политику, могут стать предметом среднесрочной стратегической программы развития индустриального мегаполиса, и относятся к сферам: производства,

переработки и сбыта продукции; транспорта и перевозок; энергетики и создания новой энергетической инфраструктуры; ресурсосбережения и оптимизации использования природных и биосферных ресурсов; рынка вторичных ресурсов.

Приоритетные направления развития выбираются, исходя от состояния сложившегося в мегаполисе экономического потенциала, имеющегося ресурсного обеспечения, особенностей природно-географического положения, инновационных возможностей. Представляется, что стратегические цели программы развития индустриального мегаполиса следующие: стимулирование инновационных отраслей как катализаторов экономического роста, интегрирование многофункционального хозяйства мегаполиса в региональную и национальную экономику, обеспечение высокого качества природной и социальной сред.

Условием успешной реализации программы является становление и развитие экологически ориентированного рынка, осуществление структурной перестройки промышленности, создание благоприятного инвестиционного климата. Особое значение имеет широкое привлечение общественности к принятию решений, создание атмосферы партнёрства при разработке и реализации программы.

Литература

1. Бекларян Л.А., Пшенников А.С. О некоторых аспектах методики исследования региональных проблем // Аудит и финансовый анализ.- 2001. – №4.
2. Вовк В.І. Вступ країн Центральної та Східної Європи до Європейського Союзу: вплив на екологічну політику та перспективи сталого розвитку. Резюме стратегічного дослідження.
3. Дейлі Г. Поза зростанням. Економічна теорія сталого розвитку. - К.: Інтелсфера, 2002.-312 с.
4. Тетиор А.Н. Устойчивое развитие города. Книга для специалистов в области устойчивого развития городов, устойчивого проектирования и строительства. <http://www.cis.lead.org/>.
5. Institutionalising the Environmental Planning and Management Process. Copyright: The United Nations Centre for Human Settlements (UNCHS) and the United Nations Environment Programme (UNEP), 1999.
6. Senge P. M. Carstedt G. Innovating Our Way to the Next Industrial Revolution // MIT Sloan Management Review, Winter 2001, 42(2), pp.24-38.

7. Strongylis G. European Union: A New Economic Development Model. - Brussels, Belgium: Commission of the European Union, Directorate General XI on the Environment).

Поступила в редакцию 09.05.04

ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ГОРОДАХ ДОНБАССА

И.М. Мищенко, Г.С. Клягин, Л.Г. Савчук
Донецкий национальный технический университет

Представлены данные о вредных выбросах предприятий чёрной металлургии Донбасса изложены представления о главных направлениях экологической обстановки в регионе. Среди них – сокращение образования и нейтрализация токсичных газов путём материало- и энергосбережения, использования современных газоуловителей, сокращение выпуска неэкологичных видов металлопродукции.

Вредные выбросы предприятий чёрной металлургии с учётом их токсичности значительно превышают выбросы любой другой загрязняющей отрасли региона (топливной, электроэнергетической, химической) [1]. В связи с этим более 60 % населения региона проживает в зонах явного воздействия вредных выбросов основных и вспомогательных производств чёрной металлургии.

На предприятиях с полным металлургическим циклом, включающим подготовку сырья к доменной плавке более 50 % выбросов в атмосферу пыли, 62,3 % сернистого ангидрида, 89,1 % монооксида углерода и 38,1 % оксидов азота от общей массы этих ингредиентов приходится на агломерационное, коксохимическое и доменное производства (табл. 1). В целом, вредные выбросы предприятий чёрной металлургии в городах их расположения составляют 50-70 % от общих выбросов.

Видно, что подавляющая часть выбросов пыли, CO и SO₂ принадлежит агломерационному производству. Валовые выбросы коксохимического производства по указанным в таблице 1 веществам не составляют больших величин, однако это производство выбрасывает в атмосферу и водоёмы другие, практически неконтролируемые зловонные и чрезвычайно токсичные химические соединения (сероводород, фенол, бензол, смолы, роданиды, цианиды, аммиак, бензопирен), создающие характерный удушливый «аромат» атмосферного воздуха многих городов Донбасса и далеко (30-50 км) за их пределами.

Превышающие допустимые уровни загрязнения атмосферы, воды и почвы выбросами чёрной металлургии и других отраслей вызывают интенсивный рост заболеваемости, смертности, ухудшения качества жизни, тяжелейшие поражения генетических структур населения [3].

Приведённые в таблице 1 данные указывают на главные сферы приложения природоохранных усилий, подчёркивают острую необходимость активной деятельности по трём направлениям экологизации отрасли. К ним следует отнести: коренную модернизацию технологий и оборудования, изменение экспортной политики на базе повышения конкурентоспособности металлопродукции, прямые природоохранные мероприятия.

Таблица 1 – Распределение вредных выбросов чёрной металлургии по видам производств, % [2]

Производства	Выбросы			
	пыль	SO ₂	CO	NO _x
Агломерационное	31,1	61,0	77,8	26,0
Коксохимическое	2,0	1,0	7,8	9,1
Доменное	17,3	0,3	3,5	3,0
Сталеплавильное	19,7	0,4	5,4	10,5
Прокатное	1,2	0,2	-	6,5
Известково-огнеупорное	18,4	0,4	0,4	5,4
ТЭС отрасли **	7,4	36,3	-	36,6
Прочие	2,9	0,38	5,1	1,4

*около 45 % - мартеновское производство

** при работе на угле

В каждом из ведущих производств – загрязнителей должен быть выполнен большой комплекс реконструктивных работ по линии ресурсосбережения, снижения затрат, роста качества продукции, внедрения современных аппаратов обезвреживания газов.

В целом стратегия сокращения выбросов должна базироваться на кардинальном уменьшении их образования по ходу металлургических процессов, тем более, что затраты на ликвидацию экологических последствий в 30-35 раз выше, чем на их предупреждение.

Отрасль в недалёкой перспективе может использовать эффективные способы энерго- и материалосбережения, подобные применяемым за рубежом, где передовые металлургические предприятия имеют на 30-50 % меньше удельные расходы твёрдого топлива – на агломерацию, кокса – на выплавку чугуна, стали – на производство прокатной продукции.

Такая экономия (уменьшение сжигания) топлива на наших предприятиях означает соответствующее (до 50 %) сокращение выбросов токсичных газов. Известно, что экономия ресурсов неминуемо решает двуединую задачу – удешевляет продукцию и уменьшает вредные выбросы, подтверждая правило: «что экологично, то экономично». На этом

главном направлении предстоит сосредоточить экологические программы металлургических предприятий.

Конкретные мероприятия по улучшению экологической обстановки на металлургических предприятиях (территориях) можно представить следующим образом.

В агломерационном производстве необходимо возобновить относительно несложные усовершенствования технологии на стадиях подготовки и спекания шихты с использованием вторичного тепла аглопроцесса по опыту работы некоторых агломашин Мариупольского МК им. Ильича, что позволит снизить расход твёрдого топлива на 20-30 % [4]. В этом производстве с изношенными основными фондами (до 90 %) актуальной остаётся проблема проведения капитально-восстановительных ремонтов зданий, сооружений, технологического оборудования, основных коммуникаций, аспирационных систем и газоочистных аппаратов.

Борьба с запылённостью рабочих мест, территорий аглофабрик, других цехов близко расположенных жилых районов особенно важна потому, что прозрачность и чистота атмосферного воздуха – ярчайшее подтверждение обеспечения защиты окружающей среды.

Показательным в деле обеспыливания промышленных газов является опыт сооружения и эксплуатации электрофильтров французской фирмы «Спейк» на Мариупольском МК им. Ильича, который заслуживает распространения на других предприятиях отрасли. Важно отметить, что если глубокое обеспыливание технологических газов, а также запылённого воздуха не имеет принципиальных затруднений, успешно достигается с помощью современных эффективных пылеуловителей, то улавливание и полное обезвреживание агломерационных газов всё ещё представляет сложную проблему. Существуют только единичные, очень дорогие варианты очистки определённой части газов от SO_2 и NO_x в Японии, США, Германии, России. При этом нужно иметь в виду, что масса токсичных газов в общих выбросах составляет преобладающую часть - 80 % и более. Так что очистка газов от пыли – это только часть проблемы избавления от токсичного влияния выбросов металлургии. Работы по улавливания и нейтрализации токсичных газов агломерации должны получить развитие на предприятиях отрасли по опыту многих зарубежных фирм, использующих непосредственно на технологических агрегатах улавливание SO_2 и NO_x известковым молоком, растворами органических веществ (отходы сахарного, древесного производства), сильными окислителями и другими реагентами [5].

Повышение технического уровня агломерации – это не только снижение вредных выбросов в этом производстве, но и создание на базе возможного роста качества агломерата базовых условий для внедрения энергосберегающих технологий, уменьшения расхода главного топливного ресурса - кокса при выплавке чугуна.

В доменном производстве кардинальное снижение удельного расхода кокса – чрезвычайно актуальная проблема: этот показатель вдвое хуже, чем в лучших зарубежных странах, где используют дешевый заменитель кокса – пылеугольное топливо (ПУТ) – в количестве до 289 кг/т чугуна [6] и имеют удельный расход кокса 250-300 кг/т. При больших затратах на двойной расход кокса предприятия Донбасса не могут рассчитывать на устойчивый и выгодный сбыт металлопродукции, стабильное финансовое положение.

Ресурсы в основном российского природного газа – основного заменителя кокса – из-за роста цен и его дефицита перешли в зону относительной нестабильности, а добыча и запасы подходящих марок донецких углей достаточны для того, чтобы внедрить на 3-4 предприятиях технологию вдувания ПУТ и снизить расход кокса на 30-40 % до 400 кг/т чугуна и менее. В бизнес-планах развития предприятий (ОАО «ДМЗ», «ЕМЗ», МК им.Ильича, «Азовсталь») сооружение установок пылевдувания целесообразно хотя бы в отдалённой перспективе. Возможное сокращение потребности в коксе примерно на 2 млн. т в год означает освобождение мощностей по коксованию углей. Это позволит реконструировать часть коксовых батарей с внедрением бездымной загрузки углей, сухого тушения кокса, других прогрессивных технологий. Значительная часть устаревших батарей 3-4 шт. должна быть выведена из эксплуатации, демонтирована при соответствующей ликвидации выбросов.

В самых запылённых и загазованных агломерационных и доменных цехах необходимы: сооружение современных укрытий, аспирационных систем на всех производственных участках интенсивного выделения неорганизованных выбросов (подбункерные помещения, конвейерные галереи, перегрузочные узлы, колошниковые площадки, литейные дворы доменных печей, бункерные эстакады, склады сырья и т.п.); герметизация агрегатов и газовых магистралей с внедрением контроля утечек газов и сигнализации об увеличении концентрации газовых компонентов в воздухе.

Сталеплавильное производство предприятий региона, вносит значительную долю выбросов пыли, CO, NO_x (особенно в мартеновских цехах). За последние годы выполнены работы, по коренному улучшению качества стали, расширению её сортамента, по экономии материальных и энергетических ресурсов. Внедрены технологии рафинирования стали в агрегатах «печь-ковш» и непрерывная разливка стали на новых МНЛЗ, построенных на ОАО «ЕМЗ» и ОАО «ДМЗ». Применение таких технологий будет интенсивно возрастать.

На предприятиях Донбасса расход стали на тонну проката, примерно на 200 кг превышает такой показатель, например, металлургов Японии, что обусловлено ограниченным применением непрерывной разливки стали. Вследствие этого энергоёмкость нашего проката на 30 % выше, чем, в

Японии. Отметим, что каждая тонна непрерывно разлитой стали обеспечивает снижение на 100 кг удельного расхода металла на прокат, а также экономию энергетических ресурсов: 150 кг у.т., 160 кВт ч. электроэнергии. В масштабе региона за счёт роста непрерывной разливки стали на 30-35% будут снижены расходы на 1 млн. т у.т. и на 1056 млн. кВт ч электроэнергии.

В мировой практике основными направлениями повышения экологичности сталеплавильного производства являются: ликвидация отсталого мартеновского производства; внедрение непрерывной разливки стали, увеличение доли металлолома в составе шихты конвертеров; максимально-возможная утилизация отходов и вторичных энергоресурсов.

В нашем регионе доля различных процессов производства стали, в общей её выплавке составляет:

- кислородно-конвертерная сталь – 51,2 %;
- электросталь – 4,1 %;
- мартеновская – 44,7 %.

В 2010-2015 г.г. ожидается, изменение этих показатели, соответственно, до 60; 11 и 29 %. В мире за примерно два десятилетия установлено соотношение 60; 33; и 7 %. В России устаревший мартеновский способ производства сокращают на первом этапе до 15 % [7]; в дальнейшем основное производство стали будет сосредоточено в конвертерах (60 %) и электропечах (35 %).

По всеобщему признанию мартеновский способ получения стали уступает конвертерному по ряду показателей, прежде всего – по экологичности, производительности, расходу ресурсов – огнеупоров и топлива, др. (табл.2).

Таблица 2 – Расход материалов и энергоносителей, производительность при выплавке стали в различных агрегатах

Показатели	Виды стали		
	мартеновская	конвертерная	электросталь
Расход материалов, кг/т:			
Чугун	518	834	33
Лом	511	281	1065
Огнеупоры	24,9	19,6	30,3
Топливо, кг.у.т./т	131	8	32
Кислород, м ³ /т	52	66	28
Электроэнергия, кв.ч/т	15	33	666
Выплавка на одного работающего, т/год	2225	3334	648
Производительность, т/ч	30-45	230	10-50

По практическим данным энергоёмкость стали в зависимости от доли лома в шихте составляет 600-650 кг.у.т/т. При равном использовании лома энергоёмкость мартеновской стали на 60-80 кг.у.т/т выше конвертерной.

На предприятиях региона значительное сокращение мартеновского производства в ближайшие годы не предусмотрено, в основном из-за отсутствия необходимых инвестиций.

Большие возможности повышения экологичности металлургических процессов сосредоточены в сфере утилизации отходов металлургии; освещению этой проблемы посвящены работы [8, 9] в отраслевых и экологических изданиях.

В условиях спада в экономике страны и неясных перспектив её развития экспортная ориентация предприятий самой сильной отрасли – металлургии имеет характер вынужденной стратегии выживания. В экспортных поставках региона преобладает в виде сырья продукция чёрной металлургии требующая развития, к сожалению, энергоёмких и неэкологических переделов металлургии (производства агломерата, кокса, чугуна). Понятно, что улучшение экологической ситуации возможно только при интенсивном наращивании конкурентоспособности продукции, превращении её в дорогие конечные экспортные изделия за счёт вывода из эксплуатации морально устаревших и физически изношенных агрегатов, внедрения современных технологий.

Структура экспорта должна меняться: резко снижаться сырьевые поставки (чугун, слябы, сортовая заготовка) и также возрастать поставки конечной продукции (труб, листового и сортового проката, металлоизделий).

В регионе необходимо создавать предприятия наукоёмких технологий, развивать экологичные производства при оптимальных объёмах выпуска продукции чёрной металлургии, согласованных с требованиями экологической безопасности и обеспеченных современными способами защиты окружающей среды.

Литература

1. Кольцов С.В., Мищенко И.М., Клягин Г.С. Экологические проблемы базовых отраслей промышленности Донбасса // Металлургическая и горнорудная промышленность, 2003, №6
2. Старк С.Б. Газоочистные аппараты и установки в металлургическом производстве – М: Металлургия, 1990, 400с.
3. Земля тривоги нашої.// під. ред. С. Куруленка. – Донецьк: Новий мир. – 2002. – 108с.

4. Гугис Н.Н., Мищенко И.М. Развитие технологии агломерации и пути снижения вредных выбросов в атмосферу // Ин-т «Черметинформация» - М., 1989. вып.1, 39с.
5. Использование углеводородов для снижения выбросов в атмосферу оксидов азота при агломерации железных руд // Новости чёрной металлургии за рубежом, 1999, №1 с28-31
6. Реферативный журнал «Производство чугуна и стали». – М .: Металлургия, 1999, №15 сб.
7. Шевцов А.З. Состояние и перспективы развития металлургического комплекса России в XXI веке // Сталь, 1998, №5.
8. Кольцов С.В., Мищенко И.М., Клягин Г.С. Состояние и перспективы развития предприятий чёрной металлургии Донецкого региона // Металлургическая и горнорудная промышленность, 2002, №3 с 1-5.
9. Мищенко И.М., Хлапонин Н.С., Дембицкий Ю.В. Агломерация шихты с высоким содержанием шламов на фабриках Украины // Металлург, 2000, №6.

Поступила в редакцию 13.05.04

ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА ОТХОДОВ В УКРАИНЕ

Шафоростова М.Н.

Донецкий национальный технический университет

На современном этапе общественного развития в Украине наблюдается отсутствие равновесия между значительным техническим опытом и относительно слабыми возможностями в сфере управления природопользованием и охраной окружающей природной среды. Одним из организационно-экономических инструментов, позволяющим снизить негативное воздействие предприятий на окружающую среду, является экологический аудит. Эффективность результата экологического аудита во многом будет зависеть от его информационного и законодательного обеспечения.

Так как от качества информации зависит результат всего процесса аудита, к ней предъявляется ряд требований, а именно: она должна носить систематический характер, быть своевременной, точной, доступной и достоверной. Поэтому вопрос усовершенствования информационной системы является важным и актуальным в процессе становления и развития экологического аудита. Эта проблема нашла отражение в Концепции Программы охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности “Украина-2010”, так как переход к демократическому обществу изменяет ожидания и потребности общества в информации.

За годы независимости Украины были разработаны и введены в действие основополагающие законодательные акты в сфере природопользования и экологического развития страны. До сих пор понятие “экологический аудит” в Украине не имеет законодательно установленного статуса. Первый шаг к разработке методологической базы по экологическому аудиту был сделан в 1997 году и принято Постановление Кабинета Министров Украины № 244 “О мерах по поэтапному внедрению на Украине требований директив Европейского союза, санитарных, экологических, ветеринарных, фитосанитарных норм, а также международных и европейских стандартов”. В Украине, первой из стран СНГ, был утвержден пакет государственных стандартов ДСТУ - ISO серии 14000. Однако на законодательном уровне соответствующие правовые акты пока не приняты. Проекты Законов “Об экологическом аудите”, “Об экологической безопасности”, “Об объектах повышенной опасности” дополнения и изменения в законы “Об экологической экспертизе”, “Об охране окружающей природной среды” в части экологического аудита находятся на различных стадиях рассмотрения и согласования. К сожалению, наличие законодательной базы не

гарантирует соблюдения членами общества этих законов. Но отсутствие этих законов тормозит развитие той или иной сферы деятельности. Так, при проведении экологического аудита отходов необходимо руководствоваться следующими основополагающими законодательными актами: Законами Украины “Об охране окружающей природной среды” и “Об отходах”, Постановлением Кабинета Министров Украины № 303 “Об утверждении порядка установления нормативов сбора за загрязнение окружающей среды и взимания этого сбора” и рядом других нормативных и законодательных актов. Но основополагающий закон об экологическом аудите не принят, а предложенные к рассмотрению проекты не имеют юридической силы.

Поступила в редакцию 13.05.04

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОТХОДАМИ

Приходько С.Ю., Лысенко Т.П.,
Донецкий национальный технический университет

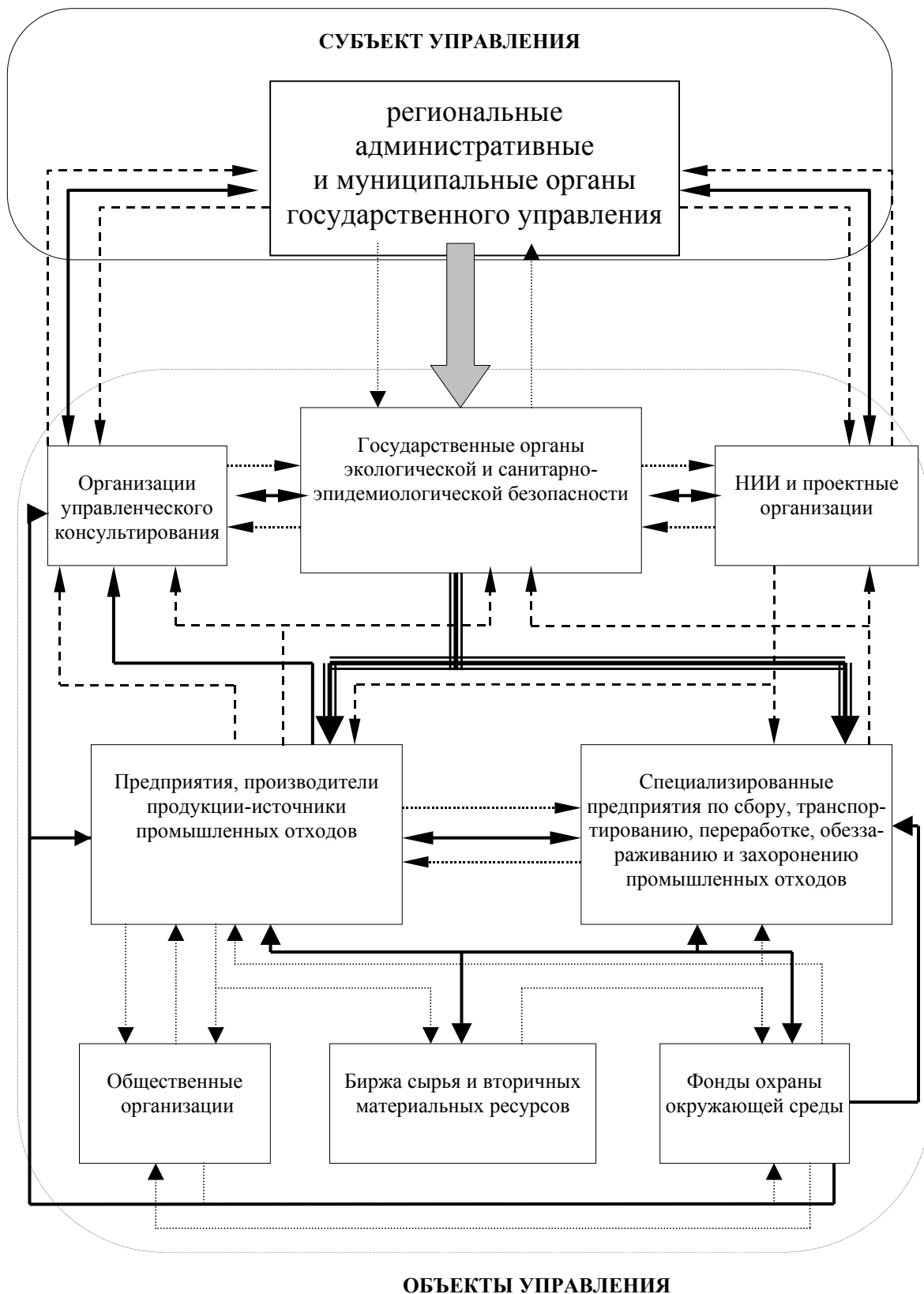
В статье рассматриваются проблемы управления промотходами и предлагаются направления по усовершенствованию экономических инструментов управления промышленными отходами.

Научно-технический прогресс, охвативший практически все сферы материального производства, привел к сложным и нередко к конфликтным ситуациям взаимодействия экономики и окружающей среды, что приводит к потребности совершенствования механизмов управления отходами.

Система управления промышленными отходами - это часть общей системы управления (масштаба страны, региона, промышленного комплекса, предприятия), которая включает в свой состав организационную структуру, деятельность по планированию, обязанности и ответственность, практику, процедуры, процессы и ресурсы для формирования, внедрения, достижения, анализа и актуализации политики в сфере обращения с промышленными отходами.

Региональная политика управления отходами обеспечивает реализацию государственной политики в этой сфере и формируется исходя из специфики регионов в части объемов образования отходов, их номенклатуры и нагрузки на окружающую среду, объемов использования, сложившихся территориально-производственных отношений и др.

В схематичном виде региональная система управления отходами представлена на рис. 1.



- | | |
|--|---|
| <p>▲ Административное управляющее воздействие</p> <p>▬ Управляющее воздействие государственного контроля</p> | <p>→ Управляющее воздействие на основе рыночных отношений</p> <p>⋯ Поиск информации</p> |
|--|---|

Рис. 1 Схема взаимодействия в региональной системе управления промышленными отходами

Существующие в Украине экономические инструменты управления промышленными отходами представляют собой сборы за использование природных ресурсов, а также сборы за загрязнение (хранение/размещение) отходов. Уровень сборов является слишком низким для того, чтобы служить инструментом стимулирования мероприятий по снижению уровня загрязненности окружающей среды. Эта ситуация еще больше усложняется в связи с тяжелым финансовым положением многих государственных предприятий, с одной стороны, и недостаточно сильной позицией природоохранных организаций, с другой стороны. Мероприятия общая структура управления промышленными отходами представлены на рис. 2.



Рис. 2. Экономические инструменты в структуре управления промышленными отходами

Главной задачей является оценка возможностей регионов Украины по переходу от существующей системы сборов и порядка финансирования мероприятий по управлению промышленными отходами к рыночно ориентированной системе.

Фонды охраны окружающей природной среды (ОООПС) не играют значительной роли как источник финансирования природоохранных мероприятий в регионах Украины. К тому же нередко до 50% средств, поступающих в фонды, расходуются на другие цели, никак не связанные с природоохранной деятельностью. Более того, такая ситуация, когда основным источником поступлений в фонды являются сборы за загрязнение, делает фонды неустойчивыми в долгосрочном масштабе и создает конфликт интересов между сторонами, участвующими в управлении средствами фонда [1]. Хотя система сборов в областях Украины работает настолько эффективно, насколько это возможно в современной ситуации (учитывая все сложности переходной экономики и нестабильного рынка) она может быть усовершенствована, и поэтому нуждается в пересмотре. Есть два варианта возможных пути изменения системы:

- повышение уровня нормативов сборов;
- создание дополнительных экономических инструментов.

В рамках первого пути делается предложение, что нормативные сборы за размещение отходов могут быть увеличены в три раза, т.е. до среднего значения между существующими нормативами и пятикратным размером сборов, которые взимаются при превышении установленных лимитов. Такое решение может вызвать сопротивление со стороны предприятий. Поэтому рассматривается альтернативный вариант с вводом в действие новых экономических инструментов, которые позволят получить средства, необходимые для финансирования приоритетных капитальных инвестиционных проектов, а также будут стимулировать предприятия к предотвращению образования отходов.

Далее рассматривается эксперимент по поводу соответствующих систем сборов за образование отходов на примере условного региона. Для того чтобы система сборов была максимально справедливой и в равной степени действенной для всех, необходимо разработать систему определенных регламентов. Предполагается, что предприятия будут выплачивать сбор за образование отходов в полном объеме авансом в начале каждого отчетного периода. В конце же года будет выполнен перерасчет платежа с учетом всех объемов отходов, которые были утилизированы, переработаны и размещены силами предприятия. На основе этого перерасчета будет определяться размер той части уплаченного предприятиями сбора, которая должна быть учтена в счет уплаты данного сбора за следующий год.

Учитывая все проблемы фондов ООПС в том виде, в каком они существуют. Предлагается создать новый фонд (фонд управления промышленными отходами – фонд УПО), предназначенный для оказания финансо-

вой поддержки мероприятий по улучшению системы управления отходами. Основные средства фонда будут сформированы путем взимания сбора за образование отходов, а также за счет поступления добровольных вкладов из двусторонних/многосторонних источников финансирования. Этот фонд должен функционировать как полностью независимый от фонда ООПС. Фонд управления промышленными отходами (УПО) будет предоставлять финансовые средства предприятиям для реализации инвестиционных природоохранных проектов.

Предполагается, что создание указанной системы сборов и фонда УПО должно осуществляться на основе специального постановления Кабинета Министров Украины, где будут четко определены цели использования средств фонда. Такой фонд будет принадлежать облгосадминистрации, а управление будет осуществлять специальный комитет, включающий представителей заинтересованных организаций. Фонд УПО будет функционировать параллельно с фондом ООПС, а основная цель этого фонда будет заключаться в оказании финансовой поддержки развитию предлагаемой инфраструктуры системы управления отходами (включая создание централизованного предприятия по обработке отходов, полигона отходов и т.д.).

Эффективное внедрение системы регистрации источников образования отходов и ежегодной отчетности является важной предпосылкой внедрения системы платежей за образование отходов. Полученные средства будут направляться в фонд УПО, который в свою очередь должен обеспечить полное или частичное финансирование создания и эксплуатации централизованных сооружений для обработки и управления отходами. Таким образом, сбор за образование отходов будет представлять прямой и действенный стимул к реализации мероприятий по предотвращению и сокращению объемов образования отходов. Отсутствие таких стимулов является существенным недостатком нынешней системы управления.

Литература

1. Поу С. (Великобритания), Кузин А., Лозанский В., Яковлева Н. (Украина) Управление промышленными отходами: Учебное пособие: В 2 кн. – Кн.1: В 6 ч. Ч. 4:Экономические и финансовые инструменты управления промышленными отходами в регионе. Харьков: РИП “Оригинал”, 2000.- 136 с

Поступила в редакцию 13.05.04

НА ПУТИ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЦЕНТРОВ

Ю.П. Павленко, Е.П. Павлова, Е.А. Балалаева
Запорожская государственная инженерная академия

Приводятся основные выполнявшиеся нами и реализуемые в настоящее время организационные и технические мероприятия по сокращению выбросов в промышленных центрах.

Несмотря на принимаемые меры, актуальность природоохранных проблем не снижается. И это происходит несмотря даже на то, что при достаточно высоком уровне экологических требований предприятия порою на строительство сооружений по сокращению выбросов вкладывают до 30% средств от стоимости непосредственно технологических агрегатов. А на эксплуатацию этих сооружений, например на электростанциях Германии, расходуют до 15% производимой электроэнергии.

Работая над проблемами минимизации негативного воздействия выбросов, свой вклад в упорядочение природоохранной работы в городах вносили и мы. Опасность выбросов стали оценивать не просто по массе их, поступающих в воздух в единицу времени, а с учетом токсичности, агрессивности загрязнителей. В частности, это реализовано в “Програмі виходу з екологічної кризи м. Запоріжжя на період 2001-2010 р. р.”

Суммируя все виды загрязнений, оцененных с учетом токсичности, получена достаточно обоснованная, объективная оценка их вредного воздействия на атмосферу города. Этот подход позволяет выделить главное, объективно сопоставлять заводы, а внутри заводов – и отдельные технологические переделы, по актуальности стоящих перед ними задач.

Еще одной проблемой современного этапа развития, требующей эффективных технических решений, является локализация неорганизованных выбросов. Их количество в ряде случаев достигает 50% от общего объема выбросов. Решение этой задачи осложняется большими объемами газовых потоков, подлежащих очистке, с небольшими концентрациями вредностей по сравнению с технологическими газами. Мы попытались по некоторым металлургическим переделам, как правило в условиях ограниченных площадей для размещения средств очистки, решить эту задачу при помощи разработанных нами малогабаритных аппаратов. Например, в

условиях аглофабрики, в шахтах естественной вытяжки газов, отводимых от барабанов охлаждения возврата агломерата, нами применены пылеулавливающие устройства с соударяющимися радиальными струями орошающей жидкости. Эффективность очистки газов достигала 95%. Гидравлическое сопротивление аппарата до 100 – 150 Па.

В мартеновском, а также в доменном производствах для обезвреживания выбросов, удаляемых через аэрационные фонари, разработан вариант обработки газов с помощью устройств, заряжаемых униполярно с удаляемой пылью.

В результате этого очищаемый газ разделяется на два потока: ~ 90-95% газа, освобожденного от пыли на 80 - 85% (до допустимой конечной концентрации – в пределах около 80...100 мг/м³) выбрасывается в атмосферу.

Обогащенный пылью газ, в количестве 5-10% от его общего объема, подается на существующую очистку технологического газа.

Проходит промышленное опробование и показывает положительные результаты вариант очистки газов от SO₂ и окислов азота с использованием средств электроактивизации воды, повышающих ее поглотительную способность. При этом одновременно нейтрализуются высокотоксичные выбросы, в частности бенз(а)пирен. В качестве исходных веществ, используемых при электрообработке, применяются железосодержащие материалы и поваренная соль. При испытаниях установки на территории агломерационного цеха ОАО МК «Запорожсталь» с использованием промывки газа подготовленной жидкостью степень очистки от сернистого ангидрида достигала значений, превышающих 90% с сохранением стабильности во времени. Наряду с этим, отмечена реакция взаимодействия оксидов азота с электроактивированным раствором, приводящая к уменьшению их концентраций в газе.

Касаясь так называемых мокрых газоочисток отметим также следующее. Из –за доступности воды или её растворов, как основного средства, используемого для очистки газов не только от пыли, но и от газообразных вредностей, эти методы будут использоваться и в будущем. Причём далеко не всегда их использование связано с необходимостью применения сложных циклов обезвоживания уловленной пыли. Как показали выполненные нами и другими исследователями разработки, в том числе в производственных условиях, и после мокрых газоочисток пыль может получаться в сухом и подготовленном для дальнейшей переработке виде. Для обезвоживания шламов используются распылительные сушилки. Достаточным оказывается даже низкопотенциального тепла газов, имеющих температуру до 300..350°C. Метод приемлем как для очистки колошникового газа доменных печей, так и для сталеплавильного

производства. При реализации метода из систем обезвоживания шламов исключается самый сложный элемент – фильтр-пресс либо вакуумный фильтр. При обезвоживании жидкость в достаточно простом устройстве, например, типа радиального отстойника разделяется на 2 потока:

- большая часть жидкости с концентрацией взвеси, составляющей около 150 мг/л; эта жидкость вновь подаётся на газоочистные аппараты;
- меньшая часть жидкости с концентрацией взвеси до 300..600г/л; эта жидкость при удельном расходе $0,07..0,13 \text{дм}^3/\text{м}^3(\text{н})$ направляется в распылительную сушилку.

Температура газа в сушилке при промышленных испытаниях снижалась до 120..130°C.

Несколько слов об электроочистке газов. Перспективы у этого метода, без сомнения, есть, и значительные. Но не в широко используемом в настоящее время варианте. Сегодняшние электрофильтры из-за низкой скорости дрейфа частиц пыли в них (приблизительно 1см/с) весьма громоздки и дороги.

Можно использовать иной вариант электрообработки. Если зарядить частицы пыли, а для этого практически достаточно 0,1с, и затем фильтровать газовый поток через материал, заряженный тем же знаком заряда, что и пыль, представляется возможным значительно сократить габариты аппаратов. Удастся фильтровать газ, т.е. выделять из него пыль, при в несколько раз большей, чем указана выше, скорости движения. Причем для фильтрации могут использоваться не только металлические сетки, но и электропроводящие ткани. Их производство освоено промышленностью. Отметим, что гидравлическое сопротивление слоя осевшей пыли при таком варианте фильтрации существенно (приблизительно на порядок) меньше, чем у современных тканевых фильтров. И это достигается даже при более высокой, чем используется в настоящее время, скорости фильтрации газов. А ведь это энергозатраты. И они не малые у современных тканевых фильтров - до 1...1,5кВт·ч на 1000м^3 очищаемых газов.

Совершенно не применяется вариант очистки газов с использованием стримерного электрического разряда. Это новый вид разряда. При подаче на электроды напряжения, в несколько раз превышающего пробойное и создающего соответствующее электрическое поле, за счет очень кратковременных, так называемых наносекундных импульсов тока удается предупредить образование дугового разряда. Как отмечается в работе Московского энергетического института, в зоне разряда образуются химически активные частицы, которые, взаимодействуя с примесями, окисляют или доокисляют их. Вредные органические примеси в результате окисления «сжигаются», оксиды азота, углерода, серы и другие

доокисляются, превращаясь либо в экологически безопасные (углекислый газ), либо в легко улавливаемые соединения.

Поступила в редакцию 13.05.04

ВОДОРОДНАЯ ЭКОНОМИКА И МИРОВОЙ ОПЫТ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ МЕГАПОЛИСОВ

В.А. Гольцов¹, Т.Н. Везироглу², Л.Ф. Гольцова¹

¹ – Донецкий национальный технический университет

² – Институт чистой энергетики, Университет Майами, Корэл Гэйблс,
Флорида 33124-0622, США

1. Введение. Парниковый эффект и глобальные экологические проблемы

Увеличение содержания CO_2 (а также NO_2 , CH_4 и некоторых других газов) в атмосфере ведет к парниковому эффекту. Это связано с тем, что именно содержание углекислоты в атмосфере в основном определяет долю теплового излучения Земли, уходящего в космос. С увеличением содержания CO_2 в атмосфере эта доля уменьшается и происходит сдвиг динамического равновесия в сторону общего потепления на Земле. Прогнозы неутешительны. Уже общее среднее потепление на 1–2 К, ожидаемое в ближайшие десятилетия, вызовет совершенно катастрофические планетарные последствия.

2. Развитие водородной экономики и перспективы решения экологических проблем

Крупномасштабная концепция экологически чистой водородной энергетики зародилась в середине 70х годов XX века как естественная реакция совестливой части мирового научного сообщества на надвигающуюся экологическую катастрофу. Действительно, при сжигании водорода не дает никаких вредных выбросов, и в том числе не образует CO_2 . Очевидно, что при использовании водорода как энергоносителя, в принципе, автоматически решается планетарная проблема парникового эффекта и региональные экологические проблемы.

В 80-х годах концепция водородной энергетики и экономики была полностью разработана и детализирована, был осуществлен ее наукометрический анализ и разработана ее структура (см. в [1]).

В целом итоги современного мирового развития водородной экономики и перспективы будущей водородной цивилизации [2] впечатляют. По многим направлениям уже началась коммерциализация водородной техники, водородных технологий и водородных энергетических систем (водородные автомобили, топливные элементы, усовершенствованные электролизеры, водород – никелевые батареи и др.). В докладе будут освещены наиболее яркие примеры, а именно коммерциализация водородного автомобиля и решение экологических проблем Калифорнии.

Важно, что финансирование проектов и по водородным автомобилям, и по водородной заправочной инфраструктуре ведется на долевых началах правительствами развитых стран и инвесторами.

Анализируя перспективы водородной экономики в странах СНГ, неизбежно приходишь к выводу, что на данном этапе здесь нужен не столько лидер—отдельная личность, сколько лидеры—мегаполисы, где вхождение в жизнь водородной экономики станет сурово необходимым уже в ближайшем будущем. В России такими регионами могут выступить Московский, Екатеринбургский и Кузбасский мегаполисы, а в Украине – Донбасс.

Действительно, Донбасс является наиболее экологически нагруженным индустриальным мегаполисом Украины и в этом отношении, в известной мере, аналогичен Руру в Германии и Калифорнии в США. В дальней перспективе тяжелая экологическая ситуация Донбасса может (и будет) разрешаться поэтапным переходом к водородной экономике. Анализ показывает, что имеется целый ряд положительных предпосылок, чтобы долгосрочные планы развития Донбасса включали элементы прогноза и проработку вхождения в экономику конкретных направлений постепенного развития водородных технологий и водородных энергетических систем.

3. Заключение

Научно обоснованным путем решения мировых и региональных экологических проблем человечества является исторически длительная, кропотливая, затрагивающая все аспекты существования человека работа по замене используемых ныне углеводородных энергоносителей на водород – единственный экологически абсолютно чистый энергоноситель, при сжигании которого образуется только вода.

Высказана мысль, что для стран СНГ на данном этапе исключительно важно, чтобы индустриальные мегаполисы выступили бы лидерами в движении этих стран и евразийского региона в целом к водородной экономике.

Литература

1. Goltsova L.F., Alimova R.F., Garkusheva V.A., Goltsov V.A. Scientometric studies of the problem of “Hydrogen energy and technology” in the world // Int. J. Hydrogen Energy.–1990.–Vol. 15, No. 9.–P. 655–661.

2. Goltsov V.A., Veziroglu T.N. From hydrogen economy to hydrogen civilization //Intern. J. Hydrogen Energy.–2001.–Vol. 26.–P. 909–915.

Поступила в редакцию 13.05.04

ОАО АВДЕЕВСКИЙ КОКСОХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД - ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Г.А. Власов, С.И. Кауфман
ОАО «Авдеевский коксохимический завод»

Проанализирована экологическая ситуация на заводе. Дана оценка основным критериям экологической безопасности предприятия. Раскрыты проблемы и даны пути решения вопросов по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Определены направления по улучшению очистки сточных вод и оптимизации работы в сфере обращения с отходами производства.

Авдеевский коксохимический завод является самым крупным в Европе, выпускающим широкий ассортимент высококачественной продукции мирового уровня. Среди украинских предприятий это самое молодое коксохимическое производство.

Его территория - площадью 340 га, имеет 84 км внутривоздушных железнодорожных путей, а также более 15 км внешних и 30 км внутренних автомобильных дорог. Предприятие включает в себя 13 основных и более 30 вспомогательных цехов и обслуживающих структурных подразделений; производит более 30 видов товарной продукции, что в стоимостном выражении составляет более 25% всей продукции, производимой коксохимиками Украины. Наш завод предоставляет социальные гарантии 7300 работниками.

Имея такой производственный капитал, мы осознаем ту огромную степень влияния на окружающую среду нашим предприятием: ежегодно - более 30 тыс. тонн выбросов вредных веществ в атмосферу; более 2,5 млн. м³ сточных вод; 12 тыс. тонн загрязняющих веществ со сточными водами; более 1,5 млн. тонн отходов производства. Предприятием перечисляется около 1,5 млн. гривень сборов за загрязнение окружающей среды.

В общем виде можно обозначить три основных критерия, в направлении которых формируется экологическая безопасность нашего производства:

- снижение выбросов вредных веществ в атмосферу до уровня нормативно допустимых;
- исключение сброса загрязненных стоков;
- ликвидация или полная утилизация вредных отходов производства.

Несомненно, одной из наиболее сложных задач представляется проблема снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Единственный путь сокращения вредного воздействия коксохимии на окружающую среду – это техническое перевооружение предприятия, осуществление крупномасштабных программ строительства объектов природоохранного назначения, внедрение современных, экологически безопасных технологических процессов.

Характерной особенностью Авдеевского завода с момента его пуска и по настоящее время всегда являлось то, что в основу всех проектных решений закладывались последние достижения науки и техники. За последнее десятилетие работниками нашего предприятия подано 26 заявок на изобретение и свыше 3 тыс. рационализаторских предложений, получен 21 патент; в производство внедрены 15 изобретений. Несомненно, все изобретения в той или иной степени связаны с охраной окружающей среды. Так, самые крупные:

- работы связанные с увеличением выхода и улучшением качества получаемого доменного кокса благодаря равномерности обогрева печи в зоне крайних отопительных каналов, позволили снизить пылегазовые выбросы при выдаче раскаленного кокса;
- использование блочной футеровки дверей коксовых печей позволяет увеличить срок службы и уменьшить «газование» дверей. В этой конструкции дверей обеспечиваются постоянная передача нагрузок на уплотняющую рамку и требуемая газоплотность

За последние 5 лет после реконструкции и модернизации введены в эксплуатацию коксовые батареи №1 и 2. В настоящее время ведется перекладка коксовой батареи №3. Отличительная особенность этих батарей - применение на двересъемных машинах устройств для подавления выбросов пыли и газа, благодаря чему количество выбросов во время выдачи кокса сокращается наполовину. Тушильная башня для предотвращения выбросов в атмосферу оборудована усовершенствованными каплеотбойниками; эффективность улавливания пыли – 30 %. Чтобы исключить «газование» на верху батареи, применены гидроуплотнения крышек стояков и раструбов.

Усовершенствованы кладка и отопительная система батарей, что позволило на 90% сократить «газование» дверей, увеличить срок службы футеровки. Применение улучшенной системы армирования с более равномерным распределением и увеличением нагрузок на кладку обогревательных простенков способствует не только повышению прочности, но и уменьшению перетоков сырого газа из камер коксования в обогревательные простенки, что снижает выбросы из дымовых труб. Применение установок сухого тушения кокса, также позволяет существенно уменьшить выбросы.

Наш завод продолжает сотрудничество с зарубежными фирмами с целью приобретения современного оборудования.

В декабре 2002 года в цехах сероочистки были пущены в эксплуатацию установки очистки коксового газа от сернистых компонентов по технологии датской фирмы «Haldor Topsoe A/S». В результате уменьшатся выбросы в атмосферу диоксида серы на 1700 тонн/год и «тумана» серной кислоты – на 30 тонн/год; увеличилось производство серной кислоты улучшенного качества, снизилось потребление электроэнергии на полмиллиона кВт/ч в год; сократились затраты на ремонт оборудования.

В настоящее время в соответствии с «Программой реконструкции и технического перевооружения на период до 2010 года» на Авдеевском коксохимическом заводе реализуется экологический проект «Реконструкция цехов сероочистки с очисткой коксового газа от сероводорода до $0,5 \text{ г/м}^3$ ». Завершен первый этап реконструкции-модернизация отделений мокрого катализа с заменой контактной массы в контактных аппаратах цехов. Выполненные в полном объеме работы позволят снизить выбросы сернистого ангидрида на 8,5 тыс. тонн/год, уменьшить размер сбора за загрязнение окружающей среды на 840 тыс. грн. тонн/год, увеличить производительность серной кислоты в 1,2 раза.

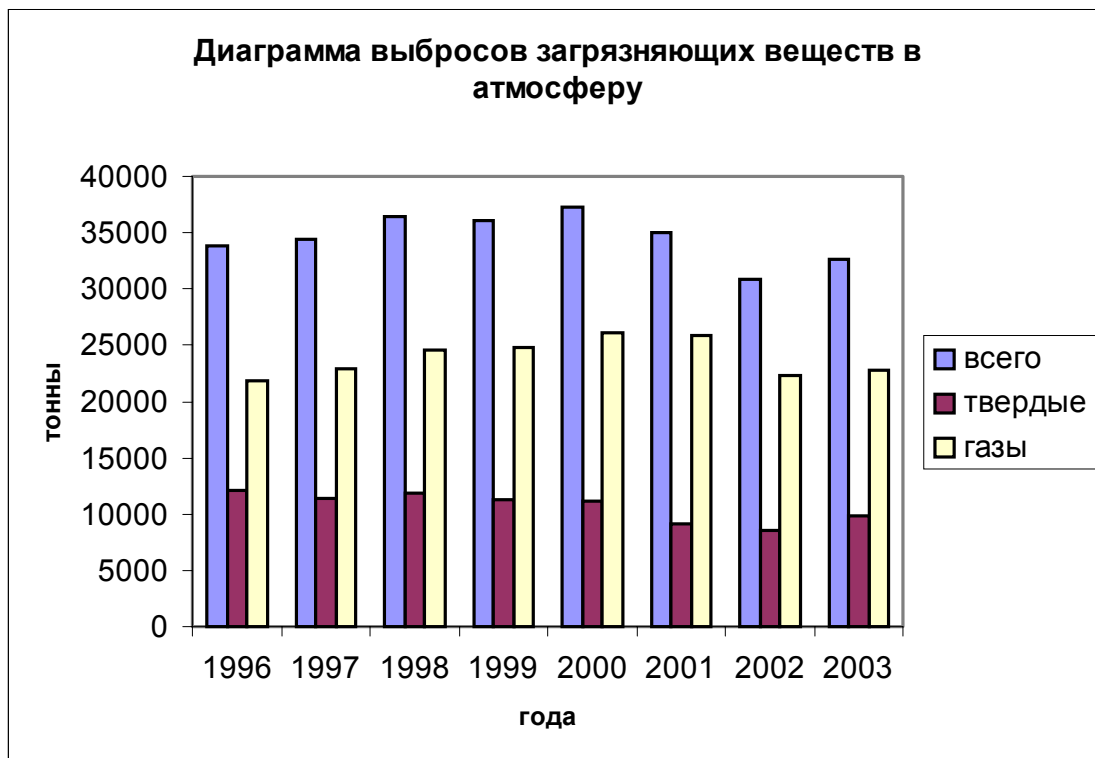
Необходимо охарактеризовать и другую работу – реконструкция систем конечного охлаждения газа в цехе сероочистки № 2 с переходом на закрытый цикл. Существующая схема предусматривает охлаждение коксового газа при непосредственном контакте с водой. В результате вода поглощает токсичные вещества до насыщения, которые потом отдуваются на градильнях открытым циклом, что приводит к загрязнению окружающего воздуха дурнопахнущим и вредными веществами, такими как, нафталин, цианистый водород, аммиак, бензол. Осветление цикла производится путем сбрасывания $35 \text{ м}^3/\text{час}$ насыщенной вредными веществами воды на биохимию, что, также, приводит к дополнительному загрязнению окружающего воздуха. Закрытие открытого цикла конечного охлаждения газа позволит сократить выбросы в год: нафталина на 450 т., цианидов - на 57 т., аммиака – на 64 т., бензола – на 61 т..

Третью часть всех выбросов производства составляют выбросы пыли, поэтому этой проблеме мы уделяем большое внимание. В коксовом цехе № 4 впервые в коксохимии введен в эксплуатацию опытно-промышленный малогабаритный плоскорукавный фильтр, обеспечивающий высокую степень очистки воздуха от пыли.

Изменение стратегии в сторону оздоровления среды обитания и проводимый комплекс природоохранных мероприятий по двум основным технологиям: производство кокса и переработка химических продуктов коксования обозначили первые результаты. С 1998 года удастся добиться определенной стабильности в выбросах загрязняющих веществ в

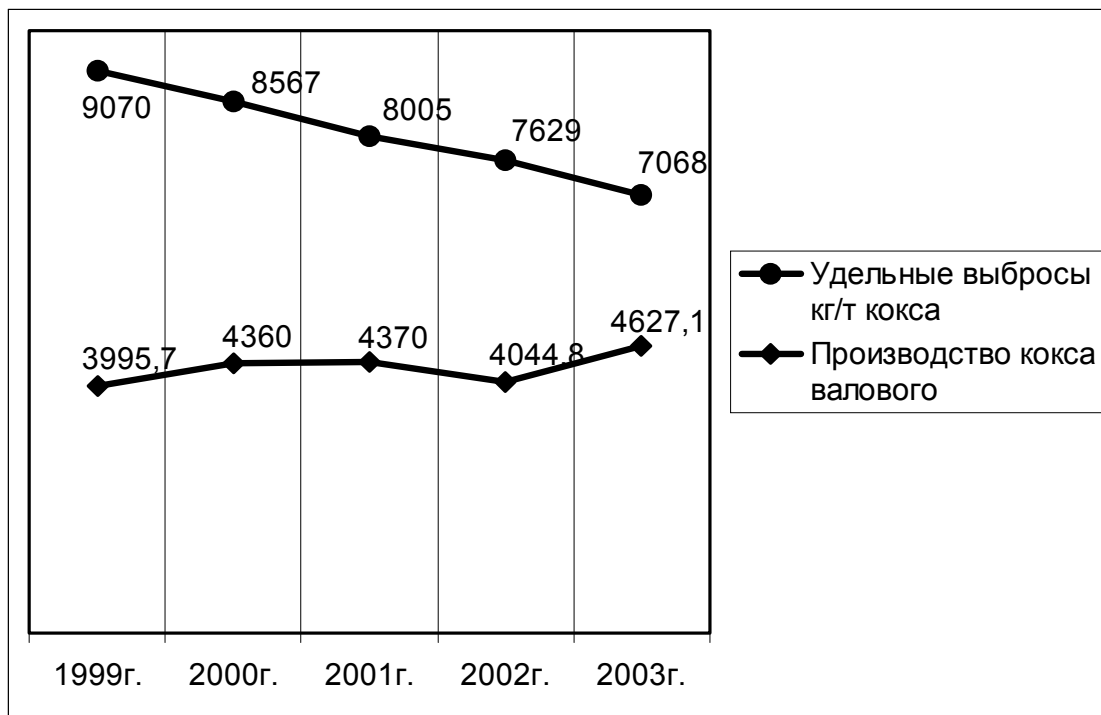
атмосферу, а с 2000 года устанавливается четкая тенденция к снижению объемов выбрасываемых загрязняющих веществ (диаграмма 1).

Диаграмма 1



Если выбросы вредных веществ в атмосферу связать с уровнем производства основной продукции нашего завода – коксом валовым, то с 1999 годом определяется закономерность обозначенная на диаграмме 2.

Диаграмма 2



Для повышения качества очистки сточных вод на внеплощадочных очистных сооружениях введена в эксплуатацию установка механической очистки воды, построен аэрируемый выпуск очищенных вод в пруд-накопитель. Это позволило повысить степень очистки на 25%. В последние годы на заводе сократилось потребление свежей технической воды благодаря использованию очищенных сточных вод для пополнения оборотного водоснабжения предприятия.

Большое внимание у нас уделяют утилизации отходов производства. Всего на заводе 46 видов отходов, из них: 8 видов – *технологические* (порода, хвосты флотации, отработанный раствор сероочисток, смола БХУ, кубовый остаток фталевого ангидрида, отработанная щелочь, кислая смолка); 38 видов – *нетехнологические* отходы (бытовые отходы, строительные отходы, резинотехнические отходы, лом огнеупоров, лом кислотоупорного кирпича, шлам известковый, ил очистных сооружений, макулатура, шины, аккумуляторы, отходы древесины, ветошь и т. д.)

В настоящее время найдены технические решения для использования всех отходов химических цехов как вторичного сырья (например, каменноугольные фусы, кубовые остатки производства фталевого ангидрида и моторного топлива, полимеров бензольных отделений) или для производства готовой продукции – дорожного вяжущего, в качестве добавки для цементов и бетонов (это кислые смолки производства сульфата аммония, моторного топлива; смолистые от осветления поглотительного раствора и отработанного поглотительного раствора цехов сероочистки).

В углеподготовительном цехе №1 в сентябре 1998 года введены в эксплуатацию две установки немецкой фирмы «Allied Colloids Manufacturing GmbH» для снижения отходов флотации и обезвоживания концентрата с применением реагентов «Магнафлок». В апреле 2003 года пущена в эксплуатацию установка обогащения крупнозернистых шламов с применением гидросайзеров английской компании «Gramtech Associates Ltd», позволившая стабилизировать и уменьшить нагрузку на флотацию; перерабатывать шлам, увеличив при этом выход концентрата на 1%, что особенно важно, если учесть дефицит коксующегося угля на Украине. В сфере экологической безопасности реконструкция водношламовой схемы обогатительной фабрики позволяет снизить количество отходов флотации, размещенных во внешнем шламонакопителе на 21,5 тыс. тонн/год.

На ближайшую перспективу специалистами завода прорабатывается вопрос о полной ликвидации отходов углеобогащения – хвостов флотации, с последующим сокращением площади существующего золошламонакопителя. В настоящее время по данному вопросу интенсивно ведутся проектные работы, заказано зарубежное оборудование.

В 2003 году закончено строительство полигона твердых бытовых отходов проектной мощностью 273,2 тыс.м³, который позволит обеспечить экологически безопасное складирование бытовых и промышленных отходов предприятия. Всего на строительство полигона израсходовано 5,5 млн. грн.

Что касается нетехнологических отходов, то специалистами завода в настоящее время прорабатываются технические мероприятия по сбору, хранению и передаче этих отходов на утилизацию.

В заключение хочется еще раз подчеркнуть, что на Авдеевском КХЗ каждый этап реконструкции – это этап снижения техногенного воздействия на окружающую среду, сохранения здоровья человека и самого человека.

Поступила в редакцию 13.05.04

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ВЛИЯНИЕ НА НЕЕ УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Е.А.Воробьев, профессор (АДИ ДонНТУ, г.Горловка)

В докладе рассмотрены предприятия угольной промышленности Центрального района Донбасса, их технологические особенности и, связанные с этим, выделения различных вредностей при откачке воды с подземных выработок, устройстве плоских отвалов, выдаче отработанного с шахт воздуха и работе котелен; влияния их на окружающую обстановку и пути решения улучшения экологического состояния региона.

Социально–экономическая стабильность общества во многом определяется уровнем его экологической безопасности. Особенно это важно для Центрального района Донбасса, в котором сложилась кризисная экологическая ситуация. В этом районе расположено 25 угольных шахт, 7 обогатительных фабрик, 27 крупных предприятий химической промышленности, металлургический завод, ртутный комбинат, заводы машиностроения, стройиндустрии.

Воздушный бассейн региона загрязнен двуокисью серы, сероводородом, метаном и пылью, которые выбрасываются шахтами; почвенный покров – ртутью до 40 ПДК – Никитовским ртутным комбинатом, мышьяком с концентрацией до 35–50 ПДК – ПО «Концерн «Стирол» и т.д.

Под породными отвалами занято 660 га продуктивных земель. Общее количество породы в отвалах – около 700 млн. т. Грунтовые воды всей площади региона характеризуются высокой степенью загрязнения (более 10 ПДК) тяжелыми металлами и органическими соединениями.

Площадь загрязнения в подземных водах значительно больше грунтовых за счет миграции подземных вод между всеми действующими шахтами региона (шахтосбояками и водоносными песчаниками).

Основными источниками загрязнения окружающей природной среды горными предприятиями Центрального района Донбасса являются: породные отвалы, котельные, вентиляторы главного проветривания, дегазационные установки, а также сброс шахтных вод в гидрографическую сеть.

Выбрасываемое в атмосферу значительное количество вредных веществ (около 350 тыс. т в год) распространяется в атмосфере под влиянием следующих факторов: переноса воздушными течениями, турбулентного обмена, захвата примесей облаками, вымыванием осадками.

Одним из источников загрязнения атмосферы являются коммунально-бытовые котельные (около 60 штук), которые в основном работают на угле.

Проведенными научными исследованиями установлено, что увеличенные уровни загрязнения неизбежны у источников дымовых газов, особенно шахтных котельных, при отрицательной разности температур воздуха у земной поверхности и на высоте. Отсутствие ветра ухудшает экологию, т.к. концентрация загрязняющих компонентов может быстро превысить предельно допустимую. Над районами шахт образуется и задерживается аэрозольное облако, прижатое к земле, в котором скапливаются выбросы.

Сходимость течений к источнику дымовых газов сопровождается переносом к нему загрязнений с окраины угольного района, поэтому распространение промышленных предприятий на окраинах обостряет проблему снижения уровня загрязнений в зоне котельной.

Подача свежего воздуха в подземные горные выработки осуществляется через воздухоподающие стволы. Отработанный шахтный воздух выводится через вентиляционные стволы с помощью специальных, различного типа, вентиляторных установок. При этом, вместе с поступившим воздухом, на поверхность выдаются частицы пыли и газа, связанных с технологией добычи угля, которые рассеиваются в воздушной среде, ухудшая экологическую обстановку. При этом выбрасывается в течение года: метана – 98 млн. м³; твердых компонентов – 7600 т; сернистого ангидрида – 6500т; окиси углерода – 1600 т; окиси азота – 300 т; углеводородов – 90000 т; прочих – 550 т.

При этом очистка выбрасываемого из шахт воздуха не производится; кроме того, из-за низкого удельного содержания не используется метан в производственных целях.

Однако, проблема использования метана, а, вместе с тем, и улучшение экологической обстановки, может решаться путем применения гидродинамического воздействия на угольный массив. Использование этого метода позволит повысить добычу метана в 10...100 раз как при подземном способе использования, так и при бурении скважин с поверхности. Этот метод защищен 3 открытиями и 17 изобретениями. Он широко использовался на шахтах ЦРД при вскрытии пластов и при отработке их щитовыми агрегатами. На шахте им. Засядько в настоящее время проводятся испытания по использованию метана из пластовых выработок.

В настоящее время частичная очистка выдаваемого шахтного воздуха от пыли производится непосредственно в стволе и в вентиляционном канале за счет естественного орошения частицами воды, проникающей в ствол через крепление. Водоприток в стволах составляет в среднем 5 – 10 м³/час. В стволе пыль оседает в зумфе, в ветканале – на его

днище. Периодическая очистка накопившегося шлама с зумфа и ветканала производится вручную или с применением специальных механизмов.

Значительная доля выбросов загрязняющих веществ приходится на горящие отвалы. На шахтах Центрального района Донбасса располагается более 130 породных отвалов, из которых половина – горящих. Ежегодно к существующим отвалам добавляется более 1 млн. т. Частично порода используется для закладки горных выработок. Из отвалов в атмосферу ежегодно в среднем выделяется до 1300 т газообразных вредных веществ. Работы по тушению и переход на складирование породы в плоские отвалы позволили снизить количество горящих отвалов втрое. Однако, в числе горящих имеются и плоские отвалы, что вызвано нарушением технологии их формирования, отсутствием в ряде случаев изолирующего слоя между ярусами, покрытия боков отвала инертным изолирующим материалом и недостаточно плотной укладкой.

Вместе с породой в отвалы выдается и уголь – 15 и более процентов, что является основной причиной горения отвалов. Основная масса угля, находящаяся в породе, выдаваемой в отвалы, образуется при проведении подготовительных выработок.

Немаловажную роль для улучшения экологической обстановки имеет тушение горящих терриконов и хребтовых отвалов, которые переформируются в плоские отвалы с проиливанием поверхностного слоя пульпой из антипирогенных материалов. За период с 1978 г. по 1997 г. спецуправлениями по тушению, профилактике породных отвалов и рекультивации земель потушено более 60 горящих породных отвалов. До 2007 года планируется потушить оставшиеся породные отвалы.

Важным направлением работ по снижению негативного влияния предприятий угольной промышленности на окружающую среду являются:

- сокращение загрязнения поверхности водоемов сбросом недостаточно очищенных попутно забираемых шахтных вод;
- переход на замкнутые системы водоснабжения технологических процессов;
- расширение использования шахтной воды на собственные технологические нужды с соответствующим сокращением потребления воды питьевого качества;
- улавливание и обезвреживание загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников в атмосферу.

Особенностью горных предприятий является то обстоятельство, что они не только потребляют воду для нужд производства, но и попутно выдают на поверхность значительное количество шахтной воды. Шахтами Центрального района Донбасса выдается на поверхность 59580 тыс. м³ воды в год.

Из общего количества воды только 5400 тыс. м³ используется на производственные нужды – противовыбросные и противопылевые мероприятия.

Выдаваемая на поверхность шахтная вода кроме мелкодисперсной углепородной смеси (взвешенные вещества) загрязнена в значительной степени минеральными солями. Содержание взвешенных веществ в выдаваемой на поверхность воде в среднем 232 мг/л, т.е. в два раза выше нормативного, т.к. мало внимания уделяется предварительной очистке шахтной воды в подземных условиях и своевременной чистке канавок и водосборников околоствольных дворов.

Минерализация шахтных вод по отдельным шахтам и городам изменяется в пределах 2 – 4 г/л, что также выше нормативных. Шахтные воды в большинстве случаев очень жесткие и без умягчения или опреснения не могут широко использоваться для водоснабжения угольных предприятий.

Откачиваемая с шахт вода поступает в шахтные поверхностные водосборники, а если их нет, то напрямую в пруды–осветлители, которые в основном расположены в природных балках. Эффективность прудов–осветлителей составляет 60 – 80%. Содержание взвешенных веществ после пруда составляет 20 – 50 мг/л.

Шахтная вода с прудов–осветлителей сбрасывается в местные реки. В водах большинства водозаборов основных рек в связи с поступлением шахтных вод повышена минерализация до 2 – 3 г/дм³, а в некоторых местах – в десять раз выше.

Большими потребителями шахтных вод являются обогатительные фабрики в технологических процессах мокрого обогащения угля.

Особое внимание заслуживает использование условно чистых вод. Только в Донбассе использование этих вод без затрат на доочистку с целью их использования позволяет ежегодно экономить более 40 млн. м³ питьевой воды, что дает экономический эффект свыше 9,2 млн. грн. в год. Для этих целей могут быть использованы технологии очистки воды с применением тонкослойных отстойников и мембранных установок.

Выходящая из прудов – осветлителей вода, с продолжительностью осветления до 10 суток, содержит: БПК₅ (биологическое потребление кислорода) – 7 – 14 мг/л; нитритов – до 1 мг/л; нитратов – 2 – 10 мг/л; аммонийного азота – 0,1 – 0,6 мг/л; железа – 0,2 – 0,7 мг/л; сухого остатка – до 2000 мг/л; сульфата – до 1000 мг/л; хлоридов – 100 – 200 мг/л; фенолов – до 0,01 мг/л; нефтепродуктов – до 0,5 мг/л; магния – 40 – 80 мг/л; кальция – 70 – 110 мг/л и т.д.

Только в воды рек Донецкой области попало: 23,3 тыс. т взвешенных веществ; 701,8 тыс. т сульфатов; 2,68 тыс. т аммонийного азота; 16,6 тыс. т нитратов; 41 тыс. т нитритов, 82,6 т веществ синтетического происхождения; 282,7 т нефтепродуктов; 3,3 т фенола и более 300 т тяжелых металлов.

Эффективность осветления шахтных вод в горизонтальных отстойниках составляет до 7%. Шахтная вода после протекания по ним имеет прежнюю минерализацию, жесткость, содержание хлоридов,

сульфатов, загрязнителей, содержание взвесей в основном превышает 25 мг/дм³.

Для осветления вод широко используются различные реагенты. В качестве коагулянтов применяются соли железа и аммония, а также их смеси. Осветление сточных вод коагуляцией – это процесс образования при гидролизе коагулянтов нерастворимых гидроокислов железа или аммония, к развитой поверхности которых прилипают высокодисперсные частицы взвешенных веществ.

Интенсификация очистки сточных вод достигается при обработке их магнитным полем.

Хлорирование применяют в основном для обеззараживания воды от патогенных бактерий и вирусов. В шахтных условиях для хлорирования воды используется аппарат Вечерского НВ-2, который не безопасен в производстве. Целесообразным методом обеззараживания воды является применение электролизного метода получения хлора из соли.

Шахтные воды после соответствующей подготовки могут быть использованы для производственных нужд, если они безвредны для здоровья обслуживающего персонала, не обладают отрицательными органолептическими свойствами, не имеют коррозионных свойств, не вызывают биообрастаний и солевых отложений, не создают аварийных ситуаций и не снижают технико-экономические показатели производственной деятельности, не дестабилизируют окружающую природную среду.

Негативное влияние на окружающую природную среду региона будет оказывать ликвидация шахт также из-за вытеснения газа метана на поверхность водой из затопливаемых горных выработок и выработанного пространства, концентрация которого может достигать взрывоопасной.

Кроме того, негативным последствием затопления горных выработок шахт скажется на повышение уровня грунтовых вод и значительную осадку земной поверхности.

Учитывая критическую экономическую обстановку в Центральном районе Донбасса, по каждой закрываемой или ликвидируемой шахте предварительно должны разрабатываться меры. К ним относятся:

1. Порядок ликвидации или закрытия шахт должен определяться после разработки целевого технико-экономического обоснования всего региона.

2. В проектах закрытия или ликвидации шахт необходимо предусмотреть закладку породой из терриконов горизонтальных и вертикальных горных выработок с целью уменьшения деформации земной поверхности и снижения выделений на дневную поверхность газа метана, а также смеси азота и углекислого газа.

Экономическое стимулирование рационального природопользования должно носить комплексный характер и охватывать все источники и виды природных ресурсов.

Затраты на природоохранные работы по угольным предприятиям ЦРД составили в 2002 году около 2200 тыс. грн., в т.ч:

- на складирование (профилактика против самовозгорания породы) ~ 700 тыс. грн.;
- на тушение ~ 30 тыс. грн.;
- на очистку шахтных вод ~ 500 тыс. грн.;
- на обеспечение технического контроля за состоянием воды и воздуха ~ 120 тыс. грн.

и т.д. Кроме того, производятся платежи в бюджет в пределах лимитов на сбросы, выбросы, размещение отходов, платежи сверх лимитов и платежи за природные ресурсы.

Успешное решение задач в области охраны природы возможны лишь при соблюдении следующих основных принципов:

1. Природоохранные мероприятия, осуществляемые предприятием, должны полностью компенсировать отрицательное воздействие производства на окружающую среду.

2. За пользование природными ресурсами, как частью национального достояния, предприятие обязано вносить установленные платежи и выполнять природоохранные мероприятия за счет собственных средств и кредитов.

3. Предприятие должно возмещать ущерб, причиненный загрязнением окружающей среды и нерациональным использованием природных ресурсов, нести материальную ответственность за несоблюдение законодательства об охране природы.

Разработка и реализация комплексных планов охраны окружающей среды и повышение эффективности использования природных ресурсов для каждого предприятия должны стать важной государственной задачей, определяющей технически возможный, экономически целесообразный и экономически необходимый вариант хозяйственной деятельности в данных условиях.

Литература

1. В.М.Холод, К.К.Софийский, Э.И.Мучнин, Е.Г.Барадудин Перспективы развития подземной газификации угля в Украине / ИГТМАНУ.– Геотехническая механика.– 1998.– № 5.
2. В.В.Пак, В.Б.Гого, С.В. Львов Моделирование процессов, происходящих в атмосфере угольного региона.– Уголь Украины.– 1998.– № 5.
3. П.Ч. Пономаренко, П.М.Моссур, Н.Н.Пинчук, Е.А.Яковлев Экономика и охрана водных ресурсов Украины.– Днепропетровск. Наука и образование.– 1997 г.
4. А.Г. Заболотный, Н.А.Конопенко, Е.В.Григорюк. Охрана природы в угольной промышленности Украины.– Уголь Украины.– 1997.– № 8.

Поступила в редакцию 13.05.04

ЗНАЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПРОЦЕССА ОКАЗАНИЯ АВИАТРАНСПОРТНОЙ УСЛУГИ ВО ВСЕМ ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ ДЛЯ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ МЕГАПОЛИСОВ

А.М. Матягина

Московский государственный технический университет гражданской
авиации
г. Москва, Россия

*Рассматриваются подходы к методике экологической оценки
авиатранспортной услуги*

Период спада в экономике и на транспорте в Российской Федерации завершился. Гражданская авиация – отрасль стратегически важная для нашей страны по нескольким причинам. Одна из них заключается в том, что Россия обладает огромной территорией, 60 % которой составляют отдаленные регионы. В этих краях разумнее и выгоднее содержать хорошо обустроенные аэропорты, чем затрачивать огромные средства на прокладку и последующую эксплуатацию наземных коммуникаций. При этом мегаполисов без аэропорта (даже без нескольких аэропортов) не существует.

Возврата к прежним методам хозяйствования в России очевидно не предвидится. Мир за эти десятки лет уже изменился. Общеизвестно, что наша планета продолжит свое существование “с человеком на борту”, только если Общество сможет, преодолев все разногласия и трудности, перейти к устойчивому развитию.

Осознание глобальных проблем современного мира потребовало мобилизации всех возможностей Человека по использованию полученных наукой данных и по дальнейшему развитию исследований в соответствующих направлениях. Появление идеи перехода к устойчивому развитию – объективное требование времени для всех стран и для России в частности.

Концепция устойчивого развития была предложена на рубеже 1980-1990-х гг. в ходе подготовке к Международной конференции “По окружающей среде и развитию” в Рио-де-Жанейро (1992 г.). Устойчивое развитие – это, в самой общей формулировке, развитие, которое удовлетворяет нуждам существующих поколений, не лишая будущие поколения возможности удовлетворять их собственные нужды.

При обсуждении Транспортной стратегии РФ отмечалось следующее:

- “Транспортная политика России должна поэтапно интегрировать базовые принципы “устойчивого развития”, согласно которым решение задач удовлетворения транспортных потребностей не вступать в

противоречие с приоритетами охраны окружающей среды и здоровья граждан, не нарушает интересов будущих поколений”;

- задачи применения экономически эффективных, безопасных и экологически ориентированных технологий рассматриваются в едином комплексе..., причём все указанные приоритеты являются равноценными.

Переход к устойчивому развитию требует пересмотра методов оценки воздействия деятельности человека на биосферу.

Анализ таких фундаментальных руководящих документов как:

- Федеральный закон “Об охране ОС” (2002 г.);
- Экологическая доктрина РФ (2002 г.)
- Концепция национальной безопасности РФ (2000 г.)

показал, что существует законодательно закреплённая необходимость в разработке отечественных методик экологической оценки товаров и услуг с учетом их полного жизненного цикла, в том числе методики экологической оценки авиатранспортной работы.

Развитие воздушного транспорта происходит при непереносимом развитии и совершенствовании многосторонних взаимных связей с окружающей средой по следующим основным направлениям:

- потребление природных ресурсов;
- потребление энергии;
- загрязнение окружающей среды;
- социальные последствия.

В сложившейся ситуации большое значение приобретает проблема уменьшения негативного воздействия авиации на окружающую среду, проявляющегося, в частности, в изменении климата и разрушении озонового слоя планеты, признанных мировым сообществом главными экологическими проблемами современности. Совершенно очевидно, что впредь экологические требования, ограничивающие деятельность гражданской авиации (ГА), как и всей мировой экономики, будут только возрастать.

Широко распространено мнение, что проблемы авиации это лишь чрезмерный шум и повышенная эмиссия двигателей, которые на фоне воздействия всех отраслей экономики страны составляют несущественную часть. Рассматривая проблему подробнее можно видеть, что авиация оказывает более разнообразное негативное воздействие на биосферу, которое в экологии традиционно разделяется на:

- химическое (от стационарных и передвижных источников);
- физическое (шум, СВЧ-излучения, радиация, тепловое излучение);
- биологическое.

Однако официальные данные свидетельствуют, что все валовые (ежегодные) выбросы передвижными транспортными источниками сопоставимы с выбросами всех загрязняющих веществ от всех

стационарных источников в стране (примерно 15 и 19 млн. т/год, соответственно).

При этом в транспортном комплексе страны основные проблемы создаются автомобилями. Данные по выбросам CO₂ (основной парниковый газ) свидетельствуют, что вклад авиации равен сумме вклада железнодорожного, речного и морского вида транспорта и, с другой стороны, составляет около половины от выбросов всех легковых автомобилей.

Эти и прочие данные о сбросах в гидросферу, а также об образовании твердых отходов подтверждают, что вклад авиации в мировые экологические проблемы достаточно ощутим, тем более, что ничто кроме авиации не осуществляет выбросы на высотах 9-12 км, то есть в непосредственной близости от озонового слоя Земли (15 – 40 км).

Кроме того, непосредственные выбросы, сбросы и отходы это совсем не всё воздействие.

Для перехода к устойчивому развитию признано необходимым пересмотреть подходы к оценке воздействия на ОС любого необходимого обществу товара (как изделия, так и услуги), причем необходим учёт всех видов воздействия на протяжении всего цикла существования продукции, т.е. в полном "жизненном цикле" продукции. Поэтому в Экологической доктрине Российской Федерации среди основных задач сформулирована задача "введения ответственности производителя за произведенный продукт в течение всего цикла его существования от получения сырья и производства до утилизации".

Сегодня в нашей стране действует четыре стандарта, посвященных полному жизненному циклу изделий (ГОСТы Р ИСО 14 040 ... 14 043). В этих стандартах общий термин "продукция" используется как эквивалент термина "услуга", что позволило нам распространить соответствующие требования на сферу оказания авиатранспортных услуг – область деятельности ГА.

Современный экологический анализ преимуществ или недостатков какого-либо научного, технического или организационного решения, направленного на обеспечение перехода к устойчивому развитию воздушного транспорта, может быть выполнен только на базе интегральной оценки воздействия на биосферу во всём жизненном цикле авиатранспортной работы (услуги).

Литература

1. Об охране окружающей среды. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ // Российская газета № 6 (2874) 12 января 2002 г.

2. Распоряжение Правительства Российской Федерации № 1225-р от 31.08.2002 г. "Экологическая доктрина Российской Федерации" // Журнал:

“Экология для предприятий”: Охрана труда и социальное страхование № 11, - 2002, - с. 2-11.

3. Указ Президента РФ № 440 от 01.04.1996 г. “Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию”.

4. Указ Президента РФ № 1300 от 17.12.1997 г. “Концепция национальной безопасности” (в редакции Утвержденной Указом Президента РФ от 10.01.2000 № 24) //Собрание законодательства РФ – 2000. - № 2. С. 691 – 704.

5. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология. Учебник для вузов. –2-е изд. – М.: Дрофа, 2003. – 624 с.

Поступила в редакцию 13.05.04

ВОПРОСЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ-МЕХАНИКОВ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Г.А.Власов, А.А.Топоров, И.В.Черкашин
Донецкий национальный технический университет

Рассмотрены вопросы компьютерной подготовки инженеров-механиков химических производств с учетом специфики отрасли, а также разработана концепция цикла компьютерно ориентированных дисциплин.

В настоящее время все больше дисциплин, преподаваемых в ВУЗах требует использования вычислительной техники и соответствующего программного обеспечения. Это связано с тем, что для решения инженерных задач необходимо большое количество вычислений, которые возможно выполнить только с применением современной вычислительной техники. Теоретическое развитие численных методов расчетов привело к их практической реализации в виде программных комплексов, позволяющих решать различные инженерные задачи. Значительные успехи достигнуты в области систем автоматизированного проектирования (САПР) – практически все современные технические объекты разработаны с использованием CAD/CAE/CAM систем. В соответствии с современными требованиями к подготовке студентов технических специальностей дисциплин, связанных с использованием программных комплексов, становится все больше, и они требуют особого методического подхода, как в лекционной части, так и части практических занятий по ряду причин и особенностей.

Представленные ниже особенности преподавания дисциплин, связанных с освоением компьютерных программ сформулированы на основе опыта внедрения САПР КОМПАС-3D в учебный процесс подготовки инженеров-механиков (специальность “Оборудование химических производств и предприятий стройматериалов”) и инженеров–технологов (специальность “Химическая технология высокомолекулярных соединений”) кафедры МАХП факультета экологии и химической технологии Донецкого национального технического университета.

- Для студентов компьютер и программное обеспечение являются средством труда – инструментом, который предоставляет больше возможностей и удобней, чем набор традиционных инструментов инженера. Поэтому при знакомстве с соответствующей программой необходимо подчеркнуть ее достоинства, преимущества как инструмента.

- Так как пользователи имеют различную скорость мышления и уровень подготовки, то целесообразно провести их разделение на подгруппы по уровню начальных знаний операционной системы и умению работать с ЭВМ. Это позволяет работать с подгруппой в нужном темпе и обеспечить равномерную загруженность пользователей.
- В каждой группе находится один или несколько пользователей, уровень которых значительно выше остальных. Такие пользователи самостоятельно быстрее осваивают материал и высвободившееся время, как правило, используют нерационально, отвлекая остальных. Следует выделить таких пользователей, выдавать им индивидуальные задания повышенной сложности и при успешном их выполнении выставлять оценки досрочно. Это позволит направить их потенциал в конструктивное русло и сделать их потенциальными помощниками в обучении остальных.
- Так как в большинстве случаев поставленную задачу можно решить различными способами, необходимо показать общее направление решения задачи, а выбор пути решения предоставить пользователю. Такой подход позволяет сделать процесс работы интерактивным и творческим, когда пользователь не, сколько решает задачу, сколько управляет ее решением.
- Использование компьютера позволяет исключить рутинные, утомительные операции и освободить время для творчества и осмысления, как процесса работы, так и полученных результатов. Поэтому необходимо показать, насколько увеличивается скорость решения задачи, а в некоторых случаях ее решение без применения ЭВМ просто невозможно (в частности, это относится к численным методам).
- Высокий уровень визуализации всего процесса решения задачи от ввода исходных данных до интерпретации получаемых результатов делает работу менее утомительной и более интересной.
- Возможность быстрого исправления ошибок принципиально меняет стиль работы – можно быстро и эффективно создать базовый вариант решения, а затем его улучшать и наращивать; проработать несколько вариантов решения и выбрать наилучший; использовать уже имеющиеся наработки и т.п.
- Мощная справочная система предоставляет пользователю возможность получать самостоятельно подавляющую часть нужной информации.
- Современные системы позволяют использовать результаты работы в нескольких смежных областях. Например, созданные с применением САПР твердотельные (3D) модели можно использовать для создания чертежей, текстово-графических документов (отчеты и пояснительные

записки), для прочностных и тепловых расчетов, при моделировании работы устройства, для создания программ для станков с ЧПУ.

Так как в современных программных комплексах имеется справочная система, в лекционной части больше уделяется внимания изложению принципов и подходов, на которых построена рассматриваемая система, основных терминов и понятий, рассматриваются этапы решения задачи; приемы эффективной работы; возможности и пути оптимизации, как процесса решения, так и результатов; принципы взаимодействия с другими компьютерными программными комплексами; направления использования результатов работы; история создания, перспективы и направления развития системы.

Практические занятия проводятся в два этапа - на первом этапе происходит изучение основ работы с программой, при этом необходимо дать количество информации, достаточное для выполнения простейших, но реальных задач; на втором этапе - пользователи приступают к выполнению конкретных заданий, на каждом занятии по мере их усложнения дается по частям новая информация.

Выбор формы контроля знаний также имеет немаловажное значение, так как способ обучения имеет перечисленные выше особенности и способы представления знаний. Целесообразно применять для проверки уровня теоретических и практических знаний студентов комбинацию нескольких типов контроля по рейтинговой (бальной) системе.

Контрольные задания – проводятся для проверки текущих практических навыков, на втором этапе практических занятий, после решения нескольких типовых задач предлагается решение контрольного задания из набора различной сложности.

Срез знаний – проводятся для проверки текущего уровня теоретических знаний периодически по мере изложения блоков теоретического материала. Предлагается комплекс вопросов различного уровня сложности, каждый из которых имеет вес в баллах.

Курсовое задание – большое по объему и сложности практическое задание, которое должно быть выполнено к окончанию изучения курса. Для выполнения этого задания необходим достаточно высокий уровень практических навыков работы с системой.

Экзамен – итоговая проверка теоретических знаний по курсу.

Количество проверок, вес каждой проверки в баллах, соотношение уровня баллов за каждый вид проверки и т.д. выбирается в зависимости от количества часов, выделяемых учебной программой на изучение предмета.

Опыт показал необходимость создания отдельного цикла компьютерно-ориентированных дисциплин при соответствующем техническом обеспечении. Целесообразным представляется выделить в этом цикле тематические модули, объем, содержание и

последовательность изложения которых определяются в каждом конкретном случае, причем в одной дисциплине может быть несколько модулей. Выбор конкретных программ при изучении модулей также осуществляется индивидуально в зависимости от текущего состояния в области программного обеспечения. Особенностью таких дисциплин является быстрое изменение, как аппаратного, так и программного обеспечения – поколения компьютеров сменяются раз в 2-3 года, новые версии программ появляются – раз в 1-2 года, что требует постоянного изменения в рабочих программах.

Для инженера современный компьютер является, прежде всего, инструментом, поэтому в первом модуле необходимо знакомство с аппаратной частью и изучение основ работы с наиболее распространенной операционной системой. Пользователь должен научиться работать с файловой системой, устанавливать и деинсталлировать программы, выполнять минимальный уровень настройки и обслуживания системы, работать с сервисными программами и утилитами, поставляемыми с операционной системой. **Цель первого модуля – обучение работы с операционной системой.**

Во втором модуле цикла необходимо изучение работы с редакторами, позволяющими создавать документы достаточно высокого уровня сложности, которые кроме отформатированного текста содержат таблицы, рисунки, формулы, растровую и векторную графику и т.д. Работа с такой системой предполагает более широкий круг знаний и умений – основы работы с растровой графикой, запись и воспроизведение макрокоманд, работа с гиперссылками, встраивание и связывание объектов и т.п. **Цель второго модуля – обучение работы со сложными текстовыми документами.**

Третий модуль предполагает изучение работы в локальных и глобальных сетях, основы протокола *TCP/IP*. Работа в локальных сетях подразумевает подключение и использование сетевых дисков и принтеров, поиск файлов в локальной сети, предоставление ресурсов своего компьютера в общее пользование. Работа с глобальными сетями – знакомство с *Internet*, подключение, протоколы *HTTP*, *FTP*, браузеры, передача файлов, работа с электронной почтой, а также основы создания и размещения *Web*-страниц. **Цель третьего модуля – обучение работе в сетях и в составе группы разработчиков.**

Четвертый модуль посвящен работе с электронными таблицами как инструментом автоматизации вычислений по аналитическим формулам с анализом полученных результатов и их представлении в графическом виде. **Цель четвертого модуля – обучение технике выполнения несложных расчетов.**

Основной задачей пятого модуля является знакомство с алгоритмическим подходом при решении задач и его отличием от

аналитического, изучение конкретного алгоритмического языка программирования и системы программирования. **Цель пятого модуля – выработка алгоритмического мышления.**

Шестой модуль, посвящен основам систем автоматизированного проектирования (САПР). Здесь необходимо изучение векторной графики, форматов хранения графической информации, принципов создания чертежно-конструкторской документации, работа с библиотеками типовых элементов и т.п. Особое внимание следует уделить 3D-моделированию, как наиболее перспективному направлению САПР. **Цель шестого модуля – обучение черчению и твердотельному моделированию.**

Содержание последующих модулей определяется в зависимости от специальности и включает специализированные расчетные комплексы, наиболее распространенные в конкретной отрасли.

Например для инженеров-механиков седьмой модуль цикла может быть продолжением изучения САПР и посвящен инженерному анализу при помощи систем конечно-элементных тепловых и гидромеханических расчетов, исследованию напряженно-деформированного состояния конструкций. Такие системы в настоящее время обладают высоким качеством как в расчетной части, так и в части интерфейса и позволяют осваивать их в приемлемые сроки. **Цель седьмого модуля – специализированные, профессиональные расчеты.**

Такая организация цикла компьютерно-ориентированных дисциплин позволит обучить будущих специалистов созданию комплектов конструкторской документации; работе над одним проектом в составе комплексных групп; разработке полного цикла современного проектирования - от технического задания до программ для станков с ЧПУ.

В качестве базовой САПР на кафедре “Машины и аппараты химических производств” Донецкого национального технического университета выбран программный комплекс КОМПАС-3D российской компании АСКОН. Эта система относится к так называемому “легкому” классу, хотя по уровню решаемых задач - это мощный инструмент для создания конструкторской документации и 3D моделей и сборок. Основными достоинствами этой системы при изучении в ВУЗе является: соответствие современному мировому уровню, поставка для ВУЗов профессиональной версии с документацией по специальным ценам; наличие облегченной бесплатной версии, для домашнего использования студентами; простой и легкий в освоении русскоязычный интерфейс; поддержка и сопровождение системы, включая консультации специалистов и Internet – поддержку. Среди этих достоинств можно выделить легкость в освоении – студенты-механики старших курсов осваивают систему плоского черчения в кратчайшие сроки - за 10-12 лекционных и практических занятий.

Таким образом, введение в учебный процесс ВУЗов предметов, связанных с освоением компьютерных программ, в первую очередь САПР, позволяет готовить специалистов современного уровня владеющих вычислительной техникой, которые смогут решать различные сложные технические задачи, которые ставит производство, при условии необходимого технического обеспечения. Важным методическим подходом является применение четкого разделения процесса подготовки на ряд модулей и их практическое освоение и контроль каждого модуля.

Поступила в редакцию 13.05.04

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРОЙ КАФЕДР ПРОМЫШЛЕННОЙ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ

А.В.КАТАЛЫМОВ, А.С.ТИМОНИН
Московский государственный университет
инженерной экологии

В статье обсуждаются проблемы обеспечения кафедр «Промышленной и инженерной экологии» специальной литературой, которая давала бы широкий аспект сведений по разработке современной технике и технологий защиты биосферы от вредного влияния техногенных и антропогенных факторов.

За последние 10-15 лет в большинстве российских технических университетов началась подготовка специалистов в области промышленной экологии. Выпускники кафедр «Промышленной и инженерной экологии» должны обладать комплексом знаний, необходимых для решения задач защиты биосферы от техногенных факторов независимо от конкретной отрасли или производства. Однако, как показывает практика, подготовка носит явный отраслевой характер. Это, очевидно, обусловлено традициями вузов, а также недостатком специальной учебной литературы, которая носила бы межотраслевой характер.

В МГУИЭ сделана попытка выпуска учебной литературы для кафедры «Промышленная экология» в виде справочных пособий. В частности, «Инженерно-экологический справочник» включает основные технологические решения по очистке газовых выбросов и сточных вод, переработке и утилизации промышленных и бытовых твердых отходов в таких отраслях как химическая, нефтехимическая, нефтеперерабатывающая, теплоэнергетика, черная и цветная металлургия, горно-металлургическая и горнодобывающая промышленность, легкая и пищевая индустрия, лесотехническая, лесохимическая и целлюлозно-бумажная промышленность, агропромышленный комплекс, городское коммунальное хозяйство и ряд других отраслей.

Справочник «Основы конструирования химико-технологического и природоохранного оборудования» содержит все основные сведения о конструкционных материалах, их характеристиках и сортаменте, элементной базе основных конструкций машин и аппаратов, методики прочностных расчетов данных элементов, технические характеристики основного типового технологического и природоохранного оборудования, промышленной трубопроводной арматуры, насосов, вентиляторов, газо- и

воздуходувок. Данный справочник широко используется при разработке конструкций оборудования для всех вышеперечисленных отраслей.

Таким образом, два данных справочных пособия составляют единый комплекс учебно-справочной литературы, которая широко используется при подготовке специалистов по специальностям: 320700 – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов и 330200 – Инженерная защита окружающей среды.

Разработанный комплекс учебно-справочной литературы позволяет преподавателям и студентам анализировать альтернативные решения при разработке техники и технологий защиты окружающей среды для любых производств и отраслей народного хозяйства. Кроме того, проводить технологические расчеты оборудования, осуществлять выбор типовых конструкций или создавать оригинальные конструкции, подбирать необходимые конструкционные материалы и осуществлять прочностные расчеты основных элементов оборудования.

Данная литература может широко использоваться при подготовке лекционных курсов, проведении практических и семинарских занятий, в ходе разработки курсовых и дипломных проектов по соответствующим дисциплинам.

Оба литературных источника уже апробированы в целом ряде вузов России и получили положительные оценки специалистов.

Источники информации

1. Тимонин А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования. Изд. 2-е переработанное и дополненное. Калуга. Изд. Н.Ф.Бочкаревой. Справочник. Том 1 – Том 3, 2002 г.
2. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник. Калуга. Изд. Н.Ф.Бочкаревой. Том 1 – Том 3, 2003 г.

Поступила в редакцию 13.05.04

ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ-ЭКОЛОГОВ В УНИВЕРСИТЕТЕ ИМ. ДЖОРДЖА ВАШИНГТОНА В США

В.В. Кочура

Донецкий национальный технический университет

Рассмотрены вопросы подготовки специалистов по экологии в американском университете им. Джорджа Вашингтона, где автор доклада проходил годовую стажировку, как победитель конкурса среди молодых преподавателей вузов (Junior Faculty Development Program) по направлению охрана окружающей среды.

В связи с вхождением высшей школы Украины в Болонский процесс, то есть создания единого европейского пространства высшего образования и науки, возникает необходимость изучения опыта подготовки специалистов в других странах. Хотелось бы поделиться своими впечатлениями о системе подготовки специалистов по экологии в одном из ведущих университетов США.

Университет им. Джорджа Вашингтона, один из престижных в Соединенных Штатах. На восьми его факультетах обучается более 19000 студентов, и преподавание ведут около тысячи штатных преподавателей. В университете готовят специалистов-экологов по специальностям: инженер-эколог и эколог-менеджер. Подготовка специалистов осуществляется по двум уровням: бакалавра (Bachelor of Science) и магистра (Master of Science). Также имеется возможность получения степени доктора (Doctor of Science).

Студент-эколог, желающий получить степень бакалавра, обучается в течение 4 лет. При этом он готовится к работе в таких областях как водные ресурсы, переработка опасных отходов, оценка экологического воздействия на природную среду, защита атмосферного воздуха.

Как правило, после получения степени бакалавра, молодые специалисты идут работать по своей специальности, и лишь после этого, накопив достаточный опыт и заработав определенную сумму денег, они возвращаются в университет для дальнейшего обучения избранной специальности в магистратуре (2 года) и затем в докторантуре (3 года).

Основными формами занятий студентов являются: посещение лекций, выполнение лабораторных работ, семинары, написание различных видов учебных и научных работ.

Я имел возможность изучить следующие экологические дисциплины, читаемые бакалаврам, магистрам и докторантам на кафедре инженерного строительства и экологии и на кафедре инженерного менеджмента: "Экологический менеджмент", "Основы инженерной экологии", "Управ-

ление качеством воды", "Управление качеством воздуха", "Инженерная экология: водные ресурсы и качество воды", "Управление опасными отходами".

По предмету "Экологический менеджмент" студентам даются основные понятия по основам экологии и управлению качеством природных ресурсов: экологические факторы, круговорот веществ в природе, водные ресурсы и их загрязнение, управление качеством воды, управление качеством воздуха, управление твердыми и опасными отходами.

В курсе "Основы инженерной экологии" рассматриваются вопросы прикладной экологии, микробиологии, экологической химии, дается характеристика методов очистки воды и воздуха, характеристика твердых и опасных отходов и методы их обработки.

По предмету "Управление качеством воды" исследуется природа точечных и рассеянных источников загрязнения поверхностных и подземных вод, рассматривается законодательная структура институтов, контролирующая качество воды в США, излагаются современные подходы к защите качества воды, изучается роль инженерных средств очистки в управлении качеством воды. Некоторые темы курса включают определение источников и типов загрязнения воды, законодательные и регуляторные достижения по управлению качеством воды, критерии и стандарты качества.

Курс "Управление качеством воздуха" затрагивает природу местных, региональных, континентальных и глобальных проблем, связанных с загрязнением воздуха, охватывает историческое развитие этих проблем, оценивает комплекс законодательной и регулирующей структуры, контролирующей качество воздуха в США, объясняет современные концепции и процессы управления качеством воздуха. Некоторые темы, изучаемые в курсе, включают определение источников загрязнения атмосферы, методы анализа проб воздуха, мониторинг качества воздуха, стандарты качества воздуха, средства инженерного контроля и регулирования.

В курсе "Инженерная экология: водные ресурсы и качество воды" даются основы химического состава воды и оборудования для его определения, изучается микробиология воды, рассматриваются современные процессы очистки воды и стандарты качества воды. По данному курсу студенты проводят выездное занятие на водоочистительной станции.

Целью курса "Управление опасными отходами" является разработка навыков по управлению опасными отходами и современным процессам их обработки, изучение законодательной базы по регулированию опасными отходами.

Большое внимание в учебной программе экологов уделяется изучению федерального законодательства по экологии.

Хотелось бы отметить особенности преподавания в американском университете. По каждому курсу студенты должны регулярно посещать лекции и принимать активное участие в дискуссиях, выполнить набор до-

машних заданий, защитить курсовую работу и сдать экзамены (обычно два экзамена: промежуточный и финальный).

Как правило, студент в течение семестра берет от 12 до 17 кредитов (12-17 аудиторных часов в неделю). Для получения степени бакалавра для инженеров-экологов необходимо набрать 127 кредитов, а для получения степени магистра к этому количеству необходимо еще добавить 30 кредитов. Докторант должен иметь еще 90 кредитов кроме бакалаврских.

Количество студентов, которые записываются на тот или иной учебный курс, зависит от того, является ли этот курс обязательным или выборочным. Стараясь выполнить программу, студенты, прежде всего, записываются на предметы обязательного цикла.

Несколько слов о лекциях и методике их чтения. Особенностью чтения лекции в американском университете является отсутствие европейской академичности, когда профессор читает лекцию, а студенты слушают и конспектируют. Американскую манеру чтения можно назвать "дискуссионной", когда лектор вовлекает студентов и активно включает их в работу. Студенты во время лекции, подняв руку, могут задавать вопросы лектору и сразу получать на них ответы. Кроме того, студенты приходят на лекцию подготовленными, прочитав материал будущей лекции по учебнику. Профессор на первом занятии раздает студентам план занятий на семестр ("syllabus"), где указываются темы лекций по датам с четким определением соответствующих глав или даже страниц из учебника для каждого занятия. Учебник, по которому студенты изучают курс, как правило, один.

Следует отметить, что университет имеет прекрасное современное оборудование для лабораторных занятий по экологии, где студенты имеют возможность овладеть практическими навыками их будущих профессий. Специфика организации научной деятельности в США проявляется в том, что, в отличие от нашей страны, где наука преимущественно сосредоточена в академических институтах системы Национальной академии наук Украины, а также отраслевых академий наук, в Соединенных Штатах именно университеты выполняют основную массу научных исследований. Поэтому студенты имеют возможность принимать участие в исследованиях. Для студентов-экологов имеется лабораторная база для проведения практикума по определению качества воды, где они учатся работать с современным оборудованием.

Лаборатории, как правило, открыты с восьми часов утра до полуночи, большинство из них также работают в выходные дни, кроме государственных праздников. Задание на выполнение лабораторных работ студенты получают в начале семестра, поэтому они имеют возможность рационально спланировать свое время для их выполнения. Формы контроля со стороны преподавателей за выполнением лабораторных работ могут быть разными: это контроль над ходом эксперимента, письменные отчеты. По-

следние наиболее часто выполняются на компьютерах, а результаты посылаются преподавателям по электронной почте.

Особо хочется отметить высокий уровень вычислительной техники, имеющейся в университете в распоряжении студентов: в каждом учебном корпусе университета есть несколько компьютерных лабораторий (от 15 до 50 посадочных мест), оборудованных современными компьютерами. Эти лаборатории открыты круглосуточно. Большую часть своего “свободного” времени студенты проводят здесь, выполняя домашние задания, лабораторные и курсовые работы, а также работая в сети Internet. Все курсы, читаемые в университете, объединены в единую компьютерную сеть "Prometheus", где преподаватели дают дополнительный материал к занятиям, а также есть возможность проводить дискуссии по компьютеру.

Результаты усвоения студентами учебных дисциплин оцениваются преподавателями в форме экзаменов, домашних заданий, курсовых работ, выступлений на занятиях. Все экзамены в университете принимаются в письменном виде (за исключением творческих специальностей), поскольку именно письменное исполнение считается наиболее демократическим, и преподаватель имеет возможность объективно оценить знание студента, а в случае несогласия студента с результатами, преподаватель имеет возможность доказать свою правоту.

В заключение хотелось бы отметить, что система обучения в университете построена таким образом, что способствует активному участию студентов в учебном процессе на протяжении семестра. Постоянное посещение занятий, активное участие в лекциях и семинарах, качественное написание курсовых, сдача экзамена в середине и по окончании курса – это все ступеньки для набора баллов, из которых затем выводится оценка по курсу.

Поступила в редакцию 13.05.04

ПРОБЛЕМИ ВИЩОЇ ІНЖЕНЕРНО-ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ

А.І. Панасенко, Р.Г. Синельщиков
Донецький національний технічний університет

Вища інженерна екологічна освіта в Україні сьогодні не відповідає вимогам з точки зору Болонського процесу. Пропонується більш детально на рівні державних органів освіти розглянути питання щодо відновлення спеціальності «Промислова екологія та охорона навколишнього середовища» у напрямку підготовки 0916 «Хімічна технологія та інженерія», розробки і прийняття Закону України про екологічну освіту.

Однією з суттєвих проблем на шляху сталого розвитку України є підготовка висококваліфікованих фахівців-екологів, здатних комплексно вирішувати складні екологічні проблеми, що накопичуються. Однак стан вищої екологічної освіти, на наш погляд, викликає стурбованість. Розглянемо тільки один його аспект – підготовку кадрів в галузі промислової (інженерної) екології.

Про роль екологічної освіти в сучасному світі, власне кажучи, вперше рішуче заявила Стокгольмська конференція з навколишнього середовища (1972 р.). Хоча, на початку мова йшла про природоохоронну освіту. Це знайшло відображення й у Законі України про охорону навколишнього природного середовища (1991 р.), зокрема, у статті 7 «Освіта і виховання в галузі навколишнього природного середовища». Але поступово акцент усе більш зміщувався у бік освіти екологічної. Ризикнемо запропонувати для нього свій короткий варіант визначення, як «психолого-педагогічного процесу, покликаною дати тим, кого навчають, необхідний обсяг екологічних знань і прищепити їм уміння і навички раціонального природокористування, охорони природи і захисту навколишнього середовища».

Історія (якщо можна так оцінити короткий період у 30 років) активного формування екологічної освіти охарактеризувалася, з одного боку, різноманітністю трактувань самої екології, а з іншого боку – непослідовністю директивних рішень в області екологічної освіти. До моменту Стокгольмської конференції класичне (геккелевське) визначення екології, як загальної науки про відношення організмів до навколишнього середовища, вийшло за первісні рамки і придбало виразний антропоцентричний характер. Будь-які форми взаємин людського суспільства з навколишнім середовищем почали розглядатися як

екологічні, а розмаїтність таких взаємодій обумовила виникнення численних «екологій»: екології особистості, екології Космосу, екології транспорту і т.п. Використання екологічної термінології нерідко стало здобувати характер псевдонаукової фразеології, аж до курйозів. Визначену ясність у сучасне трактування екології вніс ряд вчених, зокрема, професор М.Ф. Реймерс (1994). До числа особливо важливих постулатів його позиції відноситься розмежування понять «екологія», «охорона природи», «охорона навколишнього середовища».

Будучи доктором біологічних наук, М.Ф. Реймерс проте визнавав: «Современная экология - биологизированная биоцентрическая наука, но не биология. По своей общественной значимости она выросла из коротких штанишек, надетых на неё Э. Геккелем. Экология при этом не потеряла себя, а лишь расширила свой предмет за пределы биоэкологии, к которой прибавились геоэкология, социоэкология и прикладная экология. Охрана природы, или созология, трактуется как прикладная экологическая область знания о сохранении систем жизнеобеспечения Земли. Охрана окружающей человека среды, или энвайронментология (а по-русски средология) концентрирует своё внимание на потребностях самого человека. Экология как таковая – лишь фундамент для природоохранного и средоохранного знания. Всё остальное – прикладные её формы, так как включает также промышленную (инженерную), сельскохозяйственную, промысловую экологии, эколого-экономические дисциплины и медицинскую экологию».

Деякою «сценою», де розігрувався своєрідний спектакль згідно описаному М.Ф. Реймерсом сценарію, може служити найстаріший і найбільший ВНЗ Донбасу – Донецький національний технічний університет. На первісному етапі навчання інженерів-екологів здійснювалося в рамках напряму 0916 «Хімічна технологія та інженерія» за фахом 7.091611 «Промислова екологія та охорона навколишнього середовища». У 1994 році, у зв'язку з формуванням в Україні нового для того часу Переліку спеціальностей, на базі спеціальності 7.091611 у багатьох вузах була почата підготовка фахівців в галузі промислової екології з урахуванням галузевих особливостей. Зберігалася і традиційна підготовка кадрів з класичної екології біологічної й іншої спрямованості.

Однак, у 1997 році при черговому перегляді Переліку напрямів і спеціальностей, з яких здійснюється підготовка кадрів в Україні, усі колись, що окремо існували, екологічні спеціальності були об'єднані в один напрям 0708 «Екологія» (природничі науки) і єдину спеціальність 7.070801 «Екологія та охорона навколишнього середовища». З огляду на приведену вище оцінку понять «Екологія», «Охорона природи» і «Охорона навколишнього середовища», їхнє включення до складу назви єдиної спеціальності вважаємо недостатньо зваженим у професійному

змісті і яке не сприяє ефективній підготовці фахівців в галузі прикладної і промислової екології.

Назване штучне об'єднання (образно виражаючись, злиття екології вугільних підприємств з екологією метеликів) привело до того, що базова нормативна підготовка усіх фахівців-екологів спирається тепер тільки на загальноєкологічні дисципліни і зовсім не враховуються фундаментальні і технологічні дисципліни охорони навколишнього середовища. Введення безлічі спеціалізацій положення справи не поліпшує. Цей висновок проілюструємо прикладами, взятими з досвіду Донецького національного технічного університету.

Ще в 1973 році університет у рамках хіміко-технологічного напрямку за фахом «Промислова екологія та охорона навколишнього середовища» почав підготовку фахівців, здатних кваліфіковано проектувати й обслуговувати системи очищення газових викидів і стічних вод, вирішувати питання переробки промислових відходів, раціонального використання природних ресурсів. Навряд чи потрібно пояснювати, наскільки велика потреба у фахівцях такого профілю в Донбасі – самому індустріалізованому, екологічно небезпечному регіоні України. Як наслідок зміни Переліку спеціальностей у 1997 році, у даний час підготовка кадрів подібного профілю ведеться в університеті за фахом 7.070801 «Екологія та охорона навколишнього середовища», спеціалізації «Екологія хімічних виробництв». Зіставлення колишнього і нинішнього навчальних планів, а тим більше робота з них свідчать про те, що обсяг фундаментальної хіміко-технологічної підготовки скоротився більш, ніж удвічі.

Приймаючи до уваги, що ДонНТУ з доручення Міністерства освіти і науки України в продовж 13 років щорічно проводить Всеукраїнські студентські Олімпіаду, Конференцію і Конкурс наукових праць з екології, університет має можливість постійно обмінюватися думками з розглянутих питань із представниками багатьох споріднених ВНЗ країни. Як з'ясувалося, висновки, аналогічні нашим, характерні і для інших напрямів прикладної і промислової екології.

Змальована ситуація приводить до істотного погіршення якості спеціалізованої професійної підготовки випускників. Усе це може, в остаточному підсумку, помітно знизити рівень екологічної безпеки тих галузей виробництва, на яких будуть працювати фахівці прикладної і промислової екології, а також негативно вплинути на стан екобезпеки техногенно напружених регіонів і в цілому України.

Досвід закордонних країн свідчить про те, що підготовка фахівців з екології і фахівців з охорони навколишнього середовища здійснюється по різних професійних напрямках. Так, у Росії збережена підготовка інженерів-екологів зі спеціальностей: 320700 «Охорона навколишнього середовища і раціональне використання природних ресурсів», 330200

«Інженерний захист навколишнього середовища» (за галузями) у рамках окремого напрямку підготовки дипломованих фахівців 660000 «Захист навколишнього середовища».

Нонсенс навчання екологів і інженерів-екологів за єдиними планами базової нормативної підготовки у вищих навчальних закладах України підкреслюється ще і тим, що підготовка фахівців вищої кваліфікації (кандидатів і докторів наук) здійснюється в Україні за різними спеціальностями: 03.00.16 «Екологія» (біологічні науки) і 21.06.01 «Екологічна безпека» (технічні науки).

Таким чином, варто визнати помилковим здійснене в 1997 році об'єднання в одному напрямку та у єдиній спеціальності всіх попередніх напрямів підготовки фахівців вищої екологічної освіти. Цей висновок цілком погоджується з буквою і духом Концепції екологічної освіти України, проект якої готувався й обговорювався протягом багатьох літ і наприкінці - кінців затверджений рішенням Колегії Міністерства освіти і науки України 20.12.2001 р. У великому розділі, присвяченому вищій екологічній освіті, підкреслюється, що екологічна освіта повинна бути диференційованою і різноплановою, містити збалансований біологічний, технологічний і соціологічний підхід. Особливої уваги, відзначається в Концепції, заслуговують питання екологічної освіти у ВНЗ технічного, агропромислового і військового профілю. Кожен окремих ВНЗ на рівні підготовки «спеціаліст» і «магістр» може віддавати перевагу підготовці екологів того профілю, що необхідний у даний період галузям регіону.

Наші пропозиції по виправленню положення в галузі підготовки висококваліфікованих інженерів-екологів наступні:

1. Відновлення спеціальності «Промислова екологія та охорона навколишнього середовища» у напрямку підготовки 0916 «Хімічна технологія та інженерія».
2. Відкриття нового напрямку підготовки «Екологічна безпека» зі спеціальностями інженерної екології.
3. Проведення під егідою Міністерств освіти і науки, Міністерства охорони навколишнього природного середовища України наради завідувачів кафедр вищих навчальних закладів, що випускають фахівців промислової (інженерної) екології, для обговорення стану вищої екологічної освіти в цій сфері.
4. Розробка і прийняття Закону України про екологічну освіту.

Поступила в редакцію 13.05.04

ДОСВІД РОБОТИ СИСТЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КВАЛІФІКАЦІЇ У ДОНЕЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

А.І. Панасенко
Донецька філія ДППК Мінекоресурсів України

Розглянуті питання створення і роботи системи підвищення екологічної кваліфікації у регіоні.

Динамізм сучасного екологічного та соціально-економічного розвитку Донецької області пред'являє більш високі і багато в чому якісно нові вимоги до компетентності і професіоналізму кадрів, формування керівних працівників і державних службовців нового типу, здатних швидко адаптуватись до умов ринку з врахуванням потреб охорони довкілля. Тому гостро постало питання про необхідність для спеціалістів постійної професійної базової підготовки і подальшої посадової і кваліфікаційної перепідготовки. Тому у Донецькій області створена та з 1995 року досить успішно функціонує система підвищення екологічної кваліфікації на базі Донецької філії Державного інституту підвищення кваліфікації та перепідготовки кадрів Міністерства екології та природних ресурсів України. Остання створена згідно з пропозицією Донецької обласної Ради народних депутатів від 03 лютого 1995 року № 4-363, погодженої Мінекобезпеки України 08 лютого 1995 року за № 14-10-92.

Головним завданням Донецької філії ДППК є учбова та консультаційна діяльність по підвищенню кваліфікації та перепідготовці кадрів спеціалістів різних галузей промислового та сільськогосподарського виробництва, будівництва, транспорту, комунального господарства, інших видів діяльності незалежно від форм власності, а також працівників сфери органів самоврядування і державної влади з питань охорони навколишнього природного середовища, раціонального природокористування і ресурсозбереження. Донецька філія ДППК виконує також наукові, науково-методичні, проектні та експертні роботи, аналітичні дослідження з екологічних питань.

Робота філії здійснюється за підтримки Донецької обласної державної адміністрації, у тісному взаємозв'язку і взаємодії з Державним управлінням екології та природних ресурсів Мінекоресурсів України в Донецькій області. Слід відзначити суттєву методичну допомогу головного інституту – ДППК Мінекоресурсів України.

У філії з метою реалізації вищевказаних завдань діяльності створені ряд факультетів, кафедра перепідготовки кадрів, кафедра аналітичного

контролю для підвищення кваліфікації працівників аналітичних лабораторій підприємств області, кафедра екологічного контролю вантажів і транспортних засобів на митній території. Крім того, у структурі філії створений та успішно функціонує Регіональний центр поводження з небезпечними відходами, працював екологічний інформаційний центр.

Навчальний процес в філії здійснюється на основі програм та навчально-методичних планів, які затверджені головним інститутом та погоджені Державним управлінням екології та природних ресурсів у Донецькій області. Професорсько-викладацький склад Донецької філії ДПЕК – це професійні викладачі-науковці вищих навчальних закладів Донецької області, діячі Донецького відділення Української екологічної академії наук та висококваліфіковані фахівці з великим досвідом роботи в системі природоохоронних організацій.

У 1999-2001 р.р. проведена перепідготовка 16 спеціалістів з вищою освітою з метою отримання другої вищої освіти протягом 18 місяців за спеціальністю “Екологія та охорона навколишнього середовища”. За роки існування філії через систему підвищення кваліфікації підвищили свою екологічну кваліфікацію 1034 працівника різноманітних підприємств Донецької області.

Велика увага приділяється оперативному цілеспрямованому підвищенню кваліфікації. За останні роки з метою надання рекомендацій і практичної допомоги підприємствам та організаціям області були проведені навчально-інформаційні семінари з наданням збірок-методичних рекомендацій щодо застосування розглядаємих питань:

- “Практика реализации основных требований и положений Закона Украины «Об отходах и его подзаконных актов”;
- “Практика внедрения нового порядка расчета и уплаты сбора за загрязнение окружающей природной среды”;
- “Зміни в законодавчих документах з питань атмосферного повітря, проведення на підприємствах інвентаризації викидів важких металів”;
- “Практика реалізації основних положень і вимог Водного кодексу України та його підзаконних актів”;
- “Практика впровадження порядку розрахунку і сплати збору за забруднення навколишнього природного середовища”;
- “Практика реалізації основних положень і вимог природоохоронного законодавства України на вугільних підприємствах”;
- “Практика реалізації основних положень і вимог законодавства України в сфері лабораторного контролю довкілля”.

Донецькою філією ДПЕК Мінекоресурсів України згідно „Програми охорони навколишнього середовища і забезпечення екологічної безпеки в Донецькій області на 2001 - 2005 роки” виконується ряд робіт, серед яких можна виділити видання вперше у Донбасі науково-інформаційного довідника-атласу “Донбас заповідний”, видання протягом кількох років

книги "Земля тривоги нашої", створення та ведення обласного реєстру об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів, створення та ведення обласного реєстру місць видалення відходів, тиражування нормативно-технічної, розпорядчої та інформаційної документації з природоохоронних питань та ін.

Нажаль, як і в попередні роки, зараз не виконуються вимоги ст. 7 Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища" про те, що "... екологічні знання є обов'язковою кваліфікаційною вимогою для всіх посадових осіб, діяльність яких пов'язана з використанням природних ресурсів та призводить до впливу на стан навколишнього природного середовища ...".

Дев'ятирічний досвід роботи Донецької філії ДПК Мінекоресурсів України показує перспективність створення в різних регіонах України подібних органів-осередків для реалізації всебічних форм роботи, відокремлених від видів роботи державних органів управління на місцях і суттєво її доповнюючих, сприяючих сталому розвитку регіону і України в цілому.

Пропозиціями щодо поліпшення ефективності роботи системи підвищення екологічної кваліфікації залишаються протягом останніх років наступні:

- прийняти дієві заходи на рівні країни щодо безумовного втілення вимог ст. 7 Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища";
- при формуванні заходів Державного та місцевих фондів охорони навколишнього природного середовища враховувати достатнє забезпечення фінансування системи підвищення екологічної кваліфікації;
- здійснювати заходи щодо стимулювання підприємств, постійно підвищуючих екологічну кваліфікацію своїх працівників.

Поступила в редакцію 13.05.04

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА В ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Л.И. Давиденко

Донецкая областная государственная администрация

Н.И. Конищева

Донецкий институт туристического бизнеса

Разработаны рекомендации по формированию организационно-экономического, научного, образовательного и воспитательного механизмов развития туризма на территориях природно-заповедного фонда Донецкой области

Донецкая область обладает существенными туристическими ресурсами. По данным Государственного комитета статистики Украины за 2002 г., Донецкая область занимает 1-е место в Украине по количеству санаторно-курортных учреждений и находилась на 6-м месте по числу обслуженных туристов, на 5-м – по объему оказанных туристических услуг, в том числе на 2-м месте по количеству туристов, отправленных за границу; по количеству обслуженных внутренних туристов – на 7-м месте; иностранных туристов – на 14-м; экскурсантов – на 17-м месте; по объемам платежей в бюджет предприятиями, оказывающими туристические услуги, – на 8-м месте в Украине [1, с. 36; 2, с. 40, 41]. Согласно статистическим данным, в 2003 г. по сравнению с 2002 г. посещение Украины иностранными туристами увеличилось на 15–20%. Такой существенный рост является результатом активной работы государства на международном туристическом рынке, в частности, на международных выставках [3, с. 16].

В перспективе регион имеет все основания для получения статуса международного центра туризма [4, с. 7]. Для этого, согласно постановлению Кабинета Министров Украины от 15.03.2003 г. № 727 «Про утверждение типовых положений об управлении (отделе) по вопросам туризма и курортов областной, Киевской и Севастопольской местной государственной администрации и об отделе по вопросам туризма и курортов районной, районной в гг. Киеве и Севастополе государственной администрации» [5] и распоряжения председателя Донецкой областной государственной администрации от 30.12.2003 г. № 823 «О создании отдела по вопросам туризма и курортов облгосадминистрации» [6], в 2004 г. создан отдел по вопросам туризма и курортов при Донецкой областной государственной администрации. Положение об отделе по вопросам туризма и курортов утверждено распоряжением председателя Донецкой

облгосадминистрации от 24.02.2004 г. № 80 [7]. Согласно этому Положению, отдел по вопросам туризма и курортов является самостоятельным структурным подразделением Донецкой облгосадминистрации. Численность отдела составляет 3 чел.

Одним из приоритетных направлений решения задачи повышения туристического имиджа региона является развитие природно-заповедного фонда. По состоянию на 01.01.2003 г. природно-заповедный фонд Донецкой области включает 113 территорий и объектов общей площадью 77,6 тыс. га, что составляет 2,93% территории региона (табл. 1).

Таблица 1.

**Сеть объектов природно-заповедного фонда
в Донецкой области на 1 января 2003 г.**

Категория (тип)	Количество объектов	Площадь, га	Удельный вес объектов, %
Заповедники	1	2453,6	3,2
Национальные природные парки	1	40589,0	52,2
Ботанический сад	1	262,2	0,3
Региональные ландшафтные парки	5	21660,3	27,9
Заказники общегосударственного значения	7	3645,0	4,7
Заказники местного значения	46	7814,7	10,1
Памятники природы общегосударственного значения	10	158,0	0,2
Памятники природы местного значения	28	302,2	0,4
Заповедные урочища	13	803,7	1,0
Всего по области	113	77688,7	100,0

Рассчитано по данным: [8, с. 369]

Площадь ландшафтов, близких к естественным природным, составляет 12,7% территории Украины, однако охраняемые территории занимают немного более 4,4% [9, с. 8]. Согласно рекомендациям Всеевропейской стратегии сохранения биологического и ландшафтного разнообразия (1995 г.), природными охраняемыми территориями должно быть занято около 10% площади государства [10, с. 29].

Наиболее эффективным способом повышения устойчивости развития является расширение сети природно-заповедного фонда. За последние годы в области создано 5 новых объектов, увеличена площадь регионального ландшафтного парка «Клебан–Бык». Сейчас структура природно-заповедного фонда Донецкой области представлена 20 объектами общегосударственного значения и 93 объектами местного значения. Особое место среди них занимают Национальные природные парки «Святые Горы» и «Меотида». Их уникальность состоит в том, что они являются членами федерации национальных природных парков Европы «Европарк».

Несмотря на то, что во всём мире национальные природные парки не имеют целью получение прибыли, они приносят значительный доход государству за счёт посещения туристами и рекреантами, выдачи лицензий на ведение научно-исследовательских работ, разрешений на охоту и рыболовство, осуществления разных обучающих программ. Общие чистые доходы парков, связанные в основном с туризмом и рекреацией, составляют 40 долларов с гектара в год, в то время как по наиболее оптимистичным оценкам, доходы от сельского хозяйства составляют лишь 80 центов с гектара [10, с.7].

Главная задача национальных природных парков Украины состоит в управлении рекреационной и туристической деятельностью, в частности, посещаемостью заповедной территории. Например, за последние годы поток туристов в Национальный природный парк «Святые Горы» увеличился более чем в 3 раза. В связи с широкомасштабной программой развития туризма в Святогорске может усилиться негативное воздействие на природную, социальную и культурную среду этого города, расположенного на территории национального парка. Массовый поток туристов может нарушить равновесие экосистемы. Поэтому решающим в концепции устойчивого развития туризма должно стать понятие «пропускной способности». На его основе необходимо определить число посетителей, которые могут разместиться в туристическом центре, не нанося ущерба памятникам культурного наследия, соблюдая уважение к местному населению и принося оптимальную экономическую выгоду. Определение этого параметра является первоочередной задачей при разработке политики управления туристскими потоками и системы мер по предотвращению перегрузок. К числу последних относятся:

- распределение посетителей по времени посещения: введение специальных скидок для посещений в ранние часы, в рабочие дни и внесезонный период для распределения потока посетителей;

- создание зон для посещения вне территории национального природного парка, чтобы регулировать потоки туристов;

создание условий, требующих дополнительных усилий, например, строительство более удаленных от национальных природных парков парковок;

повышение размеров платы на входные билеты и парковку;

обустройство территории национальных природных парков: распределение посетителей в зоне заповедника, создание ограждений и зон, недоступных для туристов;

перемещение по территории: создание пешеходных зон, внедрение системы челночного транспорта;

создание дополнительных структур: информационных центров, музейных экспозиций и копий достопримечательностей;

распространение информации: предупреждение о нежелательности посещений в период максимальной загрузки, использование буферных зон или альтернативных маршрутов в случаях наплыва туристов;

использование приемов маркетинга: предварительное подтверждение заявок, обязательное сопровождение групп гидами, инструктаж гидов и туристических операторов.

Значительный вклад в решение проблем развития туризма на территориях природно-заповедного фонда вносит Донецкий институт туристического бизнеса, которым постоянно осуществляется научно-исследовательская и практическая работа по исследованию рекреационных возможностей Донецкой области [11,12,13,14,15,16]. В числе основных направлений работы: качественная и количественная оценка разных категорий природных и историко-культурных объектов; разработка интегральных показателей оценки с целью выявления объектов с наибольшей рекреационной ценностью на основе их сравнительного анализа; зонирование территории для целей рекреации с учетом интегральных показателей выявленных природных и культурно-исторических объектов; мониторинг туристско-рекреационных возможностей для экскурсионных целей; разработка интегральных показателей для экономической оценки рекреационных ресурсов [17]; классификация рекреационных ресурсов, объектов природного и культурного наследия, выбор критериев оценки; разработка системной оценки рекреационных объектов для включения их в рекреационные зоны; анализ актуальных проблем природного и культурного наследия. Таким образом, научными сотрудниками Донецкого института туристического бизнеса формируется методологическая и методическая базы дальнейших исследований по выявлению, оценке и анализу рекреационных возможностей Донецкой области. Разрабатываются конкретные рекомендации по благоустройству, реконструкции либо восстановлению природных ресурсов для разных туристско-экскурсионных целей.

В институте уделяется также большое внимание экологическому воспитанию и образованию молодежи в контексте духовно–

интеллектуальных ценностей XXI столетия. Только за 2001–2003 гг. проведены три Международных симпозиума по гуманизации и экологизации образования: 1–й Международный симпозиум по проблемам гуманизации и гуманитаризации науки и образования, посвященный 10–летию независимости Украины (8–9 февраля 2001 г.); 2–й Международный симпозиум «Экологический туризм: мировоззренческо–гуманистические и методологические проблемы развития» (25 февраля 2002 г.); 3–й Международный симпозиум «Проблемы развития рынка туристско–рекреационных услуг на природно–заповедных территориях: экономические, экологические и гуманитарные аспекты» (5–6 марта 2003 года) [18]. Кроме того, институт совместно с общественной организацией «Бахмат» 6–7 июля 2001 г. провели Всеукраинскую научно–практическую конференцию по проблемам развития экологического туризма.

В 2003 г. издан сборник научных трудов «Социально–экономические, экологические и гуманитарные проблемы развития туристического бизнеса» [19], который посвящен 10–летию Донецкого института туристического бизнеса и V Всеевропейской министерской конференции «Окружающая среда для Европы».

Таким образом, значительная образовательная, воспитательная и научно–организационная работа по проблемам развития туризма на территориях природно–заповедного фонда способствует повышению уровня образования будущих специалистов в сфере туристического бизнеса, формированию гуманитарной и экологической составляющих их мировоззренческой культуры, эффективному поиску путей устойчивого развития экологического туризма в Донецкой области и в целом в Украине.

Литература

1. Статистичний бюлетень “Туризм в Україні ‘2002’.– Київ: Державна туристична адміністрація України, 2003.– 41с.
2. Статистичний бюлетень “Санаторно–курортне лікування. Організований відпочинок та туризм в Україні. – Київ: Державний комітет статистики України, 2001.– 56 с.
3. Туристичні можливості України // Урядовий кур’єр. – 2003. – № 218. – 19 листопада. – С. 16.
4. Близнюк А. Экологическая безопасность Донбасса: реальность и перспективы // Все. – 2004. – № 1–2 (31–32). – С. 5–7.
5. Постанова Кабінету Міністрів України “Про затвердження типових положень про управління (відділ) з питань туризму і курортів обласної, Київської та Севастопольської міської державної адміністрації та про відділ з питань туризму і курортів районної, районної у м. Києві та Севастополі державної адміністрації” № 727 від 15.05.2003 р. // Офіційний вісник України. – 2003. – № 21. – Ст. 945. – С. 414–421.
6. Розпорядження голови Донецької обласної державної адміністрації № 823 від 30.12.2003 р. “Про утворення відділу з питань туризму і курортів облдержадміністрації”.

7. Розпорядження голови Донецької обласної державної адміністрації № 80 від 24.02.2004 р. «Про Положення про відділ з питань туризму і курортів облдержадміністрації».

8. Статистичний щорічник Донецької області за 2002 рік. – Донецьк: Донецьке обласне управління статистики, 2003. – 370 с.

9. Загальнодержавна програма формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки. Затверджена Законом України № 1989-111 від 21 вересня 2000 року // Урядовий кур'єр. – 2000. - № 207. – С. 3–16.

10. Всеєвропейська стратегія збереження біологічного та ландшафтного різноманіття. – К.: Авалон, 1999. – 52 с.

11. Кузьменко А.В., Горягин В.Ф., Афанасьева Н.А., Данильчук В.Ф. Разработка региональной системы рекреационных зон и туристско–экскурсионных маршрутов «Мой Донбасс» // Туризм на порозі ХХІ століття: освіта, культура, екологія: Матеріали міжнар. наук.–практ. конф. – К.: КІТЕП, 1999. – С. 214–216.

12. Конищева Н.И., Рудь Д.В., Кузьменко А.В., Казачковская Г.В. Концептуальные основы формирования модели рекреационно–туристического хозяйства в экокризисных промышленных регионах // Туризм на пороге III тысячелетия: Экология, образование, культура, информация: Материалы Международной науч.–практ. конф. (26–29 сентября 2000 г., г. Ялта). – Ялта: Ялтинский институт менеджмента, 2000.– С. 99–101.

13. Конищева Н.И., Мазурова Е.Ю. Экономические аспекты функционирования национальных парков в Украине // Вісник ДІТБ. – Донецьк: ДІТБ. – 2001. – № 5. – С. 241–246.

14. Конищева Н.И., Кузьменко А.В., Мазурова Е.Ю. Новые экономические аспекты функционирования охраняемых природных территорий в Украине // Вісник Донецького державного університету економіки і торгівлі ім. М. Туган–Барановського. – 2001. – № 4 (12). – С. 28–34.

15. Конищева Н.И., Ляхова Л.С., Рудь Д.В. Инновационный подход к управлению развитием туризма в Донецкой области // Социально–экономические, экологические и гуманитарные проблемы развития туристического бизнеса: Сборник научных трудов. – Донецьк: Донецкий институт туристического бизнеса, 2003. – С. 163–169.

16. Конищева Н.И., Кузьменко А.В., Рудь Д.В. Проблемы организации туризма на природно-заповедных территориях: экономические, правовые, организационные// сборник материалов Международной научной конференции «Обусловленность туристического использования лесов и залесенных территорий» (г. Суденчино, Польша, 18–19 сентября 2003 г.). – Польша, Гданськ: Высшая школа туристики и готельярства в Гданське, 2003. – С.111–124.

17. Данильчук В.Ф., Алейникова Г.М., Бовсуновская А.Я., Голубничая С.Н. Методология оценки рекреационных территорий: Монография. – Донецьк: Донецкий институт туристического бизнеса, 2003. – 197 с.

18. 3-й Международный симпозиум «Проблемы развития рынка туристско-рекреационных услуг на природно-заповедных территориях: экономические, экологические и гуманитарные аспекты» (посвящается V Всеєвропейской министерской конференции «Окружающая среда для Европы»): Программа симпозиума (Донецьк, 5-6 марта 2003 г.). – Донецьк: Донецкий институт туристического бизнеса, 2003. – 15 с. (<http://www.ditb.donbass.com>).

19. Социально–экономические, экологические и гуманитарные проблемы развития туристического бизнеса: Сборник научных трудов. – Донецьк: Донецкий институт туристического бизнеса, 2003. – 185 с.

Поступила в редакцию 13.05.04

ПОЛУЧЕНИЕ ГАЗОННЫХ ТРАВ, УСТОЙЧИВЫХ К ВЫСОКИМ КОНЦЕНТРАЦИЯМ МЕДИ МЕТОДАМИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ.

А.С. Исмаилов, Е.А. Гладков, Ю.И. Долгих, В.В. Бирюков.
Московский государственный университет инженерной экологии,
Институт физиологии растений РАН.

На модифицированной среде МС содержащей 150 мг/л меди отобраны клеточные линии газонных трав. Получены растения, устойчивые к высоким концентрациям меди, устойчивость наследуется в следующих поколениях.

Из-за загрязнений промышленности и автотранспорта в мегаполисах наблюдается повышенная концентрация тяжелых металлов в почве и в воздухе. Тяжелые металлы одни из наиболее токсичных химических элементов и уступают по уровню своей опасности только пестицидам.

В Москве среди ключевых загрязнителей выделяют медь, цинк, никель, кобальт, серебро и кадмий. В большинстве случаев элементы по степени токсичности располагаются в последовательности: Cu>Ni>Cd>Zn>Pb>Hg. Однако данный ряд может меняться для растений в зависимости от их физиологогенетических особенностей. Наибольшей фитотоксичностью среди металлов обладает медь.

Тяжелые металлы вызывают серьезные физиологические и анатомические нарушения в росте и развитии растений. При изучении влияния цинка и меди на рост полевицы тонкой установлено, что они ингибируют растяжение клеток. Повышенные концентрации тяжелых металлов приводят к общим физиологическим и биохимическим изменениям: повреждениям мембран, изменению активности ферментов, ингибированию роста корней.

Визуальные признаки токсичности металлов – торможение роста побегов и изменение формы листьев.

Соотношение между концентрациями химических элементов в органах и тканях различны и связаны с видовой специфичностью растений и со свойствами самих элементов. При загрязнении окружающей среды медью наблюдается ее усиленное накопление в надземных частях многих растений. Особенно много меди накапливается в надземных частях овощных культур. Наблюдается накопление меди и у лекарственных растений.

Один из способов решения этой проблемы создание устойчивых к тяжелым металлам форм растений. Учитывая тот факт, что устойчивость к ионам тяжелых металлов обусловлена, в основном, клеточными механизмами, представлялось перспективным использование клеточной

селекции для получения клеточных линий и растений. Биотехнологические методы могут значительно ускорить процесс селекции.

Влияние тяжелых металлов на культивируемые клетки исследовано недостаточно. Хотя, в 80-х годах XX века было проведено довольно много успешных работ по отбору клеток, толерантных к Cd, Zn и Cu. У некоторых видов растений отобраны клоны устойчивые к высоким концентрациям тяжелых металлов, однако получить растения в большинстве случаев не удалось. Исследовано влияние кадмия на жизнеспособность и клеточное деление суспензии табака. Получены растения льна-долгунца после клеточной селекции, устойчивые к высоким концентрациям кадмия, однако семян получено не было. Особенно мало работ по устойчивости к меди. Получены, устойчивые к меди клеточные линии риса и растения табака, устойчивые к меди, однако семян получено не было. При высоких концентрациях меди в среде наблюдается уменьшение содержания хлорофилла и общего количества пигментов.

Условия эксперимента.

Объекты нашего исследования 2 вида газонных трав: полевица побегоносная (*Agrostis stolonifera*) и овсяница красная красная (*Festuca rubra*).

Для определения токсичности меди для газонных трав оценивали всхожесть растений, по прорастанию на фильтровальной бумаге смоченной водными растворами реагента.

Тяжелые металлы вносили в почву перед посадкой семян в виде водного раствора, концентрацию рассчитывали по отношению к весу сухого грунта. Для отбора клеток устойчивых к высоким концентрациям меди каллус культивировали на средах МС с добавлением 100-600 мг/л меди. Регенерацию и укоренение проводили на среде МС с добавлением 100-600 мг/л меди.

Результаты и обсуждение.

Ингибирующее влияние на рост каллуса в культуре клеток полевицы оказывала концентрация меди 150 мг/л и выше. В дальнейшем эта концентрация была выбрана для селекции в культуре клеток. Масса каллуса в контроле увеличивалась за месяц в 5,6 раз. При концентрации 300 мг/л и выше каллус приобретал голубую окраску. При 450 мг/л меди каллусные ткани теряли жизнеспособность в течение недели (Табл. 1).

Каллус овсяницы оказался более чувствительным, чем полевицы.

Регенерационная способность каллусных тканей была низкой при культивировании на средах со 100 мг/л меди и выше (Табл. 2). Регенерационная способность в контроле составляла около 90%. Каллусные ткани практически не регенерировали на средах с 300 мг/л меди и выше.

Таблица 1. Влияние меди на рост каллуса газонных трав.

Вид	Концентрация меди, мг/л	% прироста по отношению к контролю
Полевица	100	61,5±1,8
	150	36,9±1,5
	200	20 ±2,3
	300	3,8 ±0,3
	450	0
Овсяница	100	34,2±1,7
	150	28,5±1,4
	200	10,7±0,9
	300	2,1 ±0,3
	450	0

Таблица 2. Влияние меди на образование эмбрионного каллуса у газонных трав.

Вид	Концентрация меди, мг/л	% образования эмбрионного каллуса по отношению к контролю
Полевица	100	33,3 ±1,5
	150	20,5 ±1,4
	200	6,4 ±0,8
	300	2,5 ±0,3
	450	0
Овсяница	100	21 ±1,1
	150	18 ±1,5
	200	5 ±0,4
	300	2,5 ±0,3
	450	0

Всего в селективных условиях было получено 56 регенерантов полевицы и 10 регенерантов овсяницы. Регенеранты овсяницы погибли через месяц после посадки в почву. Большинство регенерантов полевицы имели нормальную морфологию и хороший рост. Пять регенерантов зацвели и дали семена.

Для проверки устойчивости к высоким концентрациям меди десять растений полевицы, а также исходные растения были высажены в почву. Все растения-регенеранты при концентрации меди 150 мг/кг почвы не отличались от растений, растущих в почве без меди, средний прирост за месяц составлял около 4 см. Исходные растения, растущие на почве содержащую медь, отставали в росте, наблюдалось пожелтение листьев, средний прирост составил 2,7 см, в контроле 4,1 см.

Для определения наследуемости признака устойчивости к высоким концентрациям меди, семена одного из регенерантов проращивали со 150 мг/л меди. Всхожесть семян была в 3 раза выше, чем у исходных растений (Табл. 3). Всхожесть в контроле была одинаковой – около 70%. В 3 опытах анализировалось около 300 семян. Исходные растения имели низкую всхожесть по отношению к контролю и заметно отставали в росте, средняя высота – 3 см, после 3 недель после прорастания. Растения-регенеранты не отличались от контрольных растений.

Таблица 3. Влияние меди (150 мг/г) на всхожесть и рост растений полевицы.

Растения	Всхожесть по отношению к контролю, %	Рост по отношению к контролю, %
Исходные	30±2.8	45±3.3
Регенерант	100	100

Таким образом, можно сделать следующий вывод: большинство растений-регенерантов полученных из медь- устойчивых клеточных линий, обладали повышенной устойчивостью к меди. У растений полевицы наследуемость реализуется в следующих поколениях.

Поступила в редакцию 13.05.04

ПОЛУЧЕНИЕ ГАЗОННЫХ ТРАВ УСТОЙЧИВЫХ К ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫМ МАТЕРИАЛАМ МЕТОДАМИ БИОТЕХНОЛОГИИ.

Е.А. Гладков, Ю.И. Долгих, В.В. Бирюков, О.В. Гладкова.
Московский государственный университет инженерной экологии,
Институт физиологии растений РАН.

На модифицированной среде МС с 1 и 2 % NaCl отобраны устойчивые клеточные линии газонных трав полевицы и овсяницы. Из них получены растения, толерантные к высоким концентрациям NaCl, устойчивость сохранялась в следующих поколениях. Растения – регенеранты, полученные после клеточной селекции с NaCl, обладают повышенной устойчивостью к другой противогололедной соли – бишофиту.

Применение противогололедных реагентов на улицах городов крайне неблагоприятно для роста и развития растений. Дикорастущие травы, более устойчивые к засолению, вытесняют культурные газонные травы при небольшом засолении почвы. При более сильном загрязнении почвы происходит полная деградация растительного покрова.

Один из способов решения этой проблемы является создание устойчивых к неблагоприятным условиям города форм растений. Современные биотехнологии позволяют ускорить процесс селекции. В культуре *in vitro* на селективных средах можно скринировать большие популяции клеток за короткое время.

Влияние соли на культивируемые клетки хорошо исследовано. У некоторых видов растений отобраны солеустойчивые клоны, регенеранты, полученные из них, также отличались толерантностью к NaCl. Однако солеустойчивость клеток не всегда сохраняется у производных от них растений.

В мировой практике для создания газонов различного назначения используют около 15 видов многолетних трав, преимущественно злаковых. По данным комплексной биоморфологической оценки эколого-географических популяций и сортообразцов различных видов многолетних трав на предмет пригодности их для газонного использования лучшими считаются полевица, овсяница и мятлик. Они имеют высокие газонные качества, но чувствительны к засолению.

Целью работы было получение растений полевицы и овсяницы, устойчивых к NaCl.

Условия эксперимента.

Объектами нашего исследования было 2 вида газонных трав: овсяница красная красная (*Festuca rubra*) и полевица побегоносная (*Agrostis stolonifera*).

Чувствительность каллусных тканей определяли по увеличению сырой массы инокулюмов после месяца культивирования на средах с разным содержанием NaCl. В каждом варианте опыта анализировали по 200 семян, 200 растений и 150 каллусов, опыты повторены трижды.

Для отбора солеустойчивых клеток каллусы культивировали на средах МС с добавлением 1 или 2% NaCl. Регенерацию и укоренение растений из выживших клонов проводили также на средах с 1 и 2% NaCl, затем регенеранты пересаживали в почву. После адаптации в грунте для определения солеустойчивости растения подстригали до высоты 10 см, затем вносили в почву NaCl в концентрациях от 0 до 2%. Через месяц оценивали долю выживших и увеличение высоты растений, за 100% принимали средний прирост исходных растений в почве без соли. При оценке прироста растений-регенерантов анализировалось по 10 растений полевицы и 5 растений овсяницы на каждый вариант. Реакцию полевицы и овсяницы на засоление оценивали по всхожести семян и росту растений в почве, содержащей NaCl. Семена обрабатывали марганцовокислым калием и промывали водой. Затем их выкладывали в чашки Петри на фильтровальную бумагу, смоченную раствором соли. В качестве контроля использовали воду. Рост растений оценивали в почве через 2 месяца после посадки, по увеличению средней сухой массы одного растения. NaCl вносили в почву после посева семян в виде водного раствора, концентрацию рассчитывали по отношению к весу сухого грунта. Контрольные растения выращивали в почве без соли.

В таблицах приведены средние значения из трех биологических повторностей со стандартным отклонением, кроме таблицы 3. В таблице 3 приведен средний прирост со стандартной погрешностью.

Результаты и обсуждение.

Для проведения селекции нужно было определить чувствительность к соли, как растений в почве, так и каллусных культур. Всхожесть семян полевицы и овсяницы в контроле составила, соответственно, 80 и 75 %. По интенсивности прорастания семян и приросту биомассы при невысоких дозах NaCl более чувствительной оказалась полевица побегоносная. Концентрация соли 1% была сублетальной для обоих видов, растения желтели и частично засыхали (Табл. 1). Уровень засоления в городских почвах редко превышает 1%, поэтому учитывая практический уровень засоления и что концентрация 1% является сублетальной, влияние более высоких доз не исследовалось.

Таблица 1. Влияние NaCl на всхожесть семян и рост растений овсяницы красной и полевицы побегоносной.

Концентрация NaCl, %	Всхожесть семян, % от контроля		Средняя масса растений, % от контроля	
	Овсяница	Полевица	Овсяница	Полевица
0,3	65 ± 3.1	52 ± 2.6	71 ± 4.3	62 ± 4.1
0,6	56 ± 1.8	37 ± 3.0	58 ± 3.2	50 ± 2.6
1,0	20 ± 1.8	22 ± 1.8	46 ± 3.3	50 ± 2.6

Масса каллуса на среде без соли увеличивалась за месяц в 6 раз. Ингибирующее действие соли в культуре клеток проявлялось при 1% (вес каллуса был ниже контроля у полевицы в 2,1 раза, у овсяницы в 1,6 раза). При 2% засолении рост каллуса у полевицы был в 2,6 раза ниже контроля, у овсяницы в 2,5. В дальнейшем именно эти концентрации были выбраны для селекции в культуре клеток.

На средах с 1 и 2% NaCl были отобраны устойчивые клоны. Регенерационная способность у каллусных тканей, культивируемых на среде с солью, не превышала 20 %. У овсяницы и полевицы удалось регенерировать растения на среде с 2% NaCl, для их укоренения концентрация соли была снижена до 1%. Всего в селективных условиях было получено 150 регенерантов полевицы и 35 регенерантов овсяницы. Они имели нормальную морфологию и хороший рост. Регенеранты полевицы, как правило, обильно цвели и завязывали семена. Из регенерантов овсяницы зацвело и дало семена только одно растение.

Для проверки солеустойчивости растения регенеранты (40 растений полевицы и 20 растений овсяницы), а также исходные растения, были высажены в почву с разным содержанием соли. В почве без соли средний прирост за месяц растений овсяницы равнялся 5 см, а полевицы – 4 см.

При 1% засолении прирост контрольных растений овсяницы составил только 33% от прироста без соли, а на растения-регенеранты, полученные после клеточной селекции, засоление не оказывало сильного влияния (80% от контроля у овсяницы). При 1% засоления в контроле растения полевицы продемонстрировали невысокую степень устойчивости, одно из 10 посаженных растений погибло (Табл. 2). Средний прирост за месяц составил только 1,3 см. Из 10 растений регенерантов при 1% засоления по величине прироста три имели чувствительность на уровне контрольных растений, два оказались устойчивее контроля (средний прирост-2,1 см), на пять растений засоление не оказывало влияние. Средний прирост регенерантов составил 2,8 см. При концентрации NaCl 1,5% большая часть регенерированных растений овсяницы (80%) и полевицы (80%) выживала, в то время как большинство

исходных растений погибли (90% у полевицы и 80% у овсяницы). На 5 из 10 регенерантов полевицы в течение первого месяца засоление не оказывало влияния, в дальнейшем листья регенерантов начинали желтеть. Высота растений в среднем увеличилась на 2,1 см. Прирост выжившего исходного растения полевицы был незначителен, отмечалось сильное пожелтение листьев. При 2%-ном засолении выжили только отдельные растения (30% у полевицы и 20% у овсяницы), полученные из отселектированных клонов. Среди исходных растений выживших не было.

Таблица 2. Выживаемость и рост растений–регенерантов полевицы, полученных после селекции на солеустойчивость.

Концентрация NaCl, %	Выживаемость исходных растений, %	Выживаемость регенерантов, %	Прирост исходных растений в засоленной почве, %	Прирост регенерантов в засоленной почве, %
0,5	100	100	58 ± 3.0	90 ± 3.3
1,0	90	100	33 ± 1.8	70 ± 3.6
1,5	10	80	18 ± 1.1	56 ± 3.3
2,0	0	30	0	26 ± 2.6

Для определения наследуемости признака солеустойчивости семена, одного из регенерантов полевицы, проращивали на фильтрах, смоченных водой или 1% водным раствором NaCl. Всего в трех опытах было проанализировано около 400 зерновок. В контроле всхожесть семян растения-регенеранта не отличалась от всхожести семян исходных растений, а в условиях засоления она была более чем в 2 раза выше, чем у исходных растений. По интенсивности роста в засоленной почве растения выращенные из семян регенеранта полевицы, полученного после клеточной селекции, также вдвое превышали контрольные растения (Табл. 3).

Таблица 3. Влияние 1% засоления на всхожесть и рост потомков растения–регенеранта полевицы.

Растения	Всхожесть по отношению к контролю, %	Рост по отношению к контролю, %
Исходные	28,1 ± 2.6	33,0 ± 2.1
Регенеранты	66,4 ± 4.4	61,3 ± 3.2

Из-за токсичности технической соли в Москве стали применять новые противогололедные смеси, чаще всего бишофит ($MgCl_2$). Как показало предварительное исследование, 1%-ный бишофит оказывал слабое ингибирующее действие на прорастание семян, но заметно угнетал рост исходных растений. Около 200 семян устойчивого к NaCl регенеранта полевицы были высеяны в почву с 1% бишофита с целью проверки возможной перекрестной устойчивости. Данные, приведенные в таблице 5, показывают, что толерантные к NaCl растения, выращенные из семян регенеранта полевицы, полученного после клеточной селекции обладают более активным ростом и в почве с новой противогололедной смесью – бишофитом.

Таблица 4. Влияние бишофита (1%) на рост растений полевицы, устойчивых к NaCl.

Растения	Всхожесть, % от контроля	Рост, % от контроля
Исходные	78 ± 4.9	50 ± 4.3
Устойчивые к NaCl	83 ± 5.1	86 ± 5.0

На основании полученных результатов можно сделать следующий вывод: у большинства полученных из солеустойчивых клеточных линий растений-регенерантов полевицы побегоносной и овсяницы красной признак солеустойчивости реализуется на уровне целого растения. Для полевицы показано наследование толерантности к NaCl и перекрестная устойчивость к бишофиту. Данный метод можно рекомендовать для получения газонных трав, обладающих повышенной устойчивостью к неблагоприятным условиям мегаполисов.

Поступила в редакцию 13.05.04

ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВ

М.В. Скуратов, А.Ю. Кузнецов

Московский Государственный Университет Инженерной Экологии

В статье предложена модель эколого-экономической оценки эффективности природопользования различных систем управления отходами с учетом производственных, экологических и социальных факторов, что позволит находить наиболее рациональную систему управления отходами.

В большинстве организаций по-прежнему основным экономическим механизмом природопользования является плата за нормативное, в пределах лимитов или сверхлимитное загрязнение окружающей среды отходами и упускаются возможности реализации дополнительных преимуществ, которые можно получить, тщательно планируя и организуя экологическую деятельность. Сложившаяся же в настоящая время практика, когда 97% образующихся отходов захоранивается на полигонах, 90% которых не отвечает требованиям экологической безопасности, приводит к длительному загрязнению окружающей среды.

В последние годы в отечественной практике начинают внедряться вместо прямого вывоза отходов двухэтапный с использованием мусороперегрузочных станций и многоэтапный с использованием мусороперерабатывающих заводов. Следует отметить, что не существует одного универсального способа решения проблемы отходов, разделение отходов на максимально возможное количество потоков позволит наиболее полно использовать их в качестве вторичного сырья и продукции [1].

С этой целью нами предложена модель эколого-экономической оценки потенциально возможной эффективности природопользования Э системы управления отходами с учетом производственных, экологических и социальных факторов. Эффективность природопользования представляет собой отношение суммарного экономического эффекта Q_e от реализации вторичных ресурсов и продуктов переработки отходов и предотвращенного экологического ущерба $Y_{\text{ПР}}$ к общим затратам $Z_{\text{Э}}$ и нанесенному ущербу B_o от размещения отходов [2].

$$\mathcal{E} = K_{\text{КЖ}} \frac{\sum_{e=1}^q Q_e + \sum_{o=1}^p Y_{\text{ПР}o}}{\sum_{e=1}^q Z_{\text{Э}e} + \sum_{o=1}^p B_o} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где e, q – соответственно индекс и количество загрязняющего вещества, a, o, p – соответственно индекс и количество наносимых ущербов. Социальный фактор учитывается в виде коэффициента качества жизни $K_{КЖ}$, предложенного в работах Коваля В.Т. и Выходцевой Г.П., как отношение средних затрат на здравоохранение, средств социального страхования и др. по региону $\mathcal{E}_{СР}$ к их значениям в районе размещения отходов и их переработки $\mathcal{E}_{СУ}$.

$$K_{КЖ} = \frac{\mathcal{E}_{СР}}{\mathcal{E}_{СУ}} \quad (2)$$

Представленная модель эколого-экономической оценки природопользования функционирует при соблюдении следующих ограничений:

$$\sum_{k=1}^K V_{Ak} \leq \sum_{k=1}^K ПДК_k, \quad (3)$$

$$\sum_{m=1}^M V_{Bm} \leq \sum_{m=1}^M ПДК_m, \quad (4)$$

$$\sum_{l=1}^L V_{3l} \leq \sum_{l=1}^L ПДК_l, \quad (5)$$

$$K_{КЖ}^K \geq K_{КЖ}^T \geq K_{КЖ}^Ф \geq K_{КЖ}^П, \quad (6)$$

где V_{Ak}, V_{Bm}, V_{3l} – соответственно минимально возможные загрязнения атмосферы, гидросферы и почвы; $ПДК_k, ПДК_m, ПДК_l$ – соответственно предельно допустимые загрязнения атмосферы, гидросферы и почвы; $K, T, Ф, П$ – индексы, соответствующие комплексной, термической, ферментационной и полигонной системам переработки отходов.

Результаты эколого-экономического анализа рассмотренной системы управления отходами, выполненного в соответствии с формулами 2-6 и на основе “Временной методики определения предотвращенного экологического ущерба” (Госкомэкология РФ, М., 1999), приведены в табл. 1.

Сравнительная оценка эффективности системы управления отходами показала, что наиболее эффективной с точки зрения природопользования является комплексная переработка. Данный способ управления отходами осуществляется по следующей схеме: извлечение опасных фракций, выделение коммерчески ценных фракций в качестве вторичного сырья, топливных фракций, фракций для последующей ферментации с целью получения компоста. Захоронение балластных фракций на полигоне должно производиться таким образом, чтобы в длительном временном аспекте не могло возникнуть угрозы объектам окружающей среды и человеку при работе полигона и после его закрытия. Концом жизненного

цикла захоронения должно являться ассимиляция размещенных отходов литосферой.

Подобное оптимальное сочетание экономических и экологических интересов должно приводить к устойчивому развитию предприятий, характерными особенностями которого являются: переход предприятий от пассивной позиции в решении экологических проблем к активной позиции, перенос приоритетов в действиях с “конца трубы” (очистка сточных вод, отходящих газов, размещение и удаление отходов) непосредственно на источники образования отрицательного воздействия на окружающую среду, экономия и сбережение ресурсов, снижение потерь, повышение качества продукции; максимальное использование без затратных и мало затратных технологий.

Успешное решение комплекса проблем, связанных с отходами, возможно лишь при условии применения современных методов не только в процессах сбора, транспортировки, утилизации, переработки и захоронения отходов, но и при создании системы оперативного контроля и управления этими процессами.

Для организации системы управления отходами и адекватного реагирования необходимо учитывать географическое положение источников, мощность, структуру и объем удаляемых отходов; сведения об организациях инженерно-технического и транспортного обеспечения; наличие данных о местах захоронения и складирования отходов.

Для эффективного функционирования системы управления отходами необходимо оперировать большими объемами разнородной информации, основная часть которой является географически привязанной и динамически изменяющейся.

Наиболее полно отвечают перечисленным требованиям геоинформационные системы, особенностью которых является наличие больших объемов хранимой в них разнообразной пространственной, временной и тематической информации.

Таблица 1.

Сравнительные эколого-экономические показатели и эффективность природопользования различных систем управления отходами (\$/т год)

Система управления	Склады рование на полигоне	Компости рование	Сжигание с утилиза цией	Комплекс ная переработ ка
Показатель				
Удельное	40-50	150-200	400-500	280-350

капитало вложение				
Удельные эксплуатацион- ные затраты	3-4	24-26	32-40	30-32
Экономи- ческий эффект	9-10	15-20	25-30	23-27
Ущерб атмосфере	0,25-0,30	0,40-0,45	4,0-5,0	В пределах нормы
Ущерб гидросфере	75-80	20-25	0,9-1,0	Нет
Ущерб земельным ресурсам	45-50	40-45	5,0-6,0	Практи- чески нет
Эффективное природополь- зования	0,055	0,066	0,071	0,46

Литература

1. Скуратов М.В., Бабина Ю.В. Особенности образования и утилизации отходов при переработке и эксплуатации пластмасс // Тематический выпуск «Упаковка 2000: Оборудование. Тара. Этикетка.», №6, 2000.

2. Скуратов М.В., Маврин А.А. Эколого-экономические аспекты управления отходами // Материалы VII международного симпозиума молодых ученых, аспирантов и студентов «Техника и технология экологически чистых производств» - М.: МГУИЭ, 2003.

Поступила в редакцию 13.05.04

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННО-УСИЛЕННОГО РАДИАЦИОННОГО ФОНА НА ПОКАЗАТЕЛИ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Л.В.Гусева, Д.О.Ластков

Донецкий государственный медицинский университет им. М.Горького,
Донецкая областная СЭС

Показатели состояния здоровья жителей Донецкой области имеют ряд региональных особенностей. Так, хотя на протяжении последних 5 лет структура заболеваемости населения не претерпела существенных изменений, увеличилась доля эндокринных заболеваний (с 0,9% до 1,1%), болезней крови и кроветворных органов (с 0,2% до 0,4%). Необходимо указать, что за данный период такая тенденция для Украины в целом не характерна.

В структуре распространенности болезней среди населения области аналогичным образом отмечается увеличение удельного веса эндокринных заболеваний (с 2,7% до 2,9%), болезней крови и кроветворных органов (с 0,4% до 0,5%), причем наиболее высокие темпы прироста показателей наблюдаются по заболеваниям крови и кроветворных органов (+25,8%), эндокринной системы (+12,9%), выявляется рост по новообразованиям (+3,8%) и врожденным аномалиям (+5,4%). В сельскохозяйственных районах по сравнению с городскими определяется более высокий темп прироста распространенности болезней крови и кроветворных органов, а также врожденных аномалий.

Пристального внимания заслуживают показатели состояния здоровья детского населения области : дети болеют в 2,3 раза чаще, чем взрослые. Среди детей отмечаются наиболее высокие темпы роста показателей распространенности болезней крови и кроветворных органов (+44,1%), эндокринной системы (+26,9%), прирост по новообразованиям (+17,9%) и врожденным аномалиям (+15,5%). Характерно, что уровни и темпы прироста указанных показателей у детей значительно превышают таковые среди взрослых.

За анализируемый период особое беспокойство вызывает распространение такой группы неинфекционных заболеваний, как болезни крови и кроветворных органов. Темп прироста уровня заболеваемости к среднему показателю за последние 5 лет у данной нозологии составляет +21,8%, распространенности +29,0%, а в сравнении с 1991 г. уровень этих заболеваний увеличился в 2,5 раза.

Уровень и темпы роста данной патологии среди детского населения превышают аналогичные показатели у взрослых, соответственно, в 4 и 2

раза. Следует отметить, что, если среди взрослых частота этих заболеваний больше у городского населения, то у детей – среди сельского.

На протяжении пятилетнего периода заболеваемость жителей области новообразованиями выросла на 4% (по Украине – на 2,4%) и достигла 326,5 случаев на 100 тыс. человек. Если в 1997 г. уровень этих заболеваний не превышал средний по стране, то в 2002 г. уже был на 1,4% больше среднеукраинского.

Обращает на себя внимание тот факт, что в развитии перечисленных нозологий согласно данным научной литературы, помимо других неблагоприятных факторов окружающей среды, важная роль отводится ионизирующей радиации. Есть основания предполагать, что региональные особенности заболеваемости населения и распространенности болезней связаны с региональными отличиями в характере и уровнях техногенно-усиленных радиоактивных источников природного происхождения. В первую очередь, речь идет о «радоновой» проблеме Донбасса, обусловленной многочисленными зонами геологических нарушений в связи с добычей полезных ископаемых и типичной малоэтажной застройкой, а также о проблеме «черных песков» побережья Азовского моря.

На побережье площадь изученных пятен «черных песков» колебалась от 5 м² до 512 м², глубина залегания – 1 см - 5 см (как правило, 1 см - 3 см.), величина мощности гамма-излучения составляла от 30 мкР·ч⁻¹ до 125 мкР·ч⁻¹. В монацитовых песках основным естественным радионуклидом является торий (≈ 70 %).

Повышенная удельная радиоактивность обусловлена тяжелой фракцией песка, в связи с чем перспективна технология очистки (деактивации) побережья с возвратом легкой фракции кварцевого песка на пляжи.

Приазовье является основной курортной зоной Донецкой области, большая часть мест массового отдыха населения (в первую очередь, детского) расположена в Першотравневом и Новоазовском районах, где и выявляются залежи монацитовых песков. Подтверждением значимости воздействия повышенного естественного радиационного фона являются установленные в ходе анализа возрастные особенности (большая заболеваемость и распространенность болезней крови и кроветворных органов среди детей), а также преобладание патологии среди населения сельских районов.

Разработанные по проблеме предложения включены в «Региональную программу защиты населения от воздействия ионизирующего излучения в Донецкой области на 2003-2007 г.г.».

Поступила в редакцию 13.05.04

УДК 502.7+614

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ОБЛУЧЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА РАДОНОМ

Кутовой В.А., Коновальчик М.В.
Автомобильно-дорожный институт
Донецкий национальный технический университет

В работе охарактеризованы источники появления радона в жилых зданиях, выделены аспекты опасности радона, изложена методика прогнозирования заболевания раком из-за действия радона с учетом важности этой проблемы для Украины.

В последние годы наряду с другими экологическими проблемами экологи и медики разных стран стали акцентировать внимание на проблеме радона. Среди источников естественной радиации, включая и Космос, наибольшую опасность для всех нас представляет газ радон – невидимый, не имеющий вкуса и запаха, химически инертный газ (в 7,5 раза более тяжёлый, чем воздух). Природный источник радона – урановые и ториевые руды, в процессе распада которых возникает самый важный для нас изотоп – радон - 222. Ещё одним радиоизотоп радона – радон – 220 (торон), продукт распада тория - 232.

Согласно данным НКДАР ООН (Научного комитета по действию атомной радиации Организации объединённых наций), вместе со своими дочерними продуктами радиоактивного распада радон ответственен примерно за 75% годовой индивидуальной эффективной эквивалентной дозы облучения, получаемой населением от земных источников радиации, и примерно за половину этой дозы от всех естественных источников радиации (при среднегодовой эффективной эквивалентной дозе от естественной радиации 2,75 мЗв на долю радона приходится 1,22 мЗв). При этом вклад в суммарную дозу облучения у радона - 222 примерно в 20 раз больше, чем у радона - 220.

Радон высвобождается из земной коры повсеместно, но его концентрация в наружном воздухе существенно различается для разных точек земного шара. Основной путь проникновения радона в помещение – это грунт. Как в форме диффузии, так и через естественные разломы и трещины (в помещении тоже). Поскольку радон в 7,5 раза тяжелее воздуха, то он концентрируется преимущественно в приземных слоях атмосферы. Другой путь – вода. Радон, растворённый в ней, поступает к нам в жилище прямо по водопроводу.

Ещё один путь, вернее источник, - стройматериалы. Особенно много радия и тория – “прародителей” радона – в глинозёме (500 – 1400 Бк/кг),

фосфогипсе (около 600 Бк/кг) и кальций-силикатном шлаке (более 2000 Бк/кг). Не говоря уж об отходах урановых обогатительных предприятий (более 4500 Бк/кг), которые из-за их дешевизны и недостаточного осознания опасности также использовались в качестве строительного материала (в тех же США, где по данным американских исследователей из тысячи человек, живущих в настоящее время, три – четыре человека умирают от рака легких (0,003 – 0,004), обусловленного радоном. Это относится к концентрации радона 25 Бк/м³ и более. Причем, заболеваемость раком при концентрации радона 200 Бк/м³ составит уже 0,03-0,04. Не так уж мало радия и тория в граните (около 170 Бк/кг) и в кирпиче (около 130 Бк/кг). Для сравнения: у дерева – 1,1 Бк/кг). Но за блага цивилизации (тёплый дом, водопровод, газ и т.д.) за желание иметь всё это за умеренную цену (дешёвые стройматериалы, нередко – отходы производства) приходится платить “радоновую цену”.

В малых количествах растворённый в воде радон полезен и оказывает лечебное воздействие на организм человека. Радон, в силу своих свойств, после рождения, начинает свою миграцию по трещинам, пустотам и оказывается в воздухе, которым мы дышим. Как ни парадоксально это звучит, но основную часть радона человек получает, находясь в закрытом, непроветриваемом помещении. В плохо проветриваемых помещениях содержание радона повышается в сотни и тысячи раз.

Радон, попадая в организм, сразу же поражает железы внутренней секреции, гипофиз, кору надпочечных желез. Это вызывает одышку, сердцебиение, мигрень, тревожное состояние, бессонницу. Иногда развиваются злокачественные опухоли в лёгких, печени, селезёнке. Поэтому в отдельных домах или квартирах часто отмечается более высокий процент злокачественных опухолей. Концентрация радона очень непостоянна. Она зависит от осадков (сильный ливень способен уменьшить её в 2...3 раза), времени суток (максимум – в полночные часы, минимум – в полуденные), атмосферного давления (с его увеличением концентрация радона падает), толщины снежного покрова (который затрудняет выход радона) и многих других факторов.

В этом плане, к сожалению, ни Украина в целом, ни Донбасс в частности, не являются счастливым исключением. Облучение населения Украины природным радоном за всю жизнь примерно в 75 раз превышает общее облучение от всех техногенных причин, включая аварию на Чернобыльской АЭС. Годовая доза облучения от естественных источников для жителей Украины составляет 4,5 миллизиверта, что значительно больше среднемирового уровня – 2,4 миллизиверта, причём 80% всей природной дозы в Украине обусловлено именно продуктами распада радона. Такие выводы сделаны заместителем директора Украинского НИИ экологических проблем Григория Коваленко и научного директора

международного Чернобыльского центра Константина Руди, издавших монографию “Радиоэкология Украины”.

Авторы монографии обращают внимание общественности на то, что сегодня в Украине проблемы, связанные с Чернобыльской катастрофой, решаются хотя бы частично, в то время как проблемы радона и других источников излучений замалчиваются. Хотя из изложенного выше видно, что эта проблема для населения Украины на сегодняшний день более актуальна, чем чернобыльская. Если в оценке радиационной ситуации в Украине руководствоваться сугубо чернобыльскими нормативами, то “четвёртой” чернобыльской зоной можно было бы объявить значительную часть Украины, прежде всего Донбасс, Днепропетровскую область, Киев и другие регионы.

Основным источником поступления радона в воздух жилых помещений в большинстве регионов Украины является подстилающий грунт, что обусловлено его геохимическими особенностями. Причиной тому является так называемый Украинский кристаллический щит – тектоническая структура, проходящая с севера на юг Украины и занимающий около 30% всей территории. Состоит этот щит из гранитов и других кристаллических пород, которые характеризуются повышенной радиоактивностью, обусловленной повышенным содержанием трансурановых элементов, продуктом распада которых является радон. Выделение (просачивание) радона из грунта зависит от многих причин, связанных с местом строительства и строительной деятельностью: геологическое строение участка строительства, наличие горных пород, крутизна рельефа и т.д. Как показали исследования, проводившиеся в последние годы на территории Украины, радон на сегодняшний день является основным дозосоздающим фактором.

Поступление радона в воздушное пространство здания происходит за счет естественной воздухо- и газопроницаемости строительных материалов, наличия трещин, возникающих при сооружении и эксплуатации зданий, отопительной системы, ландшафтной привязки зданий. Несмотря на значительную плотность радона ($9,73 \text{ кг/м}^3$ при $T=0^\circ\text{C}$ и $P=1 \text{ атм.}$), наблюдается его перемешивание с воздухом и некоторая циркуляция в замкнутом объёме. Этому способствует и повышенное перемещение воздуха вследствие проветривания помещений, наличия открытых источников отопления. Распространение радона по зданию объясняется затягиванием его в общее движение воздуха, которое вызвано разницей давления на отдельных участках из-за перепада высот, функционирования систем вентиляции, особенностями воздухообмена. Значительную роль играют планировочные решения здания, его поверхность.

Проблемой выделения радона в зданиях впервые занялись в Швеции и в 60-х годах были опубликованы результаты измерения концентрации

радона в 225 домах, в некоторых из которых она оказалась очень высокой. Затем через 20 лет были опубликованы результаты массовых обследований жилых домов, благодаря которым были выявлены дома, где выделения радона были столь значительны, что при постоянном пребывании в них жильцы могли получить такую же дозу радиации, что и шахтеры урановых рудников. Таким образом, проблема радона стала центральной в национальных радиэкологических программах многих стран мира.

Ядра ^{222}Rn в процессе радиоактивного распада излучают α – частицы, превращаясь в ядра ^{218}Po , при альфа-распаде которых образуется ^{214}Pb . Этот радионуклид вследствие бета-распада превращается в ^{214}Bi , что, в свою очередь, после бета-распада создает ^{214}Po . Следствием альфа-распада ^{214}Po является относительно долгоживущий ^{210}Pb (с периодом полураспада 23,3 года) и наконец – стабильный изотоп ^{206}Pb как конечный продукт.

Самым простым путем измерения концентрации потенциальной альфа-энергии короткоживущих дочерних продуктов распада радона является определение равновесной эквивалентной концентрации активности (Seq) ^{222}Rn . Это концентрация активности (объемная активность) такого количества ^{222}Rn , которая, находясь в кинетическом равновесии со своими короткоживущими дочерними нуклидами, создавала бы концентрацию потенциальной альфа-энергии, которая равна энергии, фактически излучаемой неравновесной смесью этих радионуклидов с учетом уравнивающего коэффициента F.

Для количественной оценки воздействия радона на человеческий организм в радиоэпидемиологии используется условная единица измерения экспозиции радона – месячный рабочий уровень (МРУ) введенный врачами при обследовании шахтеров урановых рудников. При этом один рабочий уровень радона (РУ) равен любой комбинации его короткоживущих дочерних продуктов в 1 л воздуха, излучающих альфа-частицы с суммарной энергией $1,3 \cdot 10^5$ МэВ. Приблизительно такую же концентрацию потенциальной альфа-энергии создают короткоживущие дочерние продукты, находящиеся в равновесии с активностью ^{222}Rn 3700 Бк/м³. За один рабочий месяц принимается период времени длительностью 170 ч. Соответственно считается, что человек получает 1 МРУ, если он в течение 170 ч вдыхает воздух с концентрацией альфа-энергии радона 1 РУ.

Для человека наиболее опасными являются аэрозольные частицы дочерних продуктов диаметром до 0,7 мкм, которые сорбируются пылью и влагой и, проникая в верхние дыхательные пути, прочно оседают в них и, вследствие огромной ионизирующей способности (1 частица вызывает ионизацию 100-140тыс. пар молекул), создают опасные локальные источники альфа-излучения. Вследствие многофакторности зависимости дозы облучения от условий нахождения, анатомических особенностей

органов дыхания человека и т.д. соотношение между временем и эквивалентной дозой облучения устанавливают, сравнивая риск фатального рака легких на единицу экспозиции радона и на единицу эквивалентной дозы другого типа излучения, дозу которого возможно измерить.

Таблица 1 – Потенциальная энергия альфа-излучения дочерних продуктов ^{222}Rn

Продукт (нуклид)	Период полу- распада	Потенциальная энергия альфа-излучения			
		на атом		на единицу активности	
		МэВ	$1 \cdot 10^{-12}$ Дж	МэВ/Бк	$1 \cdot 10^{-12}$ Дж/Бк
^{218}Po	3,05 мин	13,69	2,19	3615	5,79
^{214}Pb	26,8 мин	7,69	1,23	17840	28,6
^{214}Bi	19,9 мин	7,69	1,23	13250	21,2
^{214}Po	164 мкс	7,69	1,23	$2 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-6}$
<i>E_{общ.}*</i>				34710	55,6

Примечание: *E_{общ.}* - общая энергия нуклидов (в равновесии) на 1 Бк активности радона.

За время экспозиции T обычно принимается период в один год. Таким образом, время кумулятивной экспозиции является дозовым эквивалентом радонового излучения. Поскольку $1 \text{ МэВ} = 1,602 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$, то 1 МРУ соответствует $3,54 \text{ (мДж} \cdot \text{ч)/м}^3$, и наоборот, $1 \text{ (мДж} \cdot \text{ч)/м}^3 = 0,282 \text{ МРУ}$. В соответствии с рекомендациями МКРЗ (Международной Комиссии по радиационной защите), при расчетах предусматривается, что уравнивающий фактор составляет 0,4 и, что среднестатистический человек находится ежегодно приблизительно 2000 ч в производственных помещениях или 7000 ч в жилых (0,8 всего времени жизни). Тогда ежегодная экспозиция на 1 Бк/м^3 составит $4,45 \cdot 10^{-3} \text{ (мДж} \cdot \text{ч)/м}^3$ ($1,26 \cdot 10^{-3} \text{ МРУ}$) на производстве или $1,56 \cdot 10^{-2} \text{ (мДж} \cdot \text{ч)/м}^3$ ($4,4 \cdot 10^{-3} \text{ МРУ}$) – в жилых помещениях.

Как свидетельствуют исследования частоты рака легких среди шахтеров урановых рудников и представителей других профессий, дозы облучения за годы работы в шахтах составляют от нескольких десятков до десятков тысяч МРУ, а дозовый коэффициент может составлять в среднем 5,06 мЗв на 1 МРУ. При этих расчетах имелось в виду, что уравнивающий фактор между радоном и его дочерними продуктами $F=0.4$ и среднегодовая продолжительность пребывания в радоноопасном производственном помещении составляет 2000 ч.

Если опасность радонового облучения для шахтеров оценивается в общем-то однозначно, то оценить отрицательный эффект радонового облу-

чения в зданиях очень сложно. Некоторые исследователи пытаются сравнить по частоте рака легких регионы, отличающиеся по геолого-грунтовым условиям и, соответственно, по концентрации активности радона в зданиях. Однако в таких исследованиях трудно учесть влияние других факторов риска: отличия региона по степени урбанизации и индустриализации, загрязненности окружающей среды химическими отходами производства, уровнем и характером жизни людей, характером питания, процентом курящих и т.д. Так например, табачный дым, сам по себе содержащий элемент ^{210}Po , создает в воздухе мелкодисперсные аэрозольные частицы, которые впитывают радионуклиды, становясь своеобразными их переносчиками, доставляют их в бронхи и легкие. По мнению специалистов, курение увеличивает риск радонового облучения в среднем в 10 раз. Согласно данным международной организации здравоохранения (МОЗ) в мире в среднем из 100 человек, умирающих от рака легких 90 человек – это курильщики.

Поэтому риск радонового облучения для людей в зданиях правильно оценивать путем экстраполяции результатов онкологических обследований шахтеров. При этом подразумевается, «беспороговый эффект», то есть отсутствуют граничные эффекты в пределах действия малых доз радиации. При этом нужно учитывать, что мощность и эффективность систем вентиляции в шахтах гораздо выше, чем в зданиях, и поэтому в воздухе жилых помещений содержание радиоактивных аэрозольных частиц диаметром менее 1 мкм несколько выше.

Методика оценки медико-биологических последствий облучения радоном, согласно рекомендациям МКРЗ, предусматривает использование в качестве критериев фатальный риск, то есть вероятность заболевания раком легких за время жизни, и коэффициент фатального риска, подразумевающий степень увеличения вероятности рака легких на единицу экспозиции радона. В этом случае используются проекционные модели риска (ПМР), представляющие собой эмпирические регрессионные уравнения, построенные на основе корреляции статистических данных относительно смертности людей от рака с кумулятивной (накопительной) экспозицией. Например, составленная в Германии ПМР смертности шахтеров имеет вид:

$$re(x) = ro(x) \cdot s(te, x) \cdot P_p(te) \cdot \varphi(T), \quad x > te,$$

где $re(x)$ – скорость смерти от рака в данной облученной популяции в возрасте риска x ; $ro(x)$ – фоновая скорость смерти в том же возрасте риска x при отсутствии радонового облучения; $s(te, x)$ – функция снижения восприимчивости организма к раку с возрастом. Например, функция $s(te, x)$ от 0,036 на 1 МРУ в возрасте облучения $te=20$ лет до 0,017 на 1 МРУ в возрасте $te=60$ лет; $P_p(te)$ – кумулятивная экспозиция в возрасте облучения

t_e ; $T=x-t_e$ – латентный период времени, длящийся от момента окончания облучения до момента образования рака. Имеет значения $\varphi(T)=0$ при $T<4$ года (минимальное значение латентного периода); $\varphi(T)=0,25$ при $4<T<8$ лет; $\varphi(T)=1$ (максимальное нормированное значение этой функции) при $8<T<12$ лет; $\varphi(T)=\exp[-(\ln 2/10) \cdot (T-12)]$ при $T=12$ лет.

Данная методика, согласно мнению экспертов МКРЗ, на сегодняшний день является самой достоверной. Например, согласно этой методике, фатальный риск рака легких для шахтеров, проработавших в шахте с 18 до 64 лет при ежегодной экспозиции 2 МРУ радона, увеличивался на 0,026 (дополнительно к фоновому 0,042). Отсюда можно заключить, что прирост риска на единицу экспозиции составил $0,026/2 \cdot 47 = 2,8 \cdot 10^{-4}$ на 1 МРУ, или же $7,9 \cdot 10^{-5}$ на 1 (мДж·ч)/м³

Экспертами МКРЗ на основе многочисленных исследований рекомендован этот коэффициент фатального риска для использования в радио-эпидемиологических расчетах как для профессиональных работников, так и для населения. При этом нужно учитывать, что хотя дозовый коэффициент для населения 1 МРУ (3,88 мЗв) меньше, чем для профессионалов (5,06 мЗв), ежегодное время экспозиции в жилищах составляет 7000 ч, а не 2000 ч.

Например, при средней объемной активности радона в жилищах Украины 50 Бк/м^3 это будет соответствовать экспозиции $50 \cdot (4,4 \cdot 10^{-3}) = 0,22$ МРУ ежегодно. То есть, при населении Украины в 48 млн. чел. ежегодно умирают от рака, вызванного облучением радоном $2,8 \cdot 10^{-4} \cdot 0,22 \cdot 40 \cdot 10^6 \approx 3000$ чел.

По мнению экспертов МКРЗ, радон, средняя объемная активность которого в жилых помещениях в разных странах мира составляет в среднем около 40 Бк/м^3 , вызывает 10% регистрируемых ежегодно в мире заболеваний раком легких (карцинома, аденокарцинома, шелухоподобная карцинома). Кроме этого, радон может быть причастен к поражению клеток эпителия бронхов, увеличению риска рака желудка, мочевого пузыря, прямой кишки, кожи, поражения костного мозга, сердечно-сосудистой системы, печени, щитовидной железы, половых желез. Кроме этого, весьма возможны в будущем отдаленные генетические последствия радонового облучения.

Поступила в редакцию 13.05.04

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОДРАБОТКИ г. ГОРЛОВКИ

Сирик А.Г., Пушкина О.Н., Кирпа О.В.

Автомобильно-дорожный институт

Донецкого национального технического университета

Приведен комплекс экологических, социальных и экономических проблем, связанных с деформациями земной поверхности на территориях городов Центрального Донбасса, подработанных пластами крутого падения. Возникающие при этом уступы земной поверхности приводят к разрушению зданий, дорожных покрытий, сетей инженерных коммуникаций. Это привело за десятилетия подработки города Горловки к выходу из строя сотен километров дорожных покрытий и более 40% потерь дефицитной питьевой воды.

Город Горловка расположен на главной антиклинали Донбасса непосредственно над богатым угольным месторождением и накануне закрытия трех шахт (до 1997 г.) в зоне влияния горных работ находился 61% застроенной территории города. Это создало с течением десятилетий добычи угля комплекс экологических, социальных и экономических проблем.

Горловские шахты отрабатывают пласты крутого падения, при этом кроме обычного набора деформаций земной поверхности (оседания, горизонтальные сдвигения, горизонтальные деформации, наклоны) добавляются и принимают главенствующую роль сосредоточенные деформации в виде уступов.

Механизм образования уступов состоит в консольном прогибе крутопадающих пластов с последующим скольжением отдельных блоков породного массива на участках слабых контактов между ними[1].

Наблюдения за сдвигениями шахтного поля в целом и за отдельными уступами показали, что рост уступа вызван разной скоростью оседания смежных блоков пород.

Первые упоминания об уступах именно в Горловке относятся к 1939 году, но громко о себе они заявили в 1956 году, когда начали разрушаться новые дома пос. шахты им. Гагарина, проект которого был согласован в 1953 году без конструктивных защитных мероприятий и представлял собой хорошо спланированный красивый микрорайон с общественным центром и 2,3 и 4 – этажными зданиями. В течение месяца работала правительственная комиссия, возглавляемая зам. министра и пришла к

выводу, что причиной деформаций 8 зданий явились «террасы» на земной поверхности высотой, как сказано в акте 16 см. Особое мнение представителя ВНИМИ внизу акта о том, что «террасы» имеют высоту не 16 а 36 см. Это показывает, что наука о сдвигениях земной поверхности к этому времени отстала от потребностей практики и не была готова ни объяснить явление, ни даже дать методику его измерения.

Но Украинский Филиал ВНИМИ сразу же начал наблюдения этих сосредоточенных деформаций и в 1960 и 1961 г. появились первые статьи М.А.Июфиса с расчетными формулами высоты уступа. К сожалению, они оказались проигнорированными, и многие микрорайоны Горловки продолжали застраивать по ВТУ 01-58 (Временные технические условия проектирования и строительства зданий и сооружений на угленосных площадях Донецкого угольного бассейна), а затем по СН 289-64 (Указания по проектированию зданий и сооружений на подрабатываемых территориях).

В этих документах упоминается, что в случае возможности появления на земной поверхности уступов, рекомендации и способы расчета, изложенные в них к таким условиям неприменимы. Но анализ застройки кварталов Горловки как раз и показывает, что они застроены на основании именно этих документов без расчета на влияние уступа, например здание 1-го корпуса АДИ ДонНТУ, сданного в 1969 году. А уже при проектировании зданий столовой и учебных мастерских обнаружилось, что на этом участке расчетная высота уступа 10 см.

Печальный опыт был получен в 60-е годы и в восточной части города – начали разрушаться двухэтажные дома поселка Октябрьский. Донецким ПромстройНИИпроектom были разработаны рекомендации по усилению домов стальными стяжками, и внедрены на многих зданиях. Впоследствии – в 70-80-х годах обнаружилось, что стяжки не защитили домов, поскольку разрушения их начались с фундаментов, усилению которых не было уделено внимания.

Из-за большого объема трудовых и материальных затрат при специфических многолетних наблюдениях за процессом образования уступов с 1974 года наблюдения были переданы Горловскому Филиалу ДПИ, -- кафедре инженерной геодезии и проектирования дорог, возглавляемой В.И.Черняевым. Финансировало наблюдения ПО «Артемуголь». Перед городом встала в 70-е годы проблема поиска площадей для нового строительства (годовой план строительства был 100 тыс.м² – это 2 тыс. квартир в среднем при квартирной очереди в горисполкоме 18 тыс.).

Следует отметить активную роль горисполкома в развертывании наблюдений и научных исследований – с 1975 по 1980 г.г. велась крупная хоздоговорная тема, по которой УКС горисполкома финансировал 100 тыс. рублей. Благодаря этим наблюдениям и исследованиям (15

наблюдательных станций суммарной длиной 40,2 км, с количеством реперов 6500) были разработаны рекомендации по застройке микрорайонов «Комсомольский» и Зakanального («Строитель»), а после был рекомендован 88 квартал.

Микрорайоны «Комсомольский» и «Строитель» проектировщики «Донбасгражданпроекта» намечали построить 5-этажными жилыми домами, так как из-за ожидаемой высоты уступа (19 см на микрорайоне «Строитель») высотное строительство не допускалось.

На основании данных наблюдений под руководством В.И.Черняева удалось доказать, что на микрорайоне «Комсомольском» уступов вообще не будет, а на «Строителе» они будут не 19, а 9 см. 9-этажная застройка начала проектироваться после апреля 1982 г., когда ВНИМИ письмом на имя председателя горисполкома А.Ф.Фомина разрешил принять ожидаемую высоту обратных уступов $h_y = 10$ см (письмо ВНИМИ № 11-1305 от 21.04.82 г.).

Всего за последние 30 лет в городе уступами было разрушено больше 100 многоэтажных зданий и десятки домов одноэтажной застройки: улицы Болотникова, Стожко, Пионерская, Рылеева, проспекты Победы и Ленина, поселки Октябрьский и шахты им. Гагарина.

Каплей, переполнившей «чашу» было падение ночью 16 августа 1987 года 2-х подъездов частично отселенного аварийного 4-х этажного жилого дома со встроенными книжными магазинами – Победы, 33 (погиб 1 чел.).

Началось массовое обследование зданий города и на конец 1987 г. было установлено, что в городе 46 аварийных жилых домов (57 тыс.кв.м, 924 семьи) и 29 соцкультобъектов (9 больниц, 8 школ, 9 детских садов, 3 клуба), 270 км водопровода имеют 100% износ, 1877 жилых дома пришли в ветхое состояние.

14 апреля 1988 г. в Москве состоялось совместное заседание Коллегии МУП СССР и исполкома Донецкого областного совета народных депутатов, на котором было рассмотрено состояние социально-бытовых условий Центрального района Донбасса.

Было принято достаточно весомое Постановление №24а, в котором кроме чисто запретительных мер (запрещена отработка 6 щитовых лав под центром города шахтами «Кочегарка» и им. Ленина) были и созидательные. В том числе институту «Днепрогипрошахт» была поручена разработка комплексных проектов защиты городов Горловки, Енакиево и Дзержинска, отпущены средства МУП на научные разработки в этом направлении. В УФ ВНИМИ был впоследствии создан Инженерный центр (для его размещения надстроен этаж) с группой при ПО «Артемуголь», сектор внедрения его разработок в Горловке и еще три ремонтно-строительные организации по восстановлению и усилению зданий.

Примерно с 1990 года началось массовое усиление и восстановление предаварийных, иногда и аварийных (Пионерская-2 и 5, Горького-9)

зданий – их десятки. В основу его был положен способ укрепления фундаментов обоймами. При этом не было уделено должного внимания инженерным сетям города.

К сожалению, все это почти полностью прекратилось в конце 1991 года по известным всем причинам. Много зданий были снесены, например, Ленина, 15, Победы, 33, Ленина, 57, 59, 61, целый ряд жилых домов на поселках шахт.

Эти события дали существенный толчок развитию науки об уступах, как элементе процесса сдвижения. Были установлены: геометрические параметры уступов, распределение уступов по высоте, разработаны методики съемки поверхности и профиля уступов и трассирования их на поверхности шахтного поля – все это было выполнено в АДИ ДонНТУ.

Планы трасс уступов всего южного крыла протяженностью более 13 км были переданы в 1984 г. Украинскому институту проектирования городов «Гипроград» по его просьбе для разработки генплана города.

Характерно, что до сих пор действующие нормативные документы считают прогнозирование местоположения уступов невозможным, а сам уступ при расчетах фундаментов считают ступенькой [4,5,6].

Работами АДИ ДонНТУ доказано, что уступ является ступенькой только на контакте коренных пород с наносами. Мощность наносов различная, но чаще не менее 5 м и именно в них расположены фундаменты, трубопроводы, а на поверхности – дорожные покрытия и верхнее строение железнодорожных путей или трамвая.

Как показано нашими исследованиями, геологические разрезы участков будущего строительства могут указать с достаточной степенью вероятности местоположение будущих уступов – это контакты прочных и слабых пород, угольные пласты и пропластки, другие поверхности со слабым сцеплением слоев.

В настоящее время исследуются уравнения выпуклой и вогнутой кривизны уступов и взаимодействие с кривизной в наносах фундаментов сооружений, трубопроводов и конструкций дорог.

Потери воды на коммуникациях из-за постоянных порывов сетей составляют до 44%. В городе 1300 км водопроводных и канализационных сетей. Более 80% из них являются сработанными, и имеют 2 и даже 3 срока эксплуатации, они выходят из строя как от изношенности, так и от деформаций подработанной земной поверхности.

В конце 80-х - начале 90-х годов городу удалось свести до минимума количество аварийных зданий путем решительных совместных усилий проектировщиков, строителей, руководства города и ПО «Артемуголь», этому способствовали значительные финансовые вливания.

С инженерными сетями не было сделано ничего. Решение проблемы мы видим в капитальных вложениях в замену изношенных сетей и

установке компенсаторов в местах вероятного образования уступов, как это давно выполняется на газовых сетях. Мы готовы определить эти места, вычислить высоту и основные параметры будущих уступов, рассчитать напряжения в трубопроводах от влияния горных работ.

Второй «больной» проблемой у нас является крайне неудовлетворительное состояние улиц и дорог. Почему у нас плохие дороги? Город имеет автодорожный институт, и на этот вопрос легко дадут ответ две кафедры дорожников: их никогда и не строили так, чтобы они отвечали нормативным требованиям даже в обычных условиях, не говоря о том, что основание большинства дорог подработано [2,3].

Покрытие дороги будет прочным только на прочном основании с надлежащим водоотводом. Основание дорожных одежд улиц и дорог Горловки – огарки Никитовского ртутного комбината, не удовлетворяющие условиям прочности и водоустойчивости. Это ненадежное основание почти всегда переувлажнено теми 40% утечек воды из изношенных и подработанных водопроводных сетей.

Разбитые дорожные покрытия, лужи воды на уступах и неопрятный вид транспортных средств – все это далеко от понятий современной экологии, эстетической удовлетворенности и социального благополучия.

Литература

1. Сирик А.Г. Прогноз геометрических параметров уступов на земной поверхности при разработке свит крутых пластов в Донбассе. Дисс. канд.техн. наук. Донецк, 1990. – 204 с.
2. Пеньков В.А., Сирик А.Г. Перспективы исследований влияния локальной кривизны на городские улицы и дороги Донбасса// Містобудування та територіальне планування: - К.: КНУБА, 2000. – Вип.6. – с.126-133.
3. Пеньков В.А., Сирик А.Г. Систематизация уступов на подрабатываемых улицах и дорогах // Містобудування та територіальне планування: - К.: КНУБА, 2001. – Вип.8. – с.137-145.
4. СНИП 2.01.09-91. Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах. – М.: АПП ЦИТП, 1992. – 32с.
5. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. //МУП СССР. М.: Недра, 1981. 288 с.
6. Методические указания по прогнозу сдвижений и деформаций земной поверхности и определению нагрузок на здания при многократных подработках. – Л.: ВНИМИ, 1987. – 94 с.

Поступила в редакцию 13.05.04

ОПЫТ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ НА ФИЗИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ ДОННТУ

Г.С. Клягин, В.И. Ростовский, А.С. Бондарь
Донецкий национальный технический университет

Рассмотрен опыт экологической подготовки на ФМФ ДонНТУ специалистов по направлениям подготовки «Инженерное материаловедение», «Энергетика», «Металлургия» и «Экология». Приведено основное содержание изучаемых экологических дисциплин, направленных на повышение экологической безопасности конкретного металлургического передела.

Интенсивная урбанизация приводит к постоянному увеличению антропогенной нагрузки на окружающую среду, т.е. увеличение удельного веса выбросов вредных веществ на единицу валового внутреннего продукта. Развитие, при котором существует несогласованность темпов экономического роста с требованиями экологической безопасности, доминирование природоёмких отраслей, значительная часть ресурсо- и энергоемких технологий, является несовместимыми с современными мировыми тенденциями, которые являются наследием снижения энергоэффективности и резкого ухудшения структуры украинской экономики.

Только сбалансированное решение социально-экономических задач с условием сохранения природной среды с целью удовлетворения жизненных потребностей нынешних и будущих поколений обеспечит целостное рассмотрение проблем, связанных с выживанием человечества в условиях эколого-экономического кризиса. Интеллектуальный потенциал является основным источником проведения экологической реструктуризации, которая обеспечит разработку и внедрение в производство передовых энерго- и ресурсосберегающих технологий.

Среди новых важнейших научных и образовательных программ на протяжении последних лет на физико-металлургическом факультете ДонНТУ успешно развивается экологическое направление подготовки специалистов, которое во всем мире приобретает первостепенное значение.

Черная металлургия является одной из материало- и энергоемких отраслей промышленности и основным источником загрязнения окружающей среды. Перспективой развития этой отрасли в Украине будет повышение экологической безопасности за счет организации малоотходных технологических процессов с полной комплексной утилизацией вторичных ресурсов.

Ведущая роль в решении этой проблемы отводится подготовке бакалавров, специалистов и магистров по основным специальностям производства черных металлов. На основе многолетних научных исследований,

проведенных на кафедре руднотермических процессов и малоотходных технологий (РТП), по указанной проблеме на физико-металлургическом факультете сформировалась научная школа повышения экологической безопасности металлургического производства, которая является ведущей в регионе Донбасса. На факультете организовано изучение экологических дисциплин по четырем направлениям подготовки: «Металлургия», «Экология», «Инженерное материаловедение» и «Энергетика». По направлению «Металлургия» экологические дисциплины читаются студентам для специальностей «Металлургия черных металлов», «Обработка металлов давлением», «Термическая обработка металлов» и «Промышленная теплотехника». По направлению «Инженерное материаловедение» - для специальностей «Прикладное материаловедение» и «Металловедение», а по направлению «Энергетика» - для специальностей «Теплоэнергетика» и «Тепловые электрические станции». По направлению «Экология» на кафедре РТП ведется подготовка специалистов по специальности «Экология и охрана окружающей среды» со специализацией «Экология металлургии» (одной из четырех в университете).

Непрерывное экологическое образование на факультете начинается на ознакомительной практике на первом курсе обучения и заканчивается при выполнении дипломных проектов и работ. Студентам всех специальностей первых трех направлений читается курс «Основы экологии» и дополнительно для специальностей по направлению «Металлургия» – «Вторичные материальные и энергетические ресурсы и их использование». По первой дисциплине студенты также пишут рефераты и выполняют соответствующие расчеты по конкретной экологической проблеме, участвуют в студенческих научных конференциях и выполняют специальные темы по НИРС, которые используются в курсовом и дипломном проектировании. В дипломных проектах и работах студентами выполняется специальный раздел «Охрана окружающей среды», в котором рассматривается оценка воздействия на окружающую среду разрабатываемой технологии. Главными приоритетами данных дисциплин становится воспитание у студентов бережливого отношения к окружающей среде, рациональному использованию природных ресурсов и оздоровлению окружающей среды при решении задач по соответствующей проблеме в рамках конкретных специализаций.

Значительная часть курса «Основы экологии» посвящена изучению экологического образования на разных уровнях, а также принципов междисциплинарности, обусловленных необходимостью раскрытия единства и взаимосвязей окружающего мира, которые определяет каждая учебная дисциплина относительно к своей специфике, логике и структуре.

Для студентов специальности «Металлургия черных металлов» введен дополнительный курс «Охрана окружающей среды», который позволяет им рационально разрабатывать современные технологические процессы

с обеспечением экологической безопасности конкретного производства. В рамках этой специальности ведется подготовка бакалавров, специалистов и магистров по специализации «Ресурсосбережение и экологическая безопасность металлургического производства». При этом студенты дополнительно изучают нетрадиционные для металлургов дисциплины при подготовке бакалавров: «Ресурсо- и энергосбережение в металлургии», «Теория процессов окускования и переработки вторичных ресурсов», «Теория экологической безопасности металлургического производства», а при подготовке специалистов – «Основы рационального природопользования», «Современные технологии переработки вторичных ресурсов», «Технологические линии и оборудование объектов утилизации», «Современные металлургические процессы» и «Экологический менеджмент». Эти дисциплины способствуют разработке рациональных технологий с обеспечением повышения экологической безопасности основных переделов черной металлургии и отрасли в целом.

С 1995 года на кафедре РТП велась подготовка специалистов по направлению «Металлургия» специальности «Охрана труда и экология металлургического производства». Дополнительные дисциплины этой специальности являлись объединяющими для основных переделов черной металлургии и в них рассматривались кроме дисциплин по охране труда также «Экологическая безопасность металлургического производства», «Основы малоотходного металлургического производства», «Экологическая экспертиза технических проектов» и «Теоретические основы и техника защиты воздушного и водного бассейнов».

С 1998 года факультет приступил к подготовке специалистов-экологов по направлению «Экология» специальности «Экология и охрана окружающей среды» со специализацией «Экология металлургии». Это явилось существенным вкладом ученых факультета в развитие теории и практики повышения экологической безопасности черной металлургии и, особенно, для экологически напряженных регионов каким является Донбасс.

При подготовке бакалавров по специализации «Экология металлургии» кроме общих нормативных экологических дисциплин «Экологическое право», «Ландшафтная экология», «Экология человека», «Геохимия окружающей среды», «Заповедное дело», «Экология городских систем» преподавателями кафедры РТП разрабатываются и читаются следующие дисциплины, учитывающие специфику производства черных металлов: «Основы общей экологии и неэкологии», «Экономика природопользования», «Экологическая экспертиза», «Организация управления в экологической деятельности», «Мониторинг окружающей среды», «Нормирование антропогенной нагрузки на окружающую среду», «Экологическая безопасность», «Моделирование и прогнозирование состояния окружающей среды».

Кроме вышеприведенных дисциплин, а также специальных дисциплин по переделам черной металлургии, для студентов специализации «Экология металлургии» разработаны и читаются следующие дисциплины экологической направленности: «Минерально-сырьевые ресурсы черной металлургии», «Подготовка и переработка железорудного сырья», «Проектирование технологических линий и комплексов», «Ресурсосберегающие технологии в черной металлургии», «Теоретические основы и техника защиты воздушного и водного бассейнов» и «Современные процессы комплексной переработки вторичных ресурсов».

После изучения указанных дисциплин базового высшего образования специалист учебно-квалификационного уровня бакалавр получает фундаментальные и специальные знания по общему направлению деятельности, которые достаточны для выполнения заданий и обязанностей определенного уровня профессиональной деятельности, предусмотренных для первичных должностей в конкретных цехах, отделах и службах предприятий черной металлургии.

После успешной сдачи государственного экзамена по бакалаврату студенты по конкурсу зачисляются на дальнейшее обучение по учебно-профессиональной программе подготовки «Специалист» или «Магистр». Для студентов этих уровней преподавателями кафедры РТП читаются следующие специальные экологические курсы: «Экономика и управление природоохранной деятельностью», «Оценка воздействия металлургического производства на окружающую среду», «Экологическая безопасность при производстве черных металлов», «Оборудование объектов подготовки и утилизации отходов», «Автоматические системы защиты окружающей среды» и «Основы малоотходного металлургического производства». Кроме этих дисциплин дополнительно для квалификационного уровня «Магистр» читаются экологические дисциплины: «Экологический аудит» и «Методы моделирования и прогнозирования экологической безопасности».

Специалист учебно-квалификационного уровня «Специалист» с полным высшим образованием может выполнять на производстве функции, связанные с циклом его деятельности на предприятиях черной металлургии, а уровня «Магистр» дополнительно может выполнять научно-исследовательские, педагогические и управленческие функции в направлении экологической безопасности металлургического производства. Выпускники этой специальности востребуются соответствующими промышленными предприятиями и организациями.

Важной задачей в решении все возрастающих экологических проблем является последипломное обучение. Ученые факультета передают свой опыт на курсах повышения квалификации специалистов основных промышленных предприятий и объединений в области экологической безопасности, а также ведут обучение студентов заочной формы по специ-

альности «Экология» в Донецком филиале государственного института повышения квалификации и переподготовки кадров министерства охраны окружающей среды Украины. Кроме того, ведущие специалисты факультета консультируют и принимают участие в экологической экспертизе проектной документации на соответствующие объекты базовых отраслей промышленности Донбасса.

Реализация системы непрерывного вузовского и последипломного экологического образования позволяет предприятиям грамотно осуществлять экологическую политику при реструктуризации металлургического производства, на которых имеется возможность совершенствования основных технологических процессов с целью сокращения образования отходов, их подготовки и обезвреживания, а также комплексной утилизации.

Факультет, как и университет в целом, осуществляет широкое международное сотрудничество в области экологии. Неоднократно доклады наших ученых представлялись на международных конференциях, в том числе проводимых под эгидой Европейской экономической комиссии ООН. Преподаватели кафедры РТП постоянно повышают свой экологический уровень, в том числе проходят стажировку в ведущих странах мира (США, Япония, Франция, Чехия и др.)

Поступила в редакцию 13.05.04

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДРЕВЕСНОГО КУЛЬТУРЦЕНОЗА В ИНДУСТРИАЛЬНОЙ УРБОСИСТЕМЕ СТЕПНОЙ ЗОНЫ

Р.Г.Синельщиков

Донецкий национальный технический университет

Изложен экосистемно – биогеоценозный подход к структуре города. За основу принят биогеоценоз. Косная часть дополнена технотопом (здания, коммуникации и т.п.). В состав живой части введён гомоценоз (биосоциальная общность людей). Опровергается мнение о пониженных биоэнергетических возможностях древесной флоры в урбоценозах.

Древесный культурценоз (ДКЦ) – это биогеоценоз, в автотрофном блоке которого доминируют деревья, выращенные путём посева и посадки (8, 9).

Возникновение культурных сообществ (в том числе ДКЦ) – исторически обусловленный результат развития взаимоотношений между природой и обществом. Подсчитано (1), что до появления сельского хозяйства все наземные растения и животные могли поддерживать существование лишь 10 млн. человек. В настоящее время те 10 % суши, которые вспаханы, орошены и удобрены человеком, обеспечивают жизнь населения земного шара численностью свыше 6 млрд. человек. Постепенно процесс окультуривания затронул древесные сообщества: леса, парки, насаждения мелиоративного назначения и т.п.

Наряду с исторической, существует географическая обусловленность данного процесса. Нашими исследованиями в лесном (Свердловская и Тюменская области) и степном (Донецкая область) регионах установлено, что в лесной зоне ежегодно объём посева – посадки леса составлял 0,08 % от лесопокрытой площади, а в степной – 4,2 %.

“Матрицей” для ДКЦ служит естественный лес (silva). В связи с этим процесс приобретения древесным культурценозом признаков природного леса получил название “сильватизация”, а противоположный – “десильватизация”.

Возможность многочисленных сочетаний признаков обуславливает формирование разнообразных ДКЦ и необходимость классификации. Среди квалификационных принципов ключевая роль принадлежит народно-хозяйственному предназначению ДКЦ, или их функциональному статусу. Как минимум необходимы следующие подразделения.

1. Лесохозяйственные культурценозы, создаваемые на землях лесного фонда с целью организации продукционного лесопользования.

2.Защитно-мелиоративные насаждения, выращиваемые на различных по принадлежности землях и предназначенные для выполнения пертиненционных функций.

3.Селитебные ДКЦ, которые чётко ограничены на местности территорией населённых мест, играют saniрующую и дизайнерскую роль, имеют специфическую структуру, непрерывно поддерживаемую хозяйственной деятельностью.

В Украине приняты (12) категории городов в зависимости от количества жителей в

них: малые (до 50 тыс.), средние (от 50 тыс. до 100 тыс.), большие (от 100 тыс. до 250 тыс.), крупные (от 250 тыс. до 500 тыс. и от 500 тыс. до 1 млн.), крупнейшие (свыше 1 млн.). Последняя категория – это мегаполисы.

Крупный город в наши дни – это сложный природно-хозяйственный комплекс, а его территория – очаг самых напряжённых форм взаимодействия общества и природы. В Донецкой области, например, имеется 50 городов, в том числе Донецк (около 1.3 млн. чел.),

1

Мариуполь (до 600 тыс.), Макеевка (до 500 тыс.) и ещё несколько городов, относящихся к категории крупных. Города и посёлки городского типа занимают около 7 % площади области, однако на них приходится 90% населения, большинство загрязняющих атмосферу промышленных предприятий, до 80% % потребления пресной воды.

Городские поселения являются своеобразными ячейками в мозаичном биогеоценотическом покрове, а взятый в отдельности город – экосистемой. В городе она приобретает черты особой урбосистемы – “неустойчивой природно-антропогенной системы, составленной архитектурно-строительными объектами и резко нарушенными естественными экосистемами...” (6).

Структура экосистемы (по Тенсли) предусматривает взаимнопроникновение сообщества организмов – биома (продуценты, консументы, биоредуценты) и внешней среды – экотопа (климатоц, эдафотоп). В исходной структуре биогеоценоза (по Сукачеву) живую его часть (биоценоз) составляют фитоценоз, зооценоз, микробоценоз. Главными критериями их функционирования являются биологическая продуктивность и круговорот веществ.

Основоположник учения о биогеоценозе В.Н.Сукачев высказывался против введения в его состав человека. Однако некоторые авторы работ более позднего времени (2) определяют город как биогеоценоз, включающий в себя: гомоценоз (место проживания людей); техноценоз (объединение предприятий энергетической, добывающей и обрабатывающей отраслей промышленности); агроценоз (часть

окультуренного ландшафта, в котором производятся сельскохозяйственные продукты). В других работах (3) урбоэкосистема характеризуется как функция трёх подсистем: природной, социальной и технической.

Наш подход к структуре города как биогеоценозу близок к вышеуказанным. Фундаментальной его основой должна служить структура природного биогеоценоза. Живую часть - биогеоценоз составляют фитоценоз, зооценоз, микробоценоз и гомоценоз. В составе фитоценозов (автотрофный блок) объединяются все формы существования растительности по главному общему признаку – созданию первичной продукции. Для зооценоза характерна высокая степень антропофильности и доместикации. Специфичен и микробоценоз. Гомоценоз выделен из зооценоза как социальная общность людей. В косную часть городского биогеоценоза, кроме климотопа и эдафотопы, включается технотоп – здания, сооружения, коммуникации и т.п..

Урбоэкосистемы принадлежат к типу открытых. Они потребляют громадное количество энергии, топлива, добываемого, как правило, не на месте. Ни первичная продукция города (зерно, овощи, фрукты), ни вторичная (мясо, молоко) не могут прокормить население, их ввозят. Здесь не обеспечен баланс регенерации кислорода, в основном используются водные ресурсы сопредельных территорий. В больших городах импорт превышает экспорт в среднем в десять, а по отдельным статьям (строительный камень) – в сотни раз (4).

Город – система аккумулирующая. Часть веществ здесь выпадает из круговорота, оседает в водоёмах, откладывается в виде полуразложившегося вещества на почву, что приводит к образованию на естественных почвогрунтах мощного “культурного слоя”, состоящего из строительного материала и отходов города прошлых эпох. В некоторых городах с развитой горнодобывающей промышленностью образуется новый рельеф с огромными терриконами (Донецк и др.)

При оценке роли озеленения как средства экологической оптимизации городской среды нужно учитывать, что продуцирующий автотрофный блок городской экосистемы состоит не только из “зелёных насаждений общего пользования” (парков, скверов, бульваров), но и фруктовых садов, огородов личного пользования, естественной (природной, в том числе сорной) растительности.

2

В застроенной части городов доминирующая роль принадлежит древесным насаждениям. Нами установлено, что в центральной зоне Донецка ими занята половина территории, а площадь цветников, открытых газонов, полей и огородов совсем незначительна. Все они имеют искусственное происхождение, их развитие постоянно регулируется человеком, поэтому насаждения являются древесными культурценозами.

При определении роли ДКЦ в экосистеме города необходимо учитывать их пространственное размещение и функцию. В. Мазинг (4) выделяет здесь три уровня : макро- мезо- и микроструктурный.

Макроструктурный уровень охватывает зелёные массивы в черте города, расположенные в микрорайонах, у транспортных узлов города и достаточно крупных водоёмов.

Мезоструктурный уровень отражает местонахождение насаждений относительно улиц в пределах отдельных микрорайонов и делится на типы: межквартальный и внутриквартальный.

Микроструктурный уровень – характеризует размещение отдельных элементов озеленения (газонов, цветников, кустарников, деревьев).

В Донбассе детализация городских систем складывалась под ощутимым влиянием региональной специфики. В частности, многим донецким городам свойственна исторически обусловленная полицентричность. Дело в том, что при зарождении угледобывающей промышленности на этой территории сравнительно недалеко друг от друга возникали шахты и постепенно “обрастали” посёлками. По мере развития в них инфраструктуры городского типа эти концентры всё более сближались, что давало основание на каком-то этапе объединять их в город, сохраняющий в своей структуре несколько “центров”.

Зелёные насаждения городов Донбасса прежде создавались в основном стихийно, но в последний период и здесь стала видна архитектурно-планировочная система. Заметно стремление соединять защитные зоны вокруг промышленных предприятий, насаждения вдоль автодорожных магистралей с лесопарками, городскими парками. Городские парки, в свою очередь, связаны между собой сетью скверов и бульваров. С ними сочетаются уличные и линейные посадки, внутриквартальные озеленённые пространства, защитные и мелиоративные ДКЦ по берегам прудов и склонам балок и т.д. Резервом для увеличения площади зелёных насаждений являются неудобья, занимающие в пределах городов Донбасса до 9 % территории.

В Донецке на долю насаждений общего пользования приходится около 34 %, а ограниченного пользования и специального назначения – более 60 % всех насаждений города. В городе 30 парков, 60 скверов. Зелёные насаждения в застроенной части города, как показали наши исследования, занимают 51,4 % территории, в том числе парки и скверы – 12,0 %, насаждения бульваров – 2,8 %, уличные – 1,6%, внутриквартальные – 35 %. Остальная территория занята зданиями и сооружениями, детскими площадками, улицами, проспектами и бульварами, водоёмами, дорожно-тропиночной сетью.

Часто при характеристике городских ДКЦ недооценивается роль приусадебных насаждений. Между тем на них произрастает в Донецке 50%, а в Шахтёрске – 37% деревьев от общего их количества (7).

Многообразны также функции ДКЦ в рамках городской экосистемы. Важно установить, насколько необходимым, устойчивым и мощным по своему влиянию компонентом современного города они являются. В ряде публикаций (5) справедливо отмечается, что город любой величины должен стать не антиподом, а разумно организованной частью природы. В частности, предлагаются показатели соответствия функций зелёных насаждений потребностям населения: 1) биоэнергетические (физиологическая продуктивность биогеоценозов), 2) бионические (способность влиять

3

влиять на чистоту воздуха, уровень шума, скорость ветра и другие технические характеристики природных явлений); 3) биотопические (показатели пригодности биогеоценоза для обитания живых существ); 4) биоморфологические (комплекс признаков фитоценозов, например габаритов деревьев, пространственная мозаичность ландшафта и другие, способные влиять на состояние человека).

В аспекте этих групп показателей рассмотрим ряд изучавшихся нами вопросов функционирования городских насаждений. В дендрологической литературе утвердилось мнение, что биоэнергетические возможности древесной флоры в городах понижены. Придерживаясь нетрадиционного мнения по этому вопросу, полагаем, что наряду с некоторыми отрицательными факторами (повышенная загрязнённость среды, механические повреждения деревьев) в городе, по сравнению с лесом, проявляются определённые благоприятные для роста насаждений тенденции.

Во-первых, городские поселения формировались на удобных в ландшафтном отношении территориях, тогда как многие леса растут на болотах, сухих песках, крутосклонах, и т.д. В городах такие экстремальные условия сравнительно редки.

Во-вторых, гидрологический режим большого города по основным показателям отличается от регионального климата, причём часть этих особенностей также благоприятна для растений (10). Городские насаждения получают больше воды, чем лесные. В Донецке, например, годовое водопотребление, обеспечиваемое почти полностью за счёт внегородских источников, в пересчёте на общую площадь города практически эквивалентно годовой сумме осадков. Определённая доля этой добавочной влаги достаётся насаждениям. Кроме того, часть осадков, попадающая на крыши зданий и асфальтобетонные поверхности, не фильтруется, а стекает на открытую землю и питает растения.

В-третьих, имеет свои особенности мезоклимат города. Здесь наблюдается рост конвективной облачности и числа дней с туманами, что также приводит к увеличению осадков. Большое число прудов и водохранилищ на территории города обеспечивает высокую степень

аккумуляции поверхностного стока и нередко вызывает даже подтопление. И хотя часть влаги теряется в результате канализационного водоотведения, в целом водный баланс городских ДКЦ положительный. В условиях засушливого юго-востока Украины это имеет решающее значение для их роста.

Особым мезоклиматическим фактором существования городских насаждений является дополнительное тепло, излучаемое энергетическими системами и нагретыми солнцем асфальтовыми поверхностями. В результате, безморозный период в городе удлиняется на 10 – 12 дней. В атмосфере городов наблюдается увеличенное содержание углекислоты, что повышает у растений энергию фотосинтеза. Понятно, что отмеченные особенности наиболее рельефно проявляются именно в мегаполисах.

Создавая городские насаждения, необходимо предвидеть их дальнейшее развитие как с биологической точки зрения (сохранение необходимой площади питания, обеспечение более полного использования факторов среды и пространства), так и с планировочно-декоративной. Дело в том, что с возрастом изменяется габитус дерева, а это ведёт к изменению эстетического восприятия всего насаждения).

Тезис о благоприятных в целом условиях города для произрастания древесных насаждений подтверждён нами экспериментально в процессе изучения их динамики. Следует подчеркнуть, что для селитебных ДКЦ эта задача является даже более актуальной чем для лесохозяйственных. Дело в том, что, во-первых, площадь населённых мест в Донецкой области больше, чем лесов, а, во-вторых, изученность хода роста городских насаждений выглядит буквально “белым пятном” по сравнению с изученностью этих процессов в естественных лесах.

4

Для сравнения хода роста селитебных ДКЦ с лесными имеется существенное препятствие: в городах преобладают многочисленные интродуцированные породы деревьев, а в лесах произрастает относительно небольшое количество, представленное аборигенными видами. В связи с этим сопоставление проводили не по отдельным породам, а по двум группам: пород быстрого роста (так называемые “мягколиственные” породы - тополь бальзамический и тополь Болле) и пород умеренного роста (остальные виды деревьев, считающиеся “твёрдолиственными”).

В возрастной динамике насаждений по высоте нами были выделены три стадии:

- 1) ускоренного роста, 2) равномерного роста, 3) заторможенного роста.

Подмечена

характерная особенность: в городских культурценозах стадии роста по высоте значительно короче, чем в лесных натурценозах.

Возрастную динамику городских культурценозов по диаметру отличает своя специфика: непомерно большое по сравнению с лесными натурценозами превышение толщины. В результате, так называемая “относительная высота” (отношение высоты к диаметру) на селитебных территориях в 2-2,5 раза ниже. И что особенно важно, ежегодный прирост по высоте и диаметру у “городских” деревьев значительно выше, чем у лесных

В условиях городов по сравнению с лесом резко меняется характер распределения биомассы между основными морфологическими элементами дерева. При этом на 33 – 35 % снижается объём стволовой древесины, но увеличивается на такую же величину объём древесины в кроне. Это дало нам основания выдвинуть на 6-м съезде Всесоюзного ботанического общества в 1976 году принцип постоянства биомассы равновеликих деревьев.

Способность биогеоценозов влиять на физические характеристики природных явлений

(скорость ветра, уровень шума, температурный режим, влажность воздуха, механическую, микробиологическую и химическую чистоту воздуха, вод, водопроницаемость почвы, распределение снега и т.д.) отнесена к бионическим показателям.

Зелёные насаждения значительно изменяют микроклимат различных частей города. В Донецке нами изучалось их влияние на освещённость, температуру, относительную влажность воздуха. Выяснилось, что под воздействием древесных насаждений более оптимальной становится вся микроклиматическая структура промышленного города. Непосредственное воздействие испытывает 51 % городской территории. В наибольшей степени оно сказывается в парках и скверах, где в летние дни инсоляция относительно

открытых мест снижается в среднем на 66 % , температура – на 5 %, а относительная влажность воздуха увеличивается на 17%. Даже среди насаждений на улицах, проспектах и бульварах освещённость уменьшается на 57 %, температура – на 3 %, а относительная влажность воздуха - на 10 %. Внутриквартальные насаждения по степени влияния на микроклимат занимают промежуточное положение между парковыми и уличными ДКЦ.

Нами изучались также особенности городских ДКЦ, которые относят к группе биоморфологических (бонитет, полнота, сомкнутость, ярусное строение древостоя, габариты деревьев, мозаичность озеленённого ландшафта и др.).). Считается, что они способны влиять на эмоциональное состояние человека, а также пригодность биогеоценоза для рекреационной деятельности. Наиболее сильное эмоциональное воздействие на состояние человека способны оказывать насаждения паркового типа (парки, скверы), но при условии, что обеспечены их богатый видовой состав, выразительная структура, уборка

мусора и т.п. Только в этом случае они вполне пригодны для использования в рекреационных целях.

В Донецке нами исследовалась парцеллярная структура парковых насаждений (11). Это сравнительно новое направление в изучении биогеоценозов для городских насаждений прежде почти не испытывалось. Парцеллярная структура основывается на использовании

5

богатого ассортимента древесных растений и групповом их расположении, что, с одной

стороны, повышает декоративную ценность насаждений, а с другой – уменьшает уязвимость от неблагоприятных факторов среды.

Парцеллярное сочетание видов делает более разносторонними биотические связи. Активнее действуют внутривидовые отношения в парцеллах, а конкурентные межвидовые - локализуются на их периферических частях. Больше появляется возможностей для формирования консортивных связей. Такой способ группировки древесных пород позволяет использовать их свойства более концентрированно по сравнению с подеревным смешением.

В насаждении парцеллярного типа формируется особый “рельеф” древесного полога - с “холмами”, “впадинами” и “провалами”. Учитывая то, что именно древесный полог воспринимает резкие атмосферные явления, такое строение должно наиболее эффективно обеспечивать защитные функции насаждения.

Таким образом, древесные культурценозы в Украине и особенно в Донбассе являются не только структурно-функциональным компонентом крупного индустриального города, но и действенным фактором его экологической, технологической и социально-экономической оптимизации.

Литература

1. Браун Л. Производство пищи человеком как процесс в биосфере./ Биосфера. Пер. с англ. М.: Мир, 1972. С.139-154.
2. Дишлоу В.Д., Плехов В.М. Людина. Природа. Місто. К., 1974. – 142 с.
3. Кучерявий В.П. Урбоекологія. – Львів: Світ, 1999. – 360 с.
4. Мазинг В.В. Проблемы экологии города и оптимизация озеленения// Учён. записки Тарт. ун-та. Т.704. Тарту, 1985.- с.13-22.
5. Мацулявичюс С., Стаускас В. Методологические вопросы построения системы зелёных насаждений в генеральном плане города (на примере

- г. Каунаса). / Градостроительное формирование окружающей среды. Вильнюс, 1986. – с. 51-59.
6. Реймерс Н.Ф., Яблоков А.В. Словарь терминов и понятий, связанных с охраной живой природы. М., 1982. – 144 с.
 7. Синельщиков Р.Г. Видовой состав и структура древесных насаждений промышленных городов на юго-востоке Украины. / Интродукция и акклиматизация растений. К.: 1987. – с.47-51.
 8. Синельщиков Р.Г. Концепция древесного культурценоза и оптимизация малолесных урбанизированных территорий. / Экологические проблемы живой природы /Мат. Всесоюзн. конф. Ч.3.- М. 1990. – с.81-82.
 9. Синельщиков Р.Г. Древесный культурценоз в аспекте экологической парадигмы Докучаевской экспедиции. Збірник наукових робіт Маріупольської ЛНДС. –Донецьк: “Лебідь”, 2002. – с. 33-44.
 10. Синельщиков Р.Г., Шведченко О.В. Нетрадиційна оцінка міського середовища в аспекті озеленення // Пробл. Урбоекології і фітомеліорації / Мат. наук.-практ.конф. Львів, 1991. – с.50-51.
 11. Синельщиков Р.Г., Шведченко О.В., Кочубей О.В. Парцеллярная структура парковых насаждений. / Интродукция и акклиматизация растений. К. 1989. – с.55-60.
 12. Экология города : Учебник. – К.: Либра, 2000. – 464 с.

Поступила в редакцию 13.05.04

ЦИКЛИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ ОРНИТОКОМПЛЕКСОВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ (НА ПРИМЕРЕ Г. ДОНЕЦКА)

Штирц Ю.А.

Донецкий национальный технический университет

На протяжении года максимальной вариабельностью количества видов птиц, входящих в состав орнитокомплексов урбанизированных биогеоценозов г. Донецка, характеризуются водно-болотные комплексы, минимальной – скверы. Максимальный показатель видового разнообразия Шеннона на протяжении года отмечен для населения птиц водно-болотных комплексов в раннеосенний период, минимум – для орнитонаселения одноэтажной жилой застройки в этот же период.

Птицы являются неотъемлемым составным компонентом городских биогеоценозов. Их характеризует большое количество трофических, топических, форических и фабрических связей с множеством других биотических компонентов экосистемы (Сеник, 2002). Благодаря интенсивному обмену веществ и большому количеству потребляемого корма, высокой подвижности и способности концентрироваться в местах с высокой плотностью своих жертв, они могут регулировать численность беспозвоночных и мелких млекопитающих (Воробейчик и др., 1994). Разнообразие видового состава и высокая плотность населения насекомоядных птиц является гарантом благополучия зелёных насаждений (Ильичёв и др., 1987; Благосклонов, 1991; Кошелев, Пересадько, 1997 и др.), а зерноядных – регулятором сорных растений (Храбрый, 1991; Кошелев, Пересадько, 1997 и др.). Важно участие птиц в распространении семян растений (Воробейчик и др., 1994 и др.). Птицы являются важнейшим источником поступления органических веществ в системе в виде экскреторного опада (Булахов и др., 1996; Булахов, Компаниец, 2002). Население птиц и отдельные их виды способны выполнять индикационную роль при исследовании изменений среды вследствие преобразования её человеком (Ильичёв и др., 1987; Сеник, 2002; Чаплыгина, 2003 и др.). Биоиндикация во многих случаях точнее и объективнее, чем использование прямых физических и химических методов для оценки состояния окружающей среды (Морозова и др., 2003). Присутствие птиц в любом крупном городе имеет большое эстетическое

значение (Ильичёв и др., 1987; Благодосклон, 1991; Храбрый, 1991; Кошелев, Пересадько, 1997 и др.). Негативных сторон пребывания птиц в городе немного. С ростом численности ряда синантропных видов возможно усиление их повреждающей деятельности в отношении энергетических установок, архитектурно-исторических памятников, индустриально-промышленных сооружений и воздушно-транспортных средств (Ильичёв и др., 1987; Соколов и др., 1990; Храбрый, 1991 и др.). При высоких концентрациях птиц в близком соседстве с человеком, они могут стать переносчиками орнитозов (Львов, 1977; Вишев и др., 1984 и др.). Известно участие птиц в трансконтинентальных переносах арбовирусов, возбудителей различных заболеваний, в первую очередь гриппа (с каждым сезоном миграций появляются новые штаммы вируса гриппа, что является результатом их латентного пребывания и модификации в теле птиц) (Серебряков, 2002). Принимая во внимание вышесказанное, изучение орнитофауны урбанизированных территорий – чрезвычайно актуальная задача.

Сбор материала осуществлялся с 1997 по 2003 гг. на территории г. Донецка согласно периодизации годового цикла, разработанной С.А. Лопарёвым (1997): зимний период (с 1 декабря – 1 января до последней декады февраля), предвесенний (обычно с 20 февраля по 5–8 марта, иногда период выпадает), ранневесенний (с 5–8 марта до конца первой декады апреля), поздневесенний (середина апреля – середина мая), летне-гнездовой (с 20 мая до начала июля), позднелетний (с 1 июля до середины августа), раннеосенний (15 августа – конец первой декады сентября), осенний (со второй декады сентября до середины третьей декады октября; в годы с ранней и холодной осенью – до 20 октября, с затяжной и тёплой – до начала ноября) и позднеосенний (в годы с ранней и холодной зимой аспект отсутствует, в годы с мягкой зимой может продолжаться до середины января) периоды. Каждый из периодов имеет конкретные календарные сроки и заметные индикаторы начала и окончания. Чёткие визуальные ориентиры начала и конца сезона дают возможность выделять их во время проведения учётов.

Исследования проводились в пределах 7 типов биогеоценозов города: многоэтажная жилая застройка, одноэтажная жилая застройка, скверы, парки, лесопарки, кладбища, водно-болотные комплексы. Учёты численности птиц проводились маршрутными методами. В пределах биотопов, шириной не менее 200 м, применялся метод Е.С. Равкина и Н.Г. Челинцева. В пределах биотопов, в которых учётное пространство ограничивалось строениями и составляло менее 200 м (многоэтажная и одноэтажная жилая застройки), использовался маршрутный метод учёта в полосе фиксированной ширины, которая определялась расстоянием между строениями. Описание методов приведено в работе А.И. Гузия (1997). В

качестве показателя видовой разнообразия применялся информационный индекс Шеннона (Мэгарран, 1992).

На протяжении года максимальное количество зарегистрированных видов характерно для водно-болотных комплексов в поздневесенний период, минимальное – для той же категории биогеоценозов в предвесенний период (рис. 1).

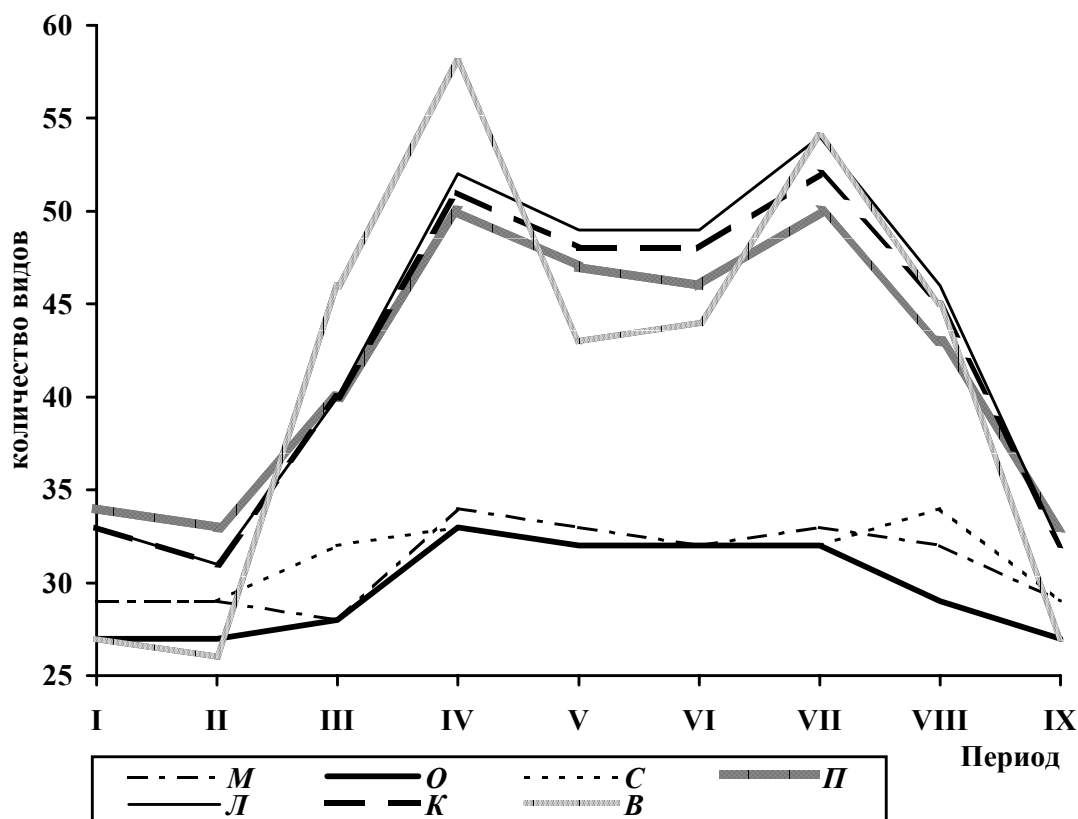


Рис. 1. Циклическая динамика количества видов в составе орнитокомплексов городских биогеоценозов: М – многоэтажная жилая застройка, О – одноэтажная жилая застройка, С – скверы, П – парки, Л – лесопарки, К – кладбища, В – водно-болотные комплексы; I – зимний, II – предвесенний, III – ранневесенний, IV – поздневесенний, V – летне-гнездовой, VI – позднелетний, VII – раннеосенний, VIII – осенний, IX – позднеосенний периоды

Анализ динамики количества видов в пределах отдельно взятых биогеоценозов показал следующее. Для многоэтажной жилой застройки, одноэтажной жилой застройки, водно-болотных комплексов максимум зарегистрированных видов птиц приходится на поздневесенний период. В пределах скверов наибольшее число видов отмечено в осенний период, в пределах парков – в поздневесенний и раннеосенний периоды. Лесопарки и кладбища характеризуются максимумами зарегистрированных видов птиц в раннеосенний период. Наибольшей вариабельностью количества

видов на протяжении года характеризуется население птиц водно-болотных комплексов, наименьшей – орнитонаселение скверов.

Максимальное видовое разнообразие населения птиц на протяжении года отмечено для водно-болотных комплексов в раннеосенний период и для кладбищ в позднеосенний и зимний периоды (рис. 2). Минимальное видовое разнообразие на протяжении года характерно для одноэтажной жилой застройки города.

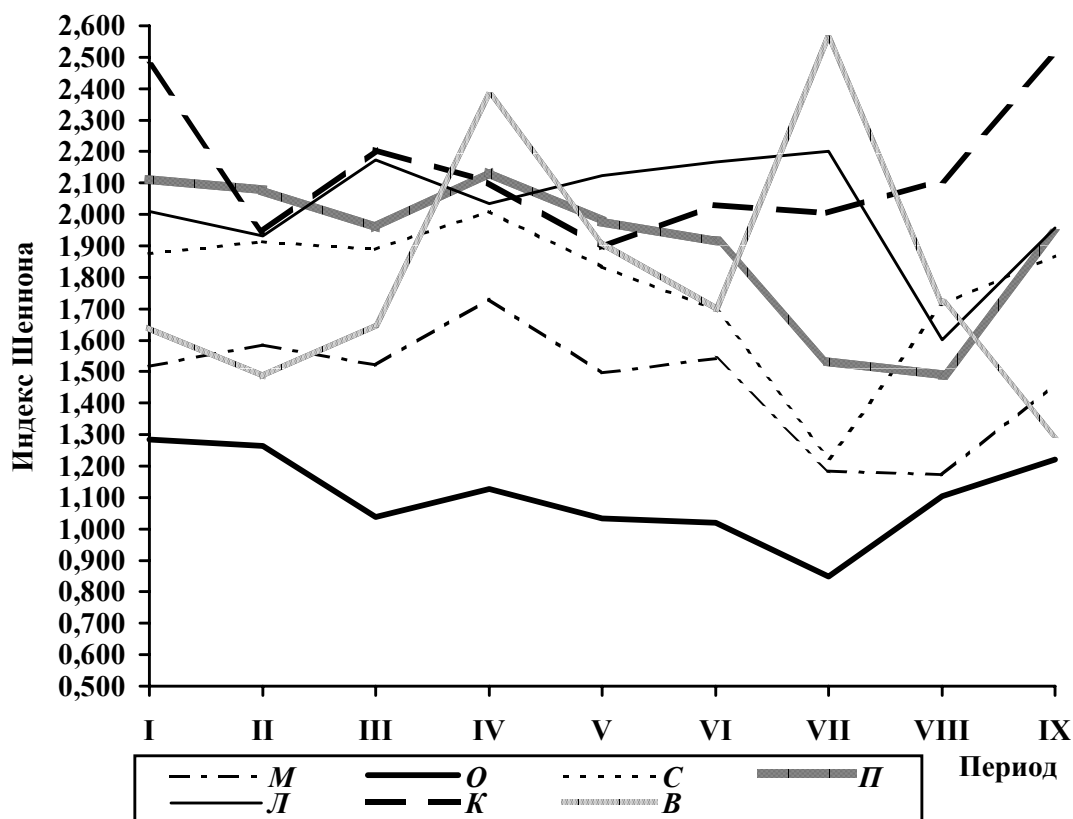


Рис. 2. Циклическая динамика значений индекса Шеннона орнитокомплексов городских биогеоценозов: М – многоэтажная жилая застройка, О – одноэтажная жилая застройка, С – скверы, П – парки, Л – лесопарки, К – кладбища, В – водно-болотные комплексы; I – зимний, II – предвесенний, III – ранневесенний, IV – поздневесенний, V – летне-гнездовой, VI – позднелетний, VII – раннеосенний, VIII – осенний, IX – позднеосенний периоды

Анализируя динамику значений индекса Шеннона, следует отметить два момента. Во-первых, наблюдается несовпадение пиков и спадов данного показателя: максимальное значение видового разнообразия орнитокомплексов одной категории биогеоценозов могут совпадать с минимальными значениями для другой, что, по-видимому, объясняется с

одной стороны, несходными изменениями абиотических и биотических характеристик исследуемых городских территорий в различные периоды года, с другой стороны – различными потребностями птиц в конкретных ресурсах, меняющихся в разные фазы сезонного цикла. Изменения значений индекса также сопряжены с циклическими изменениями орнитофауны региона в целом. Для орнитокомплексов многоэтажной жилой застройки максимальное видовое разнообразие отмечено в поздневесенний период, одноэтажной жилой застройки – в зимний период (несколько ниже значения индекса Шеннона в позднеосенний период), территорий скверов и парков – в поздневесенний, лесопарков – в раннеосенний период (несколько ниже – в ранневесенний), кладбищ – в позднеосенний и зимний периоды, водно-болотных комплексов – в раннеосенний период (отмечен также второй пик значения индекса Шеннона в позднеосенний период). Во-вторых, вариабельность показателей видового разнообразия различна для разных градаций биогеоценозов. Наименее выражены вариации значений индекса Шеннона для орнитокомплексов одноэтажной жилой застройки. Максимальный диапазон вариаций зафиксирован для водно-болотных комплексов, что, по-видимому, связано со значительными колебаниями характеристик данных территорий на протяжении года.

Таким образом, выявлена асинхронность циклических изменений видового разнообразия орнитокомплексов биогеоценозов города, что объясняется нетождественными изменениями абиотических и биотических характеристик рассматриваемых территорий в выделяемые периоды года и варьированием потребностей птиц в конкретных ресурсах, определяемым сменой фаз сезонного цикла.

Литература

1. Благосклонов К.Н. Гнездование и привлечение птиц в сады и парки. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 251 с.
2. Булахов В.Л., Компаниец А.Г. Роль трофо-метаболитов птиц на формирование комплекса НРК в почвах байрачных дубрав Присамарья // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. Зб. наук. праць ДНУ. – Дніпропетровськ: РВВ ДНУ, 2002. – Вип. 6. – С. 104–107.
3. Булахов В.Л., Компаниец А.Г., Пахомов А.Е. Экскреторная деятельность в колониальных поселениях цапель как экологический фактор трансформационных процессов в заповедных байрачных дубравах // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. – Днепропетровск: ДДУ, 1996. – С. 126–131.
4. Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафонов М.Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень). – Екатеринбург: УИФ "Наука", 1994. – 280 с.

5. Вишев А.И., Аминов Д.Г., Иванова Т.Г., Карев Е.В. Сизый голубь как источник орнитозной инфекции в условиях современного города // Птицы и урбанизированный ландшафт. – Каунас, 1984. – С. 39–40.
6. Гузий А.И. Методы учётов птиц в лесах // Мат. шк. по уніфікації методів обліків птахів у заповідниках України "Обліки птахів: підходи, методики, результати" (сmt. Івано-Франкове, 26–28 квітня 1995 р.). – Львів – Київ, 1997. – С. 18–48.
7. Ильичёв В.Д., Бутёв В.Т., Константинов В.М. Птицы Москвы и Подмосковья. – М.: Наука, 1987. – 272 с.
8. Кошелёв А.И., Пересадько Л.В. Использование биоразнообразия для оценки качества городской среды // Межвуз. сб. науч. тр. "Вопросы биоиндикации и охраны природы". – Запорожье: Изд-во ЗГУ, 1997. – С. 107–112.
9. Лопарьов С.О. Орнітофауна населених пунктів центру України та її зміни: Автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.08 / Інститут зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України. – К., 1997. – 25 с.
10. Львов Д.К. Роль птиц в экологии вирусов // Мат. Всесоюз. шк.-сем. "Методы изучения миграций птиц". – М., 1977. – С. 35–45.
11. Морозова Г.Ю., Злобин Ю.А., Мельник Т.И. Растения в урбанизированной природной среде: формирование флоры, ценогенез и структура популяций // Журн. общ. биол. – 2003. – Т. 64, № 2. – С. 166–180.
12. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение: Пер. с англ. – М.: Мир, 1992. – 184 с.
13. Сеник М. Орнітокомплекси лучних екосистем Заходу України, що перебувають під впливом господарської діяльності // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. Біол. – 2002. – Вип. 29. – С. 102–107.
14. Серебряков В.В. Екологічні закономірності міграції птахів фауни України в часі та просторі: Автореф. дис. ... докт. біол. наук: 03.00.16 / Київський національний університет ім. Тараса Шевченка. – К., 2002. – 47 с.
15. Соколов В.Е., Ильичёв В.Д., Емельянова И.А. Млекопитающие и птицы, повреждающие технику и сооружения. Биологические повреждения. – М.: Наука, 1990. – 240 с.
16. Храбрый В.М. Птицы Санкт-Петербурга (фауна, размещение, охрана) // Тр. Зоол. ин-та. – СПб, 1991. – Т. 236. – 275 с.
17. Чаплыгина А.Б. Влияние антропогенной трансформации ландшафта на репродуктивные показатели птиц рода *Turdus* // Зб. наук. праць Луганського нац. аграр. ун-ту. – Луганськ: Вид-во "Елтон-2", 2003. – № 32 (44). – С. 84–87.

Поступила в редакцію 19.04.04

ПРО НЕОБХІДНІСТЬ РЕГУЛЮВАННЯ СОЦІОЕКОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ МЕГАПОЛІСІВ

Р.О.Додонов

Донецький національний технічний університет

У статті вказується на неупустимість стихійного розвитку великих урбанізаційних систем, якими є сучасні мегаполіси, котра породжує чисельні екологічні і соціальні проблеми, пов'язані з втручанням у зовнішню Природу і природу самої людини. Аналізуються головні напрямки планового регулювання соціоекологічного розвитку мегаполісів, вказується на нову роль інституту освіти.

„Найстрашніше в місті - це не бруд, який ми плодимо на вулицях. З ним можна впоратися - його можна прибрати. Страшніший бруд, який поселяється в душах городян”.

М.М.Моїсєєв

Серед чисельних глобальних проблем, що у II половині минулого століття постали перед людством, на перше місце поступово виходить екологічна проблема, яка, в свою чергу розпадається на низку більш дрібних „субпроблем”. Так, зокрема, поєднуючись з демографічною (темпи зростання населення та нерівномірне його розповсюдження по планеті) глобальна екологічна проблема проявляє себе у вигляді екологічних проблем мегаполісів.

Мегаполісами (від грецьких слів mega – „великий” та polis – „місто”) називають „значні просторово і функціонально єдині угруповання міст або поселень міського типу, що утворюють загальні соціально-біологічні, екологічні та економічні системи” [1]. Мегаполіси з'явилися у XX столітті внаслідок процесу гіперурбанізації і надмірної, навіть патологічної концентрації населення навколо старих культурних, індустріальних і транспортних центрів. У строгому смислі слова під мегаполісами розуміють міські системи (агломерації міст), чисельність населення яких складає 10 і більше мільйонів осіб. На початок III тисячоліття на Землі нараховувалося біля 60 мегаполісів, 83 % яких припадало на країни, що розвиваються. Безперечними лідерами серед мегаполісів є мексиканська столиця Мехіко (26 млн. мешканців) та бразильське Сан-Пауло (24 млн.), а

також індійські міста Мамбей (як з 1995 року офіційно називається Бомбей) і Калькутта (по 16 млн.).

Загальна тенденція до утворення мегаполісів з міських агломерацій детермінується бажанням людини отримати більш комфортні умови для життя, більші можливості для самореалізації, працевлаштування, освіти та інш. Сьогодні у великих містах чисельністю понад 1 млн. населення мешкає кожний третій землянин. За період після Другої світової війни кількість міст-мільйонерів збільшилася майже у 5 разів. І процес цей продовжується. Тому у повсякденній мові ми інколи називаємо мегаполісами взагалі великі (з населенням у декілька мільйонів осіб) міста та агломерації.

Безпосередніми причинами процесу утворення мегаполісів є скорочення частки добувної промисловості, металургійного виробництва та інших галузей, які в індустріальному суспільстві склали основу могутності держави. Перехід до інформаційної цивілізації – „третьої хвилі” за О.Тофлером - призводить не лише до переміщень значних мас населення з селищ у міста, а й далі - з малих міст до мегаполісів. Ця тенденція породжена основами нашої цивілізації. Разом з тим мегаполіси - це „один з проявів тієї глобальної загальнопланетарної кризи, яка насувається на людство і сигналізує про вичерпання потенції цивілізацій, що зародилися на зорі голоцену. І глибинна суть цієї кризи полягає в невідповідності природи людини, його потреб і того способу життя, який нав'язаний цивілізаційними нормами і, перш за все, економічними умовами. Структура самих мегаполісів і особливостей життя в них є яскравим проявом цієї невідповідності” [2].

Не можна не помічати, що мегаполіси перетворюються на перенаселене соціосередовище, яке до того ж є досить агресивним. Про це свідчать падіння рівня здоров'я мешканців мегаполісів через підвищену скупченість, шум, високу концентрацію патогенних мікроорганізмів, забрудненість тощо. Більш того, з усіх території планети саме мегаполіси першими перетворюються на райони, непристосовані для життя людини. Вони завжди були найбільш небезпечними забруднювачами природного оточення. В погоні за комфортом людина самостійно знищує власний життєвий ареал, робить його штучним середовищем, виключеним з природного процесу самовідновлення. А якщо врахувати, що мегаполіси навіть на глобусі вже не вміщуються в межі абстрактної крапки, якою зазвичай картографи позначають міста, а мають досить конкретні географічні кордони, то поширене в публіцистиці порівняння мегаполісів з „раковими пухлинами” в організмі планети набуває особливого сенсу.

Стихійний розвиток мегаполісів, яким він є на сьогоднішній день, містить в собі низку ризиків і небезпек, що повинні не лише враховуватися людиною, але й бути мінімізованими. Це зовсім не означає, що урядам слід запобігти радикальних заходів - на кшталт столипінського розселення

селян по хуторах. Але якщо представники біологічного виду *Homo sapiens* претендують на високе звання розумних, вони повинні і можуть навчитися використовувати природні тенденції, що породили мегаполіси, на користь всьому суспільству. На Заході гіперурбанізаційні процеси прийнято розуміти не як аномалії, а як природні і необхідні стадії цивілізаційної еволюції. Тому не боротьба з мегаполісами як з феноменом, а оптимізація конкретних факторів суспільного життя в них стали пріоритетними орієнтирами муніципальних структур. І деякі заходи локального характеру іноді дійсно знімають певні проблеми, які згодом знов виявляються у новому обличчі і з новою силою загрожують життю людей. М.М.Моїсєєв наводить приклад з Токіо: „встановивши жорсткі обмеження на викид газів з двигунів автомобілів, японці дійсно очистили (на якийсь час) повітря міста. Але місто продовжувало зростати, а кількість автомобілів стала зростати ще швидше разом із підвищенням життєвого рівня, тобто разом з добробутом населення... В результаті багатогодинні пробки зробилися не лише кошмаром міста, але і його життєвим стандартом. Автомобілі доводиться забезпечувати навіть портативними туалетами” [2].

Тому від партикулярних заходів локальної оптимізації, а про необхідно переходити до свідомого комплексного планування всього мегаполісного життя. Сьогодні фахівці-екологи гостро відчувають недостатність власних дій без підтримки їх ініціатив широкою громадськістю, без кардинальної зміни свідомості і поведінки сучасної людини, без створення „спільного фронту” екологічного порятунку... Загально негативна оцінка радянського періоду вітчизняної історії, на жаль, заважає нам визнати позитивні сторони планової системи організації господарства. Проте, схоже, що стихійні ринкові регулятори товарного виробництва, що в цілому задовольняли суспільні потреби у добу вільної конкуренції, у ХХ столітті перестали спрацьовувати. Сучасний ринковий попит, як і „споживчий релятивізм” мешканців великих міст, витікає не з вітальних нужд людей, а з сутності самого товарного виробництва. Ринок поступово відірвався від справжніх життєвих потреб і, засвоївши технології маніпулювання свідомістю, активно формує штучні квазіпотреби, задоволення яких, в кінцевому рахунку, лягає на біосферу додатковим тягарем. Ірраціональність ринку, про що йшла мова в одній з авторських статей [3], виявила внутрішню самообмеженість капіталізму і, водночас, зростаючу тенденцію до планового втручання у „мегаполісогенез” і „мегаполісорозвиток”.

Крім того, ідеологія технологічного прагматизму призводить до партикулярності процесу виробництва у планетарному масштабі. Яскравим проявом подібної ідеології є транскорпоративізм - найбільш розвинута (поряд з державно-ведомчою) форма організації виробництва. Образно кажучи, за „деревом” власного товару сучасні ТНК „не бачать ліса” загальних проблем. Теж саме стосується й державних міністерств і

відомств, що не помічають (чи не бажають помічати) втрат, які їх підприємства завдають конкретним територіям.

Наслідки цих процесів не примушують чекати. Важливо підкреслити, що збитки, які наносить спонтанно зростаючий мегаполіс природі, стосуються не лише оточуючого середовища, але й природи самої людини. „Всі подібні обставини здатні істотно змінювати не лише взаємовідносини людей, їх внутрішній світ, але і саму психічну структуру людини, а отже, і характер її подальшої еволюції. І дійсно, те, що зараз відбувається і те, що ми спостерігаємо в суспільстві - це не просто зміна способу життя. Це результат глибокого протистояння природи людини і міської реальності - вона бореться з нею, можливо, навіть не усвідомлюючи цього, бо ці протиріччя народжують те, що людині біологічно не властиво: пияцтво, наркоманію, хуліганство - не відважність молодого людини, яка не вміє себе контролювати або управляти поведінкою молодого організму, а злобний протест, що породжує злочини. Спотворюється духовний світ - музика перетворюється на какофонію, пісні - в тарабарщину, а живопис - в пошук гидотних і безглузвих сюжетів, що відображають власну безперспективність. Телебачення - велике благо, народжене генієм людини, але його розвиток визначається не суспільною доцільністю, а ринком і не контролюється громадянським суспільством. Воно стає все огиднішим, будить в людині агресивність проти ближнього свого. Все більш і більш небезпечним для майбуття людини стає нинішні прояви пропагованих стандартів... Поступово зникають доброта і колективна доброзичливість, що було завжди властиво людині” [2].

За цих умов хотілося б звернути увагу на те, що поряд з комплексом екологічних наук, який традиційно зосереджує увагу на природоохоронній діяльності та раціональному природокористуванні, все голосніше проголошує про себе соціальна філософія, наполягаючи на зміні свідомості самої людини і формуванні нових цінностей [4].

Звісно, далеко не вичерпав себе й перший – власне науковий - напрямок. Зокрема, в плані вирішення екологічних проблем мегаполісів, було б доцільним сконцентрувати на них зусилля місцевої влади шляхом виокремлення міст з чисельністю населення понад 1 млн. осіб в окремі адміністративні одиниці центрального підпорядкування. З управлінської точки зору, мегаполіси є самостійними екосоціальними організаціями, і перед їх „урядами” стоїть достатня кількість специфічних „міських” завдань, щоб розпорощувати їх серед інших проблем всього регіону. Власно кажучи, ця пропозиція вже знайшла свою реалізацію стосовно столичних міст, але інші міста-мільйонери все ще залишаються обласними центрами.

Далі. Концентрація муніципальних органів на екологічних проблемах своїх міст передбачає розробку науково обґрунтованого комплексного плану перспективного розвитку мегаполіса. Ця вимога повинна базуватися

на співпраці науковців та адміністраторів. Її виконання неможливо без ефективних екологічних моніторингів, ретельних наукових експертиз, надійних прогнозів, а головне – рішучості і волі міської влади дійсно вирішити проблему. Нові житлові, рекреаційні, індустріальні, ділові будови повинні гармонійно відповідати саме природній доцільності, а не непомірним амбіціям окремих осіб та установ. Досить серйозною проблемою українського суспільства залишається корупція, при якій стає можливою реалізація самих найбрудніших проектів. Інакше кажучи, муніципальна влада повинна бути досить сильною і авторитетною, такою, що користується підтримкою населення і готова протистояти натиску власників, якщо останні порушують екологічну безпеку міста.

Звичайно, перелік заходів і проблем можна продовжувати. Але навіть зазначених вище достатньо для того, щоб дійти висновку про необхідність їх етико-аксіологічного забезпечення. „Люди повинні усвідомити, що чисто інженерних рішень проблем мегаполісів, проблем організації в ньому безпечного і зручного, одним словом „по-справжньому людського життя” немає і бути не може. Люди повинні стати іншими. Але генетично вони не можуть змінитися. Справа за суспільством. Саме воно - суспільство - повинно виховати людей, прищепити їм нові цінності, засновані на новому розумінні того, що таке Природа і яке місце в ній людини” [2].

Життя у великому місті пред'являє до людей особливі вимоги. За цих умов значно підсилюється значення інституту освіти, який повинен не лише розповсюджувати знання, а й формувати переконання. Лише свідоме самообмеження екологічно грамотного і відповідального Громадянина може врятувати людство від реалізації песимістичних сценаріїв Дж.Форрестера, Д.Медоуза, Р.Хейлбронера, П.Ерліха та ін. Чимало сказано про необхідність популяризації екологічного знання у початковій та середній школі, про обов'язкове читання екологічних дисциплін у вузах для студентів всіх спеціальностей, про екологічну сертифікацію державних службовців, про посилення відповідальності (моральної, фінансової, правової) за порушення екосоціальних норм. Проте всі ці заходи розглядаються в якості хоч і необхідних, але самостійних і відірваних від загальної системи регулювання соціоекологічним розвитком мегаполісів.

Насправді ж йдеться про формування нового, екоспрямованого ЕТОСУ мешканців мегаполісів, інакше кажучи, про культивування такого типу повсякденної поведінки особистості, який буде відповідати імперативам нової моралі і парадигмі суб'єкт-суб'єктного відношення до природи. Можливо, такий етос – в силу повернення людини до раціонально обґрунтованих потреб – буде суперечити інтересам ТНК, які створюють квазіпотреби і отримують від цього надприбутки. Тоді ринкова система буде не на боці прогресу, і суспільству доведеться долати міцний опір капіталу.

Досить можливо також, що поступово доведеться переглянути пануюче в нашому суспільстві ліберальне уявлення про свободу. Важко стверджувати однозначно, чи готов демократичний соціум переосмислити основну категорію свого юридичного конструкта – категорію „прав людини”? Звісно, обмежувати свою свободу навряд чи хто захоче, але, нагадаємо, альтернатива цьому – тотальна екологічна катастрофа і загибель людства. Нещодавно ми бачили, як громадяни США з порозумінням поставилися до певного обмеження їх свободи з боку правоохоронних органів в умовах загрози терористичного нападу. Чи екологічна небезпека не варта цього?

Література

1. Мегapolis как среда жизни человека // <http://www.km.ru/education>
2. Моисеев Н.Н. Мегapolis как естественный фактор развития человечества // <http://www.nnmoiseev.narod.ru/megapolice.htm>
3. Додонов Р.О. Стихия ринку та зростаюча природовідповідальність людини // Ноосфера. Зб. філософ. праць. – Випуск 1. – Донецьк, 2002. – С.152-160.
4. Кутырев В.А. Естественное и искусственное: борьба миров. - Н.Новгород, 1994. - 200 с.
5. Дубнов А.П. Устойчивое развитие против глобальной катастрофы: утопия или социоинженерный проект? // Социальная философия и социальная инженерия. - Новосибирск, 1998. - С.72-82.

Поступила в редакцию 13.05.04

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО СОЗНАНИЯ

Е.Н. Романова

Донецкий национальный технический университет

Представленная статья посвящена проблеме экологизации общественного сознания. В статье изложена современная философская концепция взаимоотношений человека и природы, кардинальное изменение которых сможет способствовать формированию нового экологического сознания, играющего сегодня главную роль в преодолении глобального экологического кризиса.

К началу XXI века социально-экономические процессы в мире привели к возникновению такого явления как гиперурбанизация – быстрый рост городов – мегаполисов с населением в 10 и более миллионов человек. Именно эти города стали наиболее опасными загрязнителями окружающей среды. Необходимо отметить неизбежные особенности многих индустриальных городов и регионов: очень высокая сосредоточенность отраслей промышленности, загрязняющих природу; высокая плотность населения; в ряде стран – применение устаревших и слишком энергоемких технологий; огромное количество выбросов, промышленных и органических отходов, накопление которых происходило десятки лет. Поэтому для индустриальных мегаполисов характерно усложнение контроля и управления экологическими процессами.

Однако экологические проблемы чрезвычайно актуальны не только для жителей индустриальных мегаполисов. В настоящее время над всем человечеством нависла самая глобальная угроза – угроза самоуничтожения. Несбалансированная хозяйственная деятельность человека и разнообразные виды его вмешательства в природную систему привели в итоге к нарушению естественного течения жизни на Земле. Антропогенная деятельность создала новые токсичные источники загрязнения биосферы, оказывающие разрушительное воздействие на водный баланс планеты, почвы, растительный и животный мир, что в свою очередь ставит под угрозу существование человека как биологического вида [4, 224-227].

Чтобы обеспечить свое дальнейшее существование, человечеству потребуются глубокие знания и исследования не только в области экологии и безопасных технологий.

Экологическая проблематика приобрела наибольшую остроту к середине XX в., когда появились первые признаки глобальных

изменений в природе. Главную роль, конечно, в этом сыграл научно-технический прогресс, способствовавший невиданному ранее вмешательству человека в окружающий мир и нарушению сложившихся экологических связей. Тем не менее, общество еще какое-то время возлагало неоправданные надежды на то, что природа сама справится с негативным воздействием человека. Когда в конце 1970-х гг. экологическая ситуация в мире продолжала обостряться, в общественном сознании царил убеждение, что первопричинами возникновения экологических проблем являются экспоненциальный рост численности человечества, характерное сочетание высоких темпов индустриализации и потребления, экономический рост в целом. Доказывалось, что созданные человеком современные технологии со временем обратились против своего создателя. Чтобы предотвратить появление и разрастание экологических проблем, развивающиеся страны должны были лишь отказаться от высоких темпов индустриализации и технического развития, а промышленно развитым странам предписывалось "заморозить" темпы экономического роста на уже достигнутом уровне [1].

Тем не менее, систематические публикации о негативных изменениях в природе все же способствовали росту интереса общественности к экологическим вопросам и повышению уровня экологической грамотности. Увеличение количества и масштабов экологических катастроф, а также осознание их разрушительных последствий для планеты вызвали соответствующие изменения в массовом сознании, в частности его быструю экологизацию. Именно с экологизацией была связана трансформация общественного сознания, а именно его смысловая методологическая экологизация, без укрепления позиций которой напрасно надеяться на то, что человечеству удастся отсрочить на длительное время глобальную экологическую катастрофу. Речь идет об осознании того, что для человечества настала та пора, когда ему противостоит экологически разбалансированная природа, в сложной системе которой произошел разрыв фундаментальных связей, обеспечивавших ранее ее стойкость и саморегуляцию. Результатом осознания того, что предотвращение экологической катастрофы на Земле возможно только благодаря целенаправленным усилиям всего человечества, и есть экологическое сознание как таковое [3, 128-129]. Однако важно и то, что решение экологических проблем в глобальном масштабе невозможно без изменения господствующего в настоящее время антропоцентрического сознания, ставящего человека и его интересы превыше интересов окружающей его природы.

Несмотря на то, что история исследования глобальных экологических проблем насчитывает уже почти сто лет, человечество лишь недавно осознало, что экологический кризис – это во многом

мировоззренческий, философско-идеологический кризис. Только с зарождением так называемого «нового экологического сознания» стало очевидно, что экологический кризис, в состоянии которого находится сейчас наша планета, является следствием кризиса сознания. Упрощенные взгляды, доказывающие, что главным негативным фактором экологической дестабилизации является экономический рост, уступили место более глубокому пониманию истоков нарушения баланса между человеком и природой. Если в средние века в сознании человека преобладало понятие нравственного, религиозного, государственного долга, то в XIX – XX вв. все большее распространение получили идеалы потребления, комфортабельной жизни. Человек на этом пути не только не достиг счастья, но и потерял возможность жить в ладу с Природой и самим собой. Кроме этого, XX век прошел под флагом эйфории от технологических успехов, и только на рубеже третьего тысячелетия человек осознал, что он – дитя Природы, а не ее хозяин [5, 17-19]. Сторонники нового экологического сознания по-своему переосмыслили весь опыт человечества. Необходимо констатировать, что они стремятся ограничить инженерные науки, настаивая на измерении эффективности любой производственной и технологической деятельности в экологических, а не только в технических понятиях. Например, центральная идея сторонников "глубинной экологии" состоит в том, чтобы ставить благополучие биосферы выше своего собственного. Это необходимо, по крайней мере, сейчас, в наших условиях, когда малейшее увеличение потребностей человека может распахнуть двери стремительно развивающемуся глобальному экологическому кризису, который может закончиться гибелью человека как биологического вида.

Так как именно человек, в конечном счете, является определяющим фактором в установлении рациональных взаимоотношений с природой, то следовательно, именно с человека необходимо начать коренную и незамедлительную реформу системы отношений «человек – природа». Эта реформа должна быть направлена, прежде всего, на изменение сложившегося стереотипа отношения человека к природе – на формирование нового экологического сознания, базирующегося на принципах ответственности, гуманизма и гармонии. Главная роль в становлении нового экологического сознания отводится переосмыслению сформировавшихся взглядов на природу, человека и их взаимодействие, причем взаимодействие не как разных форм бытия, противостоящих друг другу, а как взаимозависимых элементов единого целого.

Формирование нового экологического сознания предполагает кардинальную перестройку взглядов и переоценку ценностей в системе взаимоотношений «человек – природа» с тем, чтобы усвоенные экологические нормы стали нормой поведения для каждого человека. Если же экологические знания не становятся для индивидуума императивом поведения, то нельзя говорить о наличии экологического сознания. Реальные возможности выхода из экологического кризиса должны быть связаны с духовно-нравственным потенциалом общества. С позиции экологической парадигмы нравственной будет признана такая деятельность, которая гармонизирует отношения в обществе и взаимоотношения природы и общества. Это означает формирование экологической этики, морали, нравственности, формирование сознания во всех сферах трудовой и общественной жизни [2, 112-118].

Таким образом, новое экологическое сознание как целостный и относительно новый феномен общественного сознания, является как отражением напряженности и остроты экологической ситуации, так и определенным выражением коренных изменений духовной культуры общества. Оно призвано установить необходимые отношения между людьми в их взаимодействии с природой. Причем человек – хозяин природы противопоставляется человеку, подчиняющемуся существующему или предполагаемому мировому порядку. Именно новое экологическое сознание должно сыграть определяющую роль в преодолении глобального экологического кризиса; оно направлено на выработку глобальной стратегии предотвращения биосоциальной экологической катастрофы. При этом следует особо подчеркнуть глобальный характер стратегии, так как предотвращение этой катастрофы невозможно на чисто локальном или региональном уровне. Важно, чтобы существовавший ранее и доминировавший в экологическом сознании основной модус взаимоотношений человека с природой, основанный на исключительно вещных аспектах удовлетворения материальных потребностей, стал включать духовно-нравственный элемент. При этом должны коренным образом поменяться качество и образ жизни человека, его представления об окружающем мире, в результате чего человечество может кардинально изменить свой способ существования. В определенной мере завершился очередной этап развития человечества, и после длительного отчуждения от природы человеку следует воспринимать себя элементом целостной гармонии природы.

Можно заключить, что первым шагом на пути становления нового экологического сознания является этап его научно-теоретического обоснования. Следующим шагом должна стать экологизация всех сфер человеческой деятельности, начиная с природопользования и заканчивая поведением *homo sapiens* в ежедневном существовании, мироощущении, познании духовных связей с природой. Если на первом

этапе, начавшемся с расцветом научно-технической революции, основной целью было и есть углубление и распространение экологической грамотности среди общественных элит и населения, то следующим шагом должен стать экологически грамотный образ жизни человека в природе [3, 130].

Результатами экологизации сознания могут стать практические меры, к которым можно отнести следующие: экологизация техники и технологии; совершенствование правовых норм и механизмов в области охраны природы; переход от естественнонаучного экспериментирования над природой и обществом к глобальному моделированию экосистем с целью прогнозирования экологического будущего; гуманитаризация образования, повсеместное введение экологической проблематики в процессы обучения (особенно научно – инженерных кадров) [6, 344].

Таким образом, можно будет надеяться, что процесс экологизации всех сторон жизни общества изменить его приоритеты в пользу нового качества жизни, основанного на гармонии человека и природы.

Литература

1. Дерябо С.Д., Ясвин В.А. Диалектика развития общественного экологического сознания//<http://www.mrezha.ru/ehopsy/Works/sociogen>.
2. Киселев Н.Н. Мировоззрение и экология. – К.: Наук. думка, 1990. – 216с.
3. Кисельов М.М., Деркач В.Л., Толстоухов А.В. та ін. Концептуальні виміри екологічної свідомості: Монографія. – К.: Вид. Парапан, 2003. – 312с.
4. Медведев В.И., Алдашева А.А. Экологическое сознание: Учебное пособие. – М.: Логос, 2001. – 384 с.
5. Уайт Л. Исторические корни нашего экологического кризиса. В сб.: Глобальные проблемы и общечеловеческие ценности. - М.: Прогресс, 1990.
6. Философия экологического образования. Под ред. Лисеева И.К. – М.: Прогресс-Традиция, 2001. – 416с.

Поступила в редакцию 06.05.04.

ЗЕЛЁНАЯ ЗОНА ИНДУСТРИАЛЬНОГО МЕГАПОЛИСА И ЕЁ ЭКОЛОГО-РЕКРЕАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ НА ЮГО-ВОСТОКЕ УКРАИНЫ

Е.В. Ермакова, Р.Г. Синельщиков
Донецкий национальный технический университет

Рассмотрена рекреационная и санитарно-гигиеническая функция зелёных зон крупных индустриальных урбоэкосистем. Охарактеризованы структура пригородных лесов Донецка и Макеевки, их таксационные показатели, разделение по функциональным зонам. Обозначены факторы, оказывающие негативное влияние на зелёные зоны Донецко-Макеевского мегаполиса, и пути их оптимизации

Антропогенная природные ландшафты, в частности индустриальные формы хозяйствования, является мощным фактором изменения растительного покрова в границах городов и пригородных зон. Процесс урбанизации сопровождается разрушением природного фитоценозического покрова, заменой древесной растительности травянистой, в том числе сеgetальной и рудеральной с невысокими фитомелиоративными свойствами. Особенно остро проблема трансформации коренных биогеоценозов стоит для крупных индустриальных мегаполисов, например таких, как Донецк, Макеевка, Мариуполь в Донецкой области.

В Донецке проживает около 1 млн. 200 тыс. человек, что составляет 22 % от общего населения области. В Донецкой области и в Донецке в частности имеет место одна из наиболее сложных экологических ситуаций.

Исключительно важное значение для экологической оптимизации крупных урбосистем имеют комплексные зелёные зоны городов. Известно, что атмосфера городов интенсивно загрязняется дымом, сажей, газами, продуктами выветривания строительных материалов, разрушения и распыления почвы. Поэтому для здоровья населения важно, чтобы у каждого населённого пункта, особенно у крупных промышленных центров, окружающая территория имела покрытые лесом площади.

Зелёная зона – это часть земельного пространства, шириной до 50 км, входящего в состав земель государственного лесного фонда, занятого преимущественно лесной и защитно-озеленительной растительностью, расположенного вокруг крупных городов, промышленных центров. Наиболее актуально создание зелёных зон в степной зоне на участках, не пригодных для сельского хозяйства (в оврагах, на песках, рекультивированных землях).

В истории формирования зелёных зон в нашей стране могут быть выделены 4 этапа [1]. На первом (1918 г.) впервые было предусмотрено выделение защитных лесов с особым режимом хозяйствования в целях их сохранения. Вторым этапом (1931 г.) характеризовался не только выделением в зелёные зоны уже имеющихся вокруг городов лесов, а и созданием новых зелёных массивов. Третий и четвёртый этапы (1956 г.) были отмечены разделением лесов на 3 группы и организацией лесного хозяйства зелёных зон в комплексе с другими отраслями.

Комплексные зелёные зоны городов являются вместе с тем рекреационными объектами, которые могут использоваться для экологической реабилитации населения. По данным главного управления градостроительства и архитектуры Донецкой облгосадминистрации, в Донецкой области существует 7 рекреационных зон. На севере области – это Щуровская и Краснооскольская зоны, основными рекреационными ресурсами которых являются лесные массивы р. Северский Донец и Краснооскольского водохранилища, а на побережье Азовского моря – Урзуфская, Ялтинская, Мелекинская, Мариупольская и Новоазовская, основным рекреационным ресурсом которых является Азовское море. Вместе с тем, в перечень основных мест рекреации не включены зелёные зоны городов, которые вносят существенный вклад в рекреационный потенциал области.

По категории защитности все леса и лесные насаждения Донецкой области отнесены к лесам I группы. За период с 1949 г. по 1968 г. общая площадь лесных насаждений была увеличена 2,6 раза, что свидетельствовало о значительных темпах лесоразведения на тот период. Наибольший удельный вес по площади в области имеют насаждения дуба (52,5 %), сосны (36,9 %) и ольхи (2,4 и 4,7 %).

Следует отметить, что до пятидесятых годов в Донецке имелись лишь разрозненные небольшие лесные урочища: Путиловское, Трудовское, Ясиноватское, Высокое, Батман. В 1955 году был создан Донецкий лесхоз, и как результат его работы, площадь лесов и парков увеличилась с 0,4 тыс. га в 50-х годах до 7,2 тыс. га в 1969 г., то есть в 18 раз. Под озеленение отдавались земельные участки, не пригодные для сельского хозяйства (балки, пустыри со смытыми или каменистыми почвами, мусорные свалки). Особенностью зелёной зоны Донецка являлось проникновение в глубину микрорайонов больших лесных массивов, способствующих повышению санитарно-гигиенических условий города и его художественному оформлению. Более 80 % лесных насаждений зелёной зоны Донецка находилось в границах города, а остальные - в пригородном лесопарковом поясе.

Сейчас площадь зелёной зоны города составляет 6,7 тыс. га, что значительно ниже, чем в 70-х годах. Причём намечается опасная устойчивая тенденция к её дальнейшему сокращению. Анализ данных

(проект лесоустройства Донецкого лесхоза, акты передачи земель) показал, что уменьшение лесных площадей было вызвано передачей земель другим землепользователям для строительства таких объектов как водопровод, котельные, автодороги, сооружения шахт “Трудовская”, “им. Бажанова” и др.

В 70-х годах Донецкий лесхоз включал 4 лесничества: Петровское, Кировское, Пролетарское и Куйбышевское. В настоящее время в составе лесхоза выделены следующие лесничества: Кировское (2 тыс. га), Пролетарское (2,3 тыс. га), Петровское (1 тыс. га), Макеевское (1,3 тыс. га).

Описываемая территория лежит в пределах Крынско-Нагольчанского физико-географического района [5]. Рельеф района сложный и достаточно разнообразный, преимущественно гривистый, грядово-ложбинный. Большинство рек Крынско-Нагольчанского района относится к системам Кальмиуса и Миуса. В почвенном покрове преобладают дерновые почвы на элювии некарбонатных пород, чернозёмы среднегумусные карбонатные и обыкновенные малогумусные. Растительность района соответствует степной зоне.

В пригородных лесах Донецка создавались культуры дуба обыкновенного (*Quercus robur* L.) с ясенем зелёным (*Fraxinus viridis* Michx.) и дуба с клёном татарским (*Acer tataricum* L.), а также участки чистых культур дуба и смешанные культуры с гледичией трёхколочковой (*Gleditsia triacanthos* L.), робинией обыкновенной (*Robinia pseudoacacia*), грушей дикой (*Pyrus communis* L.), яблоней лесной (*Malus silvestris* Mill.) и сосной обыкновенной (*Pinus silvestris* L.). Значительное место занимал дуб с абрикосом обыкновенным (*Armeniaca vulgaris* Lam.), дуб с вишней магалебской (*Cerasus mahaleb* Mill.) и чистые культуры тополя канадского (*Populus deltoides* March.).

Как показали ранее проведенные исследования [6,7], наиболее продуктивными являются чистые культуры дуба и культуры дуба с ясенем или клёном. Опыт разведения дуба с абрикосом или вишней магалебской оказался неудачным, так как эти сопутствующие породы быстро перерастали дуб и начинали его заглушать. В настоящее время около 5200 га зелёной зоны Донецко-Макеевского мегаполиса занято насаждениями с преобладанием дуба обыкновенного, 264 га – ясеня обыкновенного и ланцетного, 483 га – белой акации, 187 га – тополя канадского. Насаждения преимущественно среднеполнотные, I-III классов бонитета. В составе насаждений 83 % - это средневозрастные и молодняки. Их преобладание объясняется тем, что в данном регионе лесовосстановительные работы проводились в основном в 1955-70 годах.

Доминирующим типом лесопаркового ландшафта является закрытый (73 %), а удельный вес полуоткрытых и открытых ландшафтов соответственно составляет 6,0 % и 21 %.

Территория зелёной зоны имеет следующее разделение по функциональным зонам [3]: зона массового отдыха – 986 га; зона интенсивной рекреации – 3306 га; зона экстенсивной рекреации – 3247 га; резервная зона – 791 га; рекреационно неосвоенная – 307 га.

Насаждения рекреационных лесов характеризуются высокой степенью устойчивости. Свыше 60 % территории занимают лесные участки 2 класса эстетической оценки, около 90 % имеют среднюю и высокую рекреационную оценку и находятся в 1 стадии рекреационной дигрессии.

Рекреационной привлекательности зелёной зоны способствует её богатое видовое разнообразие, декоративность используемых пород, наличие в составе насаждений плодовых культур (например, абрикоса) притягивает отдыхающих. В настоящее время в составе кустарников интенсивно стала развиваться жёлтая акация. Зелёная зона Донецка представляет собой “кружево”, состоящее из большого количества урочищ, протяжённых опушечных частей, полей, позволяющих организовывать временные стоянки отдыхающих. Здесь практически нет заболоченных мест, но достаточно много прудов, привлекающих отдыхающих.

В последние десятилетия отмечены устойчивые тенденции к увеличению негативного антропогенного воздействия на зелёную зону Донецко-Макеевского мегаполиса. Наблюдается сокращение площади зелёных насаждений, связанное с передачей лесных земель другим пользователям (преимущественно под строительство промышленных объектов), происходит замусоривание пригородной зелёной зоны отходами, земли отчуждаются под застройку, организацию садоводческих хозяйств, наиболее привлекательные в эстетическом отношении территории отводятся для организации кафе, закусочных. Отдельные участки лесного фонда испытывают непосредственное вредное влияние расположенных вблизи промышленных предприятий, вследствие чего происходит полное или частичное высыхание, замедление роста и ослабление древостоя, ухудшение общего санитарного состояния лесного фонда (урочища “Кобыльское”, “Флора”, “Путиловский лес”, “Широкое”, “Рутченково”, “Марьинский асфальт”). Наиболее негативно на лес влияют пылевые выбросы металлургических предприятий и шахт Донецка и Макеевки.

Для предотвращения сокращения лесных площадей зелёной зоны города могут быть рекомендованы следующие мероприятия: прекращение отчуждения лесных земель под сооружения и промышленные объекты; ограничение негативного влияния со стороны промышленных предприятий; управление процессами строительства развлекательных объектов на территории зелёной зоны; интенсивный агротехнический уход.

Для повышения рекреационной привлекательности зелёной зоны города можно порекомендовать при облесении территорий использовать ландшафтные типы культур, которые отличаются от общепринятых в лесном хозяйстве тем, что древесно-кустарниковые породы смешиваются не подеревно или отдельными чистыми рядами, а группами, каждая из которых создаёт впечатление целого ландшафта. Рекомендуется отдавать предпочтение дубово-клёновым и дубово-ясенёвым насаждениям, как наиболее продуктивным. Абрикос и вишню магалебскую целесообразно вводить только на опушках; чередовать площади покрытые лесом с открытыми полянами, пригодными для отдыха населения, разведения костров, игр на свежем воздухе.

Выполнение этих рекомендаций будет способствовать сохранению зелёной зоны и повышать её рекреационную привлекательность.

Литература

1. Гальперин М.И. Организация хозяйства в пригородных лесах. М.: “Лесная промышленность”, 1967. – 232 с.
2. Гречушкин В.С. Лесоразведение в Донбассе. Донецк: “Донбасс”, 1971. – 199 с.
3. Проект лесоустройства Донецкого лесхоза. Ирпень, 1993 г.
4. Рубцов Л.И. Деревья и кустарники в ландшафтной архитектуре. Киев: Наук. Думка. 1977. – 272 с.
5. Симоненко В.Д. Фізико-географічне районування Донбасу для цілей сільського господарства. Довідник. Донецьк: “Донбас”, 1972 – 120 с.
6. Синельщиков Р.Г. К вопросу о росте и производительности некоторых типов лесных культур в зелёной зоне Донецка.//Интродукція та експериментальна екологія рослин. Випуск 2, 1973. С. 112-113.
7. Синельщиков Р.Г. Экология древесных культурбиогеоценозов степной зоны Украины. Диссертация на соискание учёной степени доктора биологических наук. Донецк, 1992.

Поступила в редакцию 13.05.04

ПРОБЛЕМЫ ЭНДЕМИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИИ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА

Р.Г.Синельщиков, д.б.н.

Донецкий национальный технический университет.

А.Г.Клёнова, к.м.н.

Донецкая городская организация ВЭЛ.

На основе статистических данных, подчеркивающих негативное влияние техногенных факторов на показатели здоровья населения крупного индустриального региона, проведен анализ проблем, свидетельствующих о наличии в Донбассе геохимической эндемии техногенного происхождения. Предложено ранжирование территорий по уровню техногенной нагрузки. Даны рекомендации по экологической реабилитации крупного промышленного региона.

Как известно (6), термином «эндемия» обозначают постоянное существование или периодическое проявление некоторых болезней человека на той или иной территории, обусловленное определенными условиями окружающей среды. Существует также понятие «эндемия геохимическая» - проявление ответной реакции организма на прямое действие недостатка или избытка «химических элементов в среде обитания». Как видим, налицо все признаки этиологического характера описанных явлений, что дает основание говорить о правомочности такого понятия, как «эндемическая экология». Последнюю в структуре современной экологии (4) уместно отнести к блоку «биоэкология», иерархическому уровню «эндоэкология»

Также является общепризнанным (1,2), что химический баланс в современной биосфере существенно изменяется под влиянием антропогенных, в том числе техногенных воздействий, что особенно характерно для крупных промышленно-территориальных образований, к числу которых принадлежит Донецкая область.

Донбасс - крупный регион с высоко развитым идустриальным производством. Мощная сырьевая база позволила активно развиваться горнодобывающей промышленности, производству черных и цветных металлов, химической отрасли. На площади, занимающей 4,4% всей Украины, сконцентрировано огромное количество промышленных предприятий, которые сбрасывают отходы своего производства в воду, почву, воздух. Так, объём выбросов различных токсических

веществ в атмосферу, сброса загрязненных стоков в гидрографическую сеть, размещения производственных отходов составляет здесь соответственно 40%, 30% и 25% от общеукраинских (5,7).

Из всего комплекса экологических факторов наиболее выраженное влияние на здоровье населения урбанизированных территорий оказывает качество атмосферного воздуха. Исследования показывают, что в атмосфере крупных промышленных городов регистрируются уровни различных примесей, превышающие предельно допустимые концентрации в 5 и более раз. В течение года на один квадратный километр территории Донецкой области в атмосферу выбрасывается более 70 тонн загрязняющих веществ, а верхнее допустимое загрязнение атмосферного воздуха во многих промышленных городах классифицируется как “опасное” и “чрезвычайно опасное”. Ежегодно в мире синтезируется около 6 тысяч новых химических веществ и соединений, и число их составляет сейчас около 4 миллиардов. В повседневной жизни человек подвергается воздействию 70 тысяч химических соединений, которые внесены в международный реестр как токсичные и около одной тысячи – как особо токсичные. Поступая в организм человека, они вызывают в нем патологические изменения. Кроме того, современный человек живет в условиях радиационного и электромагнитного воздействия, что привело к резкому росту активности реакций свободнорадикального окисления в биологических объектах.

Наиболее чувствительным критерием качества окружающей среды остается состояние здоровья населения, показатели которого являются объективными интегральными маркерами экологического состояния региона. Можно сказать, что все население Донбасса живет в крайне неблагоприятных экологических условиях. Доказано, что загрязнение окружающей среды повышает уровень заболеваемости населения примерно на 20-30% (3).

Одним из наиболее информативных показателей динамики состояния здоровья населения является характеристика первичной заболеваемости. Сейчас у жителей Донбасса отмечается рост отдельных нозологических групп и нозологических форм, что свидетельствует о резком снижении адаптационно-приспособительных сил организма в связи с неблагоприятными экологическими условиями проживания. Так, в 2001 году, в сравнении в 2000 годом, отмечался рост уровня заболеваемости системы кровообращения (темп прироста 7,9%), крови и кроветворных органов (5,8%), эндокринной системы (3,8%), а также кожи, подкожной клетчатки и т.д. На сегодняшний день реальная заболеваемость хроническими недугами у людей в возрасте 40-50 лет приближается к 100%.

Наглядным показателем негативной динамики экологического состояния в нашем регионе является состояние здоровья детей. Загрязнение окружающей среды в первую очередь сказывается на детях, так как интенсивное накопление разных вредных элементов происходит еще в плаценте. Это приводит к появлению врожденных уродств, снижению иммунитета, развитию множества болезней, зачастую с хроническим течением патологического процесса, задержке умственного и физического развития. Современная статистика показывает, что заболеваемость новорожденных в последние годы возросла в 5 раз, частота появлений детской аллергии – примерно в 10 раз (диатез стал обычным явлением), количество детей с врожденными пороками увеличилось в два раза (что составляет 7-8% от общего числа родившихся). Заболеваемость подростков в нашем регионе с 1991года увеличилась на 98%, менее 10% детей идут в школу здоровыми. Каждый 4-й из сейчас родившихся в будущем не сможет иметь ребенка.

В 2001году в структуре первичной заболеваемости детей преобладали болезни органов дыхания, кожи и подкожной клетчатки и органов пищеварения. На весьма неблагоприятную тенденцию в состоянии здоровья детей Донецкой области указывает значительное повышение уровня первичной заболеваемости крови и органов кроветворения (темп прироста в сравнении с 2000 годом –13,4%), мочеполовой системы (9,2%), органов пищеварения (8,8%). Кроме того, по данным ряда работ, у 60-72% детей дошкольных учреждений и школ промышленных центров региона наблюдаются явления полигиперэлементозов. В волосах таких детей концентрация свинца, кадмия, марганца и меди превышает «допустимый» уровень в 2-5 и более раз. Ретроспективный анализ заболеваемости этих детей показал прямую связь состояния их здоровья с повышенным содержанием тяжелых металлов в организме. В медицине появилось новое понятие – техногенные микроэлементозы. В результате водного и воздушного переноса этими токсикантами загрязняются территории, находящиеся на значительном удалении.

Неблагоприятная экологическая обстановка сказывается и на загрязнении почв токсикантами промышленного происхождения. В Донбассе практически нет территории, где бы не загрязнялись сточными водами природные водные объекты. Оценивая в целом состояние питьевого водоснабжения Донбасса, следует отметить, что оно в основном не соответствует гигиеническим требованиям и нередко представляет угрозу для здоровья. Водные вспышки инфекционных заболеваний стали здесь обычным явлением. Доказано, что хлорирование не обеспечивает полную дезинфекцию питьевой воды, и при этом является одной из основных причин формирования рака мочевыводящих органов. В 2001 отмечались отклонения от ПДК концентраций тяжелых металлов в 100%

проб из рек в городах Дзержинск, Краматорск; 77,8% - в г.Константиновка, 31% - г.Донецк.

Ощутимым источником экологических проблем является интенсификация сельского хозяйства. Излишнее и часто бессистемное применение пестицидов, химических удобрений и др. сопровождается накоплением токсических веществ в продуктах сельского хозяйства. В то же время отмечается значительное падение уровня питательной ценности растений из-за уменьшения содержания в них основных нутриентов, в частности, витаминов. Снижение пищевой ценности продуктов питания приводит к их избыточному потреблению, и, как следствие, формированию болезней нарушенного обмена веществ – ожирению, сахарному диабету, сердечно-сосудистой патологии. Одной из причин роста онкологической патологии можно считать то, что возросла потребность организма в антиоксидантной защите от техногенных факторов внешней среды, а продукты питания не удовлетворяют нашей потребности.

Особую тревогу вызывает обширное загрязнение свинцом индустриального происхождения. За последние несколько лет свинец стал наиболее распространенным токсикантом группы тяжелых металлов. При свинцовом токсикозе поражаются, прежде всего, нервная система (энцефалопатия и нейропатия), органы чувств, почки и сердечно-сосудистая система. Наиболее восприимчива к свинцу кроветворная система, особенно у детей. У взрослых свинцовая интоксикация проявляется в виде системной сосудистой патологии, такой как гипертоническая болезнь, васкулит и артериосклероз мелких и средних артерий. Свинцовая интоксикация сказывается и на репродуктивном здоровье мужчин.

Нами было обследовано 449 детей в возрасте от 7 до 14 лет, которые были равномерно разделены по половой принадлежности и на две возрастные группы. Достоверные результаты были получены в результате сравнения различных экологических районов, где проживали дети. Они систематизированы в следующем порядке: угольно-коксохимически-металлургические > коксохимически-металлургические > коксохимические > металлургические > предприятия угольной промышленности. В районах с угольно-коксохимически-металлургическим комплексом содержание фенола в моче детей превышал физиологические показатели в 2,2 раза. Процент детей с высоким содержанием фенола в моче увеличился в этом районе на 29,5% , а количество детей с уровнем урофенола 3-4 и более мкг/мл превышало 35%.

Выполненный анализ проблем свидетельствует о наличии Донбассе геохимической эндемии техногенного происхождения, которая является существенным фактором медико-экологического неблагополучия региона.

Вот почему в рамках программы экологической реабилитации Донбасса целесообразно предусмотреть следующее:

1. Дальнейшее расширение исследований в области эндемической экологии.
2. Применение дифференцированного подхода с целью выявления эколого – эндемичных очагов и избирательного назначения для них режимов экологической реабилитации.
3. Введение обязательного учета эколого-эндемического фактора в медико-диагностическую и лечебно-профилактическую практику.

Литература

1. Андруз Дж. и др. Введение в химию окружающей среды.; Под ред. акад. Г.А.Заварзина. – Москва: «Мир», 1999. – 272с.
2. Биосфера/ Под ред. чл.-корр. АН СССР М.С.Гилярова. – Москва: «Мир», 1972. – 182с.
3. Региональная политика в области здорового питания и применения микронутриентов в формировании здоровья населения/- Материалы первой Уральской научно- практической конференции; - Екатеринбург, 2003г. –8 с.
4. Реймерс Н.Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы) - М.: Журнал «Россия молодая», 1994. – 367 с.
5. Р.Г.Синельщиков, Г.Г.Кльонова. Екологічна реабілітація здоров'я населення Донбасу: проблеми та шляхи їх вирішення// Екологічний вісник. - 2003. - №4. – с.8-10.
6. Словарь-справочник по экологии./ К.М.Сытник и др. Киев: Наук. Думка, 1994. – 668 с.
7. Стан навколишнього природного середовища та природоохоронної діяльності в Донецькій області/- Матеріали регіонального семінару. – м. Донецьк-2001; -44стр

Поступила в редакцію 13.05.04

РЕКРЕАЦИОННОЕ ЗНАЧЕНИЕ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА

С.Н. Голубничая

Донецкий институт туристического бизнеса

Жизнь современного города стремительна и динамична, сопряжена с постоянными стрессами. В этих условиях человек нуждается в полноценном отдыхе. Полное восстановление сил может обеспечить природная среда. Растительный покров рекреационных территорий имеет большое значение, так как с ним связано оздоровительное влияние ландшафта на физическое и эмоциональное состояние человека. Зеленые насаждения накапливают и обезвреживают различные составляющие промышленных выбросов, пыль, уменьшают шумовое загрязнение, регулируют микроклимат. Благоприятное воздействие на человека оказывают легкие ионы, содержащиеся в кислороде, который выделяют растения, в результате повышается работоспособность, нормализуется давление. К санитарно-гигиеническим свойствам растений относится и их способность выделять летучие фитоорганические вещества, называемые фитонцидами, которые ослабляют или убивают патогенную микрофлору [3].

Кроме перечисленных возможностей, немаловажным, а в некоторых случаях решающими факторами, влияющими на рекреацию, являются эстетические качества растений. Потребность в красоте – естественное проявление духовного мира человека. Оказывая эмоциональное воздействие, красота, в любом ее проявлении, облагораживает, воспитывает и оздоравливает человека. Именно поэтому территории, обладающие эстетической ценностью, пользуются повышенным спросом у рекреантов [4]. К сожалению, в сложившихся условиях ощущается нехватка таких территорий. Особенно это касается урбанизированных регионов, каким является Донбасс, где осталось очень мало ненарушенных территорий, на которых не соблюдаются допустимые рекреационные нагрузки. Неконтролируемый поток отдыхающих приводит к деградации природных экосистем. В связи с этим актуальным является создание комфортных территорий для отдыха искусственным путем, используя уникальные возможности зеленых растений. В Донецке, городе с миллионным населением, на первый взгляд, много зеленых насаждений. Однако, например, в Киевском районе на одного жителя приходится 0,06 дерева и 0,19 кустарника, высаженных на улицах, в парках, скверах. Допустимые нагрузки на парки кратковременного отдыха по всем методикам значительно выше, чем на природные леса (17 и 1,5 чел/га

соответственно) [4], они разрушаются от воздействия ненормированного количества рекреантов, нарушается их эстетическая привлекательность.

В Донецком институте туристического бизнеса ведутся разработки рекомендаций по оптимизации территорий, предназначенных для отдыха, с использованием растений и малых архитектурных форм. При подборе растений, в первую очередь, следует учитывать экологический критерий: устойчивость растений к засолению почв, жаро- и засухоустойчивость, холодостойкость, устойчивость к загрязнителям и т.д. [1,2].

Немаловажным является и эстетический фактор: здесь имеет значение форма и архитектура кроны, декоративность цветков, плодов, цветовая палитра. Так, для создания территорий для активного отдыха подбираются деревья со сферическими и пирамидальными кронами, которые стимулируют. Для восстановления сил больше подходят успокаивающие формы крон. Учитывается время вегетации и период наибольшей декоративности с целью создания разнообразных композиций. Например, рябина скандинавская имеет декоративные плоды, дуб черешчатый оригинален своим габитусом, липа сердцелистная привлекает в пору своего ароматного цветения, а скупия кожаная неповторима со своей яркой красной окраской листьев осенью.

Нами разработаны и предложены рекомендации по фитодизайнерской оптимизации для ЦПКиО им А.С. Щербакова, территории, прилегающей к кинотеатру «Звездочка»: даны варианты оформления с использованием различных элементов ландшафтного дизайна, предложен ассортимент цветочных и древесных растений.

1. Древесные насаждения в оптимизации техногенной и рекреационной среды Приазовья // Поляков А.К., Малюгин И.Е., Тарабрин В.П., Королев В.В. – К.: Наук. думка, 1992. – 171 с.

2. Голубничая С.Н., Данильчук В.Ф., Бовсуновская А.Я. Ландшафтный дизайн как фактор повышения эстетической привлекательности территорий // Туризм и региональное развитие.- Смоленск. – 2002. – С.55 -59.

3. Горышина Т.К. Растение в городе. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1991. – 152 с.

4. Колотова Е.В. Рекреационное ресурсоведение. – М.: Советский спорт, 1998. – 136 с.

Поступила в редакцию 13.05.04

ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПОНЕНТ КРАЕВЕДЧЕСКОГО МУЗЕЯ В КОНТЕКСТЕ ЗАДАЧ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА

Л.И.Нестеренко
Донецкий областной краеведческий музей

Краеведческий музей, несущий в основе экспозиции экологический, ландшафтный принцип, формирует у населения Донецкой области понятие природного равновесия, устойчивого социально-экономического, экологического развития региона, воспитывает экологическое сознание, культуру и этику.

Современный период человеческой истории характеризуется небывалым усилением производственного использования природных условий и ресурсов. Научно-техническая революция вооружила людей очень мощными средствами воздействия на природу. С быстрым развитием производительных сил с середины XIX века не только возросло влияние человека на природу, но и усилились последствия потребительского отношения человека к природе как к чему-то стороннему, «вне чего он находится». Негативизм этих последствий особенно возрос во второй половине XX века. Качественно изменилось соотношение сил между обществом и природой. Но вместе с тем постепенно созрело сознание, что люди не являются безграничными царями природы и что нарушение экологического равновесия в природе, происшедшее под влиянием человеческой деятельности по освоению природы, может привести к угрозе самой жизни на Земле. Экологические проблемы стали предметом исследования современной науки, но даже она не в состоянии полностью предвидеть возможные последствия общественного воздействия на природу.

Значение музеев и отделов природы краеведческих музеев велико, и не только в изучении вопросов, связанных с природными ресурсами и их разработкой, т.е. систематическим освоением окружающей среды с целью получения экономической прибыли, они также должны разъяснять и напоминать посетителям о том, что природа состоит из тысяч взаимосвязанных живых организмов и что, следовательно, природопользование предполагает соблюдение этических норм.

Экомузей – это зеркало, в котором люди могут увидеть и познать себя, а также получить необходимые знания о местности, в которой они живут, ее развитии с давних времен до настоящего. Развернутая характеристика географической среды в экспозициях отделов природы краеведческих музеев - это основное и специфическое их отличие от экспозиций специальных естественнонаучных музеев.

Природоведческая экспозиция Донецкого областного краеведческого музея (ДОКМ) позволяет показать природу края как единое целое. Такое отношение к природе лежит и будет лежать в основе решения всех экологических проблем. В экспозиции отдела природы ДОКМ сочетается исторический принцип и принцип всеобщей взаимосвязи и взаимообусловленности, который реализуется при практическом осуществлении ландшафтного показа. В основу создания экспозиции залов природы «Геолого-географическая характеристика Донецкой области» и «Животный и растительный мир Донецкой области» положен «ландшафтный принцип», позволяющий проследить сложные взаимосвязи природных компонентов, создающих природное равновесие. Экспозиция дает представление о роли всех основных комплексов природы, участвующих в формировании ландшафтов донецкого края, что позволяет представить посетителям действительную картину природы Донетчины. Наилучшим средством показа взаимосвязей в природе являются диорамы наиболее типичных природных ландшафтов Донецкой области и биогруппы.

Музейная экологическая экспозиция содержит не только информационные сведения, но сама по себе становится активным пропагандистом охраны природы, представляет собой важнейший момент в становлении чувства любви к природе. Экспозиция создает неповторимую эмоционально-эстетическую атмосферу, необходимую для более глубокого восприятия природы, а эффективность воспитания в какой-то мере определяется оригинальностью экспонируемых музейных предметов. Таким образом музейная экспозиция и экскурсии, в которых применяются различные музейные приемы, развивают заинтересованность природой родного края и являются важным фактором творческой активности посетителей. Развитие познавательной заинтересованности способствует созданию целостной картины географических объектов и явлений, формирует отношение к нашему краю как к общему дому, воспитывает экологическую культуру и этику поведения.

Одна из основных задач экологической экспозиции, связанная с показом воздействия человека на природу, заключается в разработке характеристики местной географической среды, в которой происходило развитие общества в прошлом и разворачивается преобразующая деятельность человека в настоящем. В экспозиции отдела природы прослеживается история развития ландшафта и влияние на него антропогенных факторов (диорама «Индустриальный ландшафт»). В последнее время эта тема стала разрабатываться и при создании новых исторических экспозиций («Донецкий край в конце XVII - 1-й пол. XIX вв.»), этнографических экспозиций.

В связи с тем, что Донецкая область относится к наиболее экологически напряженным регионам Украины, тема изменения

природных компонентов и ландшафта в целом в результате влияния антропогенных факторов приобретает особую актуальность. Материалы по изменению и загрязнению природных компонентов на территории области освещены в каждой представленной в экспозиции теме. Но оценивая население Донецкой области, плотность, соотношение городского и сельского населения (городского – 4,5 млн.чел., сельского – 453 тыс.чел.), сотрудники отдела природы пришли к выводу, что самые острые экологические проблемы касаются в большей степени городов. Наиболее сложная экологическая обстановка сложилась в крупных промышленных городах области – Мариуполе, Донецке, Дебальцево, Макеевке, Харцызске, Енакиево. Естественным результатом изучения экологического неблагополучия городов Донецкой области и, в частности, г.Донецка, явилась идея разработки новой темы «Человек.Природа.Город».

Урбанизация как объективный процесс имеет свои положительные свойства, но наряду с множеством социально-экономических проблем она выдвинула комплекс экологических, угрожающих здоровью и даже существованию городского населения. Эти проблемы можно сгруппировать по элементам природной среды: чистый воздух – загрязненный воздух, чистая вода – загрязненная вода, чистые почвы – загрязненные почвы, благоприятный климат – климатический дискомфорт, озелененные территории – неозелененная застройка. Если на карту города накладываются все положительные характеристики, т.е. экологические оптимумы, мы имеем дело со здоровой окружающей средой. Если же преобладают отрицательные факторы - городу грозит экологический кризис. Проблема современных крупных городов усугубляется резкой недостаточностью природно-пространственных ресурсов. Если раньше они рассматривались как физическое пространство, которое необходимо преодолеть, то сегодня приобретают огромную ценность в воспроизводстве трудового и культурного потенциала личности.

Поэтому во всем мире ведется поиск путей оптимизации окружающей среды. Такая же работа проводится специалистами и общественностью в городе Донецке и других городах Донецкой области.

Сотрудники музея собирают данные и изучают материалы о загрязнении атмосферного воздуха, вод, почв, изменении биологических сообществ в природной среде города и на его окраинах, знакомятся с теоретическими и практическими разработками научных учреждений, специалистов по разным направлениям охраны и улучшения окружающей среды. В круг изучаемых вопросов входит и изучение экологии человека, в основном влияние загрязненной окружающей среды на здоровье человека и социальная экология. Тесное сотрудничество с Госуправлением экологии и природных ресурсов в Донецкой области, облСЭС, научными учреждениями, ВУЗами области позволили получить определенные знания и информацию по вопросам экологии города, человека и приступить к

разработке научной концепции будущей экспозиции «Человек.Природа.Город». Главной целью создаваемой концепции является отражение сложных экологических проблем изменения жизненной среды городского человека, актуальность сохранения и улучшения среды. Показ в экспозиции системного подхода к решению вопросов экологической безопасности даст понимание необходимости сдерживания техногенной нагрузки на окружающую среду и выживание самого человека, как биологического вида.

Поступила в редакцию 05.05.04

ОПЫТ АКТИВИЗАЦИИ РАБОТЫ ШКОЛ ГОРОДА ДОНЕЦКА ПО ПРОГРАММЕ СОХРАНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ

Толмачева Л.П.

Донецкая городская детская общественная организация Всеукраинского детского объединения "Екологічна варта"

В статье дан анализ работы по вовлечению школ города к участию во Всеукраинской акции "Первоцвет", направленной на сохранение редких и исчезающих раннецветущих растений. Показаны пути и приемы, давшие хороший результат, по активизации действий школьников крупного города по программе сохранения биологического разнообразия.

Начиная с февраля и на протяжении всей весны в крупных городах Украины и СНГ наблюдается интенсивная торговля раннецветущими растениями, вырванными из их природной среды. По вине массовых сборов ради наживы происходит деградация популяций и уменьшение численности подснежников, крокусов, пролесок, цикламенов и прочих красивоцветущих первоцветов. Пресечь варварское уничтожение этих растений немногочисленными силами государственных инспекций не удается. На помощь им приходят общественные организации.

С 2002 года Донецкая городская детская общественная организация Всеукраинского детского объединения "Екологічна варта" (далее ДГ ДОО ВДО "Екологічна варта") организует среди учащихся школ города Донецка и области конкурс "Сбережем первоцветы". Целью конкурса является активизация природоохранной деятельности учащейся молодежи, вовлечение школьников к участию во Всеукраинской акции "Первоцвет", направленной на спасение от уничтожения редких и исчезающих раннецветущих растений. Участие школьников крупного города в такой природоохранной акции состоит в пресечении торговли первоцветами путем пропаганды среди учащихся школ и взрослого населения знаний о раннецветущих растениях и варварском их уничтожении.

Первый конкурс (2002г.) показал, что с проблемой первоцветов знакомы всего три школы Донецка. Поэтому к конкурсу 2003 года совместно с гос. управлением экологии и природных ресурсов были выпущены бюллетень с информацией о браконьерских сборах растений рады наживы и листовка. Для стимулирования пропагандистской работы в Положение о конкурсе были введены номинации "Лучший руководитель участников акции" (для учителей) и "Самый активный участник акции"

(для учеников). Информация о конкурсе и материалы по акции распространялись с помощью управления образования Донецкого городского совета. В конкурсе приняли участие 44 школы Донецка и 12 школ области, которые, благодаря бюллетеню и листовке, продемонстрировали свою осведомленность в проблеме. В рамках акции в школах были проведены радиопередачи, беседы. В микрорайонах школ развешивались листовки, школьники проводили рейды по рынкам, торговым точкам и рассказывали об исчезающих и редких раннецветущих растениях жителям. По самым скромным подсчетам, благодаря активной работе школьников в Донецке о проблеме первоцветов узнали более 10 тысяч человек. Самая большая работа была проведена теми школами, в которых существуют первичные ячейки ДГО ВДО "Екологічна варта" (школы 13, 105, 20, 39, 44, 3, 139).

Конечно, для миллионного города 10 тысяч осведомленных людей цифра не большая. Поэтому к конкурсу 2004 кроме обновленной листовки и бюллетеня была подготовлена анкета. Целью анкетирования является не только сбор сведений об информированности населения о проблеме раннецветущих растений, но и пропаганда знаний о растениях, произрастающих на территории Донбасса, подвергающихся массовому сбору и последующей распродаже.

Началом акции "Первоцвет" школам города послужил семинар "Роль и участие школьников города Донецка во Всеукраинской акции "Первоцвет" и областном конкурсе "Сбережем первоцветы". Приглашения на семинар осуществляло управление образования. В работе семинара приняли участие представители более 70 школ города. Им были розданы листовки, информационные бюллетени, анкеты, положение о конкурсе, форма отчета и список литературы о раннецветущих растениях. Участники семинара имели возможность пополнить свои знания о первоцветах, представленных на стенде.

С приветствием участникам семинара выступил Р.Г. Синельщиков, председатель Донецкой областной организации Всеукраинской экологической Лиги, доктор биологических наук, профессор Донецкого Национального технического университета. Он рассказал о роли общественных организаций в экологическом воспитании населения.

Начальник управления экологии и рационального природопользования Донецкого городского совета Р.В. Кишкань сообщил о материальной поддержке работы ДГО ВДО "Екологічна варта" городским советом.

А.В. Волченский, специалист управления образования Донецкого городского совета, выразил удовлетворение совместной работой с ДГО ВДО "Екологічна варта" в сфере экологического воспитания учащихся.

Большой интерес участников семинара вызвало выступление руководителя сектора контроля биоресурсов гос. управления экологии и природных ресурсов в Донецкой области А. Ю. Первака. Он дал справку о

раннецветущих растениях Украины и Донбасса и информацию о работе гос. управления с браконьерами, уничтожающими первоцветы и торгующими ими. А. Ю. высоко оценил работу ДГО ВДО "Екологічна варта", являющуюся инициатором вовлечения школьников к участию в акции "Первоцвет" и организатором областного конкурса "Сбережем первоцветы".

Инженер отдела природной флоры Донецкого ботанического Сада Н.В. Шпилевая сообщила о первоцветах в фондах и экспозициях бот. сада и познакомила с режимом экскурсионной работы сада.

Представителям школ было небезынтересно выслушать краткий отчет о научной работе на тему "Влияние рекреации на состояние популяции пролески сибирской в пригородных лесах г. Донецка" Е. Третьяковой, студентки 2 курса кафедры ботаники и экологии биофака Донецкого Национального университета, призера Всеукраинского конкурса Малой Академии Наук.

Основной вопрос о роли и участии школьников во Всеукраинской акции "Первоцвет" и третьем областном конкурсе "Сбережем первоцветы" был освещен Л.П. Толмачевой, координатором ДГ ДОО ВДО "Екологічна варта". Представители школ были ознакомлены с новым Положением конкурса, требованиям к конкурсным плакатам и рисункам и оформлению отчета об участии учеников школы в акции "Первоцвет". Было дано разъяснение о том, как проводить анкетирование населения.

Стартовавшая в феврале акция продолжалась до середины апреля. Из полученных отчетов стало видно, что в акции приняли участие 13,5 тысяч учащихся из 71 школы Донецка. Ими было распространено около 13 тысяч листовок, проведено около 2 тысяч бесед и лекций, 28 внутришкольных радиопередач, около 600 выступлений агитбригад, которые прослушали более 24 тысяч учащихся и более 12 тысяч жителей микрорайонов школ. 40 тысяч людей было охвачено анкетированием.

Результаты анкетирования показали, что 80% опрошенных взрослых людей и пенсионеров узнали о проблеме раннецветущих растений от школьников, 50% – из листовок.

На вопрос о том, покупали ли раньше дикорастущие цветы, ответили положительно 40% младших школьников, 60% подростков и 65% старшеклассников. Среди взрослого населения этот показатель был выше – около 75%.

На следующий вопрос: "Будете ли покупать их сейчас, зная о том, что они могут скоро исчезнуть в природе по вине людей"? более 90% младших школьников и подростков, 75% старшеклассников и 85 % взрослых людей ответили отрицательно.

Таким образом, акция и конкурс 2004 года показали, что информированность населения о проблеме раннецветущих растений по сравнению с 2003 годом возросла в 4–5 раз. Учащиеся школ, принявших

участие в акции, жители микрорайонов, с которыми была проведена разъяснительная работа, перестали покупать букетики первоцветов.

Жюри конкурса, в состав которого вошли руководители кружков изобразительного творчества областного Дворца детского и юношеского творчества, представители главного управления экологии и природных ресурсов в Донецкой области и ДГ ДОО ВДО "Екологічна варта" определили призовые места для лучших руководителей участников акции, самых активных участников, лучших авторов плакатов и рисунков. Они были награждены призами, приобретенными на средства, выделенные исполкомом Донецкого городского совета. Кроме того, учащимся, не попавшим в число призеров, но проявившим себя в акции, были вручены призы от спонсоров. Все остальные руководители и активные участники акции получили благодарственные письма.

Исходя из опыта трехлетней работы, можно сделать вывод о том, что наиболее эффективными оказались следующие приемы:

1. Установление тесного контакта с государственным управлением экологии и природных ресурсов в Донецкой области. Совместными усилиями были созданы информационный бюллетень и листовка.
2. С отделом экологии и управлением образования Донецкого городского совета ДГ ДОО ВДО "Екологічна варта" заключила трехсторонний договор о совместном проведении акции "Первоцвет" и конкурса "Сбережем первоцветы".
3. В декабре – январе была проведена подготовительная работа к акции и конкурсу: разработано Положение о конкурсе, составлены бюллетень, листовка, анкета, форма отчета и список литературы о растениях – первоцветах. На средства городского совета все подготовленные материалы были растиражированы в нужном количестве.
4. Совместно с председателем Донецкой областной организации Всеукраинской экологической Лиги был подготовлен семинар для учителей города. Управление образования оповестило о времени проведения семинара школам.
5. В марте – апреле усилия оргкомитета конкурса были направлены на поиск спонсоров, проплаты денег исполкомом городского совета за призы.
6. С 10 апреля начался конкурсный отбор лучших отчетов и работ, работа жюри конкурса, подготовка грамот победителям, приглашение победителей на подведение итогов конкурса.
7. Подведение итогов конкурса символично приурочено ко Всемирному Дню Земли. На нем присутствуют представители государственного управления экологии и природных ресурсов в Донецкой области, отдела экологии и управления образования Донецкого городского совета.
8. Благодарственные письма всем остальным участникам акции и конкурса рассылаются с помощью управления образования.

9. Ежегодно необходимо привносить что-то новое в работу со школьниками и населением, но для стимулирования работы учителей и школьников постоянными должны быть номинации "Лучший руководитель участников акции" (для учителей) и "Самый активный участник акции" (для учеников). Их заслуги определяются жюри конкурса по объему проведенной в школе работы (информация из отчета), в сравнении с другими.

Таким образом, благодаря активной работе школ по программе сохранения биологического разнообразия у населения формируется негативное отношение к продаже и покупке раннецветущих растений, вырванных из их природных мест обитания. Уменьшение покупательского спроса на первоцветы снизит их уничтожение, что будет способствовать сохранению их биологического разнообразия в природе. Кроме того, участие в акции способствует формированию у школьников экологического мировоззрения, чувства гражданской ответственности, собственного достоинства и любви к родной природе.

Поступила в редакцию 07.05.04

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ

О.Е. Алексеева, П.В. Третьяков

Донецкий национальный технический университет

Рассмотрены аспекты экологической безопасности и надежности тепловых агрегатов. Предложена методика определения критериев надежности и герметичности агрегатов с учетом влияния комплекса факторов.

На промышленных предприятиях Донбасса находят широкое применение различные тепловые агрегаты для термической переработки различных материалов, изготовления и обработки изделий.

Для этих агрегатов характерен высокий энергохимический потенциал, материалоемкость. В связи с возможными тепловыми потерями и выбросами они представляют существенную опасность для окружающей среды, особенно из-за старения и разрушения кладки и футеровки.

В настоящее время ведется разработка новых тепловых агрегатов для переработки отходов, где эти вопросы еще более актуальны. В связи с этим назрела необходимость на стадии проектирования проводить анализ наиболее опасных зон и узлов таких агрегатов.

Наиболее важными узлами тепловых агрегатов с точки зрения экологической безопасности является их наиболее сложные конструктивные элементы: крышки, люки, узлы загрузки и выгрузки, обеспечивающие загрузку-выгрузку сырья и продукта, отвод-подвод газов, контроль, очистку, ремонт и т.д. Как правило, это узлы стыковки огнеупорных и металлических элементов. Находясь между собой в тесном контакте и взаимовлиянии, элементы узлов испытывают постоянные температурные перепады, механические и химические воздействия, одновременное влияние внутренней и внешней среды. Прогибы и трещины металлических элементов приводят к разгерметизации узлов и смещениям огнеупорной кладки, что в свою очередь, вызывает коробление рам и корпусов. Несовершенство конструкции уплотнений стыковочных узлов приводит к возникновению глубоких температурных перепадов в кладке и интенсивному загрязнению металлических элементов смолистыми продуктами коксования, к их газованию, горению, и, в итоге, к дальнейшей эскалации отказов. Для большинства конструкций выбросы происходят из низко расположенных источников, что представляет большую опасность для работающего персонала и затрудняет обслуживание агрегата.

Незначительное разрушение элементов стыковочных узлов приводит к нарушению герметичности агрегата, к затруднениям при выдаче

продукта из печей, существенному ухудшению его качества, а иногда к взрывам, авариям с большими экономическими потерями и выбросами в окружающую среду.

Как правило, нарушение герметичности стыковочного узла приводит к нарушению стабильного протекания технологического процесса, температурного режима в этой зоне и как следствие разрушению огнеупорной футеровки, примыкающей к узлу. Например, в коксовых батареях одной из таких зон является головочная часть конструкции агрегата (двери, футеровка дверей, брони, рамы, зона заплечиков и первые два вертикала простенков).

Из всех элементов конструкции головочной зоны наиболее быстрому разрушению подвержена футеровка дверей, ресурс которой составляет около двух лет (≈ 1000 печевыдач) [1]. При разрушении футеровки возрастают термические напряжения в металлоконструкции двери, происходит ее коробление. Нарушается герметичность со всеми вытекающими отсюда последствиями [2].

Моменту образования дефектов в элементах конструкции соответствует повышение скорости образования дефектов кладки простенков (рис.1), особенно в зоне заплечиков. Помимо этого в данной зоне кладка постоянно воспринимает температурные удары во время выдачи кокса, нагрузки при установке-снятии дверей и чистке рам. Происходит интенсивное растрескивание и скалывание кирпичей.

Одной из причин роста трещин и образования сколов является

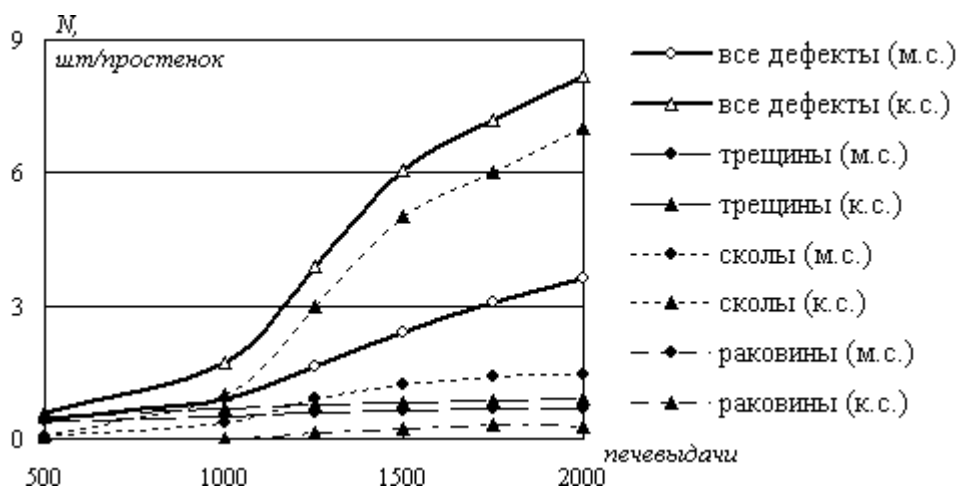


Рисунок 1 – Количество дефектов с машинной (м.с.) и коксовой сторон (к.с.), отнесенное на один простенок

разрушение материальных швов. Выкрашивание мертеля в материальных швах ведет к нарушению целостности поверхности кладки и появлению открытых углов кирпичей, что способствует росту термических напряжений в теле кирпичей, а это в свою очередь приводит к

образованию сколов глубиной до 60 мм (более половины ширины кирпича).

Накопление и увеличение сколов приводит к образованию раковин. В 70-80% случаев раковины расположены в районе 5-8 рядов кладки под газоотводящим люком и на заплечиках кладки простенков. Данный вид дефектов является главной причиной образования критических повреждений – провалов кладки, особенно в верхней части камеры коксования из-за более низких сжимающих нагрузок от вышележащего массива кладки и динамических нагрузок от движения углезагрузочной машины.

Для предотвращения появления критических ситуаций, своевременного устранения дефектов и нежелательных явлений необходимо определение параметров надежности и герметичности элементов узла, а также прогнозировать поведение конструкции до проведения следующего этапа восстановительных работ.

Анализ различных конструкций стыковочных узлов тепловых агрегатов показал, что их можно свести к двум основным схемам (рис.2): типа «крышка» - для разъемных соединений и «труба в кладке» - для неразъемных.

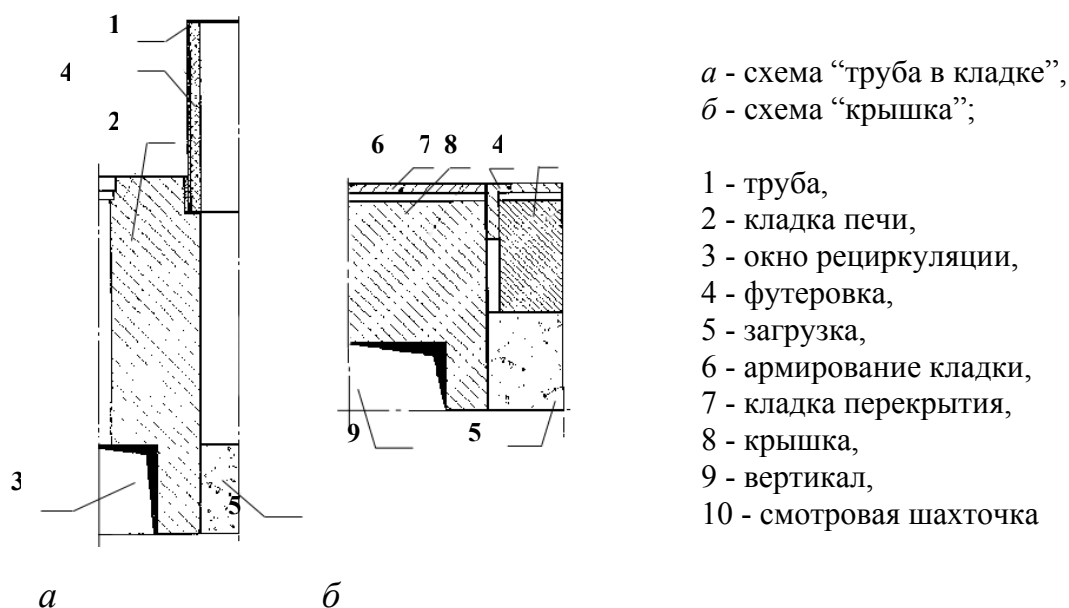


Рисунок 2 – Расчетные схемы стыковочных узлов теплоагрегатов

В существующих методиках расчета элементов стыковочных узлов принимается во внимание действие на конструкцию одного или нескольких факторов без учета вклада остальных. Поэтому необходимы критерии, позволяющие оценить работоспособность элементов стыковочных узлов с учетом влияния комплекса факторов.

Критерии были разработаны на основе теории подобия и размерностей. Их количество определено количеством параметров процесса разрушения - показателя прочности элементов узла σ^M и показателя герметичность соединений Q . В общем виде эти критерии имеют вид:

$$\sigma^M \leq \sigma^* \cdot K_1, \quad (1)$$

$$Q \leq P \cdot K_2, \quad (2)$$

где σ^M – механические напряжения в элементах узла, P – газопроницаемость перерабатываемого в агрегате материала, K_1, K_2 – коэффициенты, учитывающие влияние на прочность и герметичность узла основных действующих факторов: температурного, механического, технологического.

$$K_1 = f(T_{max}, T_{max} - T_{min}; v_s; l; t), K_2 = f(T_{max}, T_{max} - T_{min}; v_s; B; t; q_{гр}; \Delta p),$$

где T_{max}, T_{min} – максимальная и минимальная температура элемента, $q_{гр}$ – усилие прижатия уплотняемых поверхностей, t - время работы агрегаты, v_s - скорость поверхностного разрушения, l, B - характерные размеры элемента, Δp - перепад давления между рабочей и внешней средой.

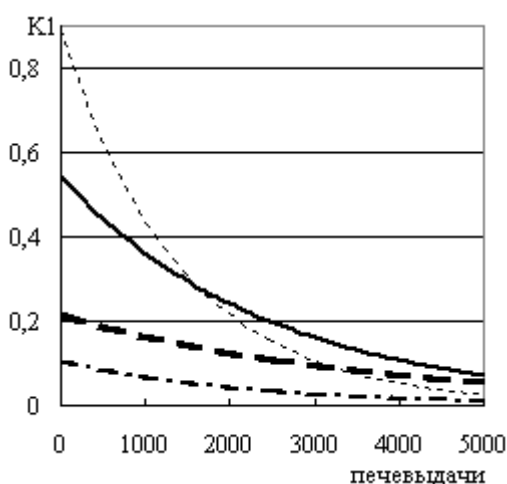
Для определения коэффициентов K_1, K_2 проведен планированный эксперимент. Определены значения параметров на нижнем и верхнем уровне факторов, диапазоны варьирования факторов, по методу наименьших квадратов рассчитаны коэффициенты уравнений регрессии. Результаты расчета коэффициентов представлены на рисунке 2.

Выражение (1) представляет собой критерий разрушения, который позволяет оценить состояние каждого элемента системы в любой его точке на соответствие пределу прочности на растяжения для огнеупорных элементов и пределу текучести для металлических элементов узла. Выражение (2) – это критерий герметичности, по которому проводится проверка герметичности соединений элементов.

Данные о температурном и напряженно-деформированном состоянии элементов узла были получены путем реализации математической модели распределения температур и механических напряжений в сечении узла.

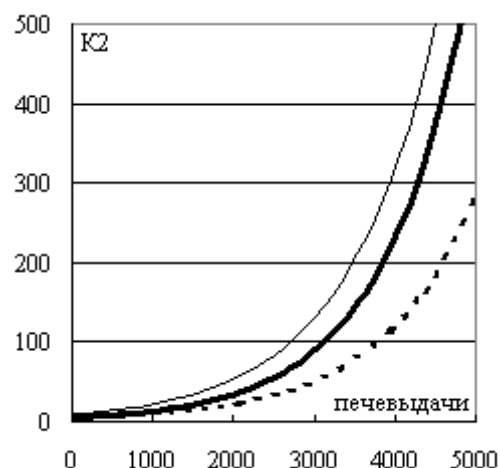
В результате расчетов по критериям определены зоны, где условия работоспособности не выполняются.

Применение критериев работоспособности на практике открывает следующие новые возможности для проектировщиков и эксплуатационников:



А

- для элементов из чугуна
- для элементов из динаса
- для элементов из шамота
- для элементов из стали



б

- для узла типа «труба»
- для узла типа «крышка»:
- при $q_{np} = 0,25 \text{ мПа}$
- при $q_{np} = 0,1 \text{ мПа}$

Рисунок 3. – Закономерности изменения коэффициентов K_1 , K_2 в процессе эксплуатации агрегата

- по полученным расчетным данным сопоставлять показатели надежности стыковочных узлов различных тепловых агрегатов;
- исследовать влияние каждого из конструктивных и физико-механических параметров на работоспособность узлов;
- на этапе проектирования новых конструкций и при эксплуатации существующих прогнозировать работоспособность и долговечность узлов и отдельных элементов.

Библиографические ссылки:

1. Джелали В.В., Рубчевский В.Н., Шакун Г.В. и др. Механизмы разрушения шамотной футеровки. Способы их подавления // Кокс и химия. 1999. №3. С.18-22.
2. Парфенюк А.С., Алексеева О.Е., Захаров П.А. Анализ надежности элементов головочной зоны коксовой печи // Кокс и химия. 1998. №6. С.16-19.

Поступила в редакцию 13.05.04

СОВРЕМЕННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ ПАРОВ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ ВОЗДУХА

Д.А.Баранов*, В.И.Бердников**, М.А.Карташов**

*Московский государственный университет инженерной экологии,

**ООО «ИНОТЕХ»

Разработана высокоэффективная установка для очистки паровоздушных смесей от паров углеводородов, выделяющихся на автозаправочных станциях, местах сбора и распределения нефтепродуктов. В установке используется абсорбционный принцип улавливания. Головной образец прошел испытания и показал высокую эффективность.

В технологических процессах добычи, транспортировки, переработки нефти и нефтепродуктов хранение и перевалка относится к экологически- и пожароопасным операциям из-за значительных выделениям паров легких углеводородов в атмосферу. Это особо актуально для промышленных регионов, в том числе для г.Москвы и Московской области в связи со значительным ростом объема автотранспорта и количества автозаправочных станций. Так, за последние 10 лет, при увеличении автопарка города в 2,5 раза количество автозаправочных станций (АЗС) за этот же период выросло в 3 раза.

В настоящее время, суммарные выбросы паров углеводородов в атмосферу только на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ), нефтебазах (НБ) и АЗС по г.Москве и Московской области, при суммарном годовом потреблении бензина около 3,2 млн. тонн составляют более 30000 т/год.

Установлено, что в ходе каждой операции налива бензина, на каждый кубический метр переваливаемого объема, в атмосферу вытесняется 1,0-1,5 м³ паровоздушной смеси (ПВС), в каждом кубическом метре которой содержится 0,6-1,5 кг паров углеводородов. Кроме того, в ходе хранения нефтепродуктов на НПЗ, НБ и АЗС происходят выбросы углеводородов с интенсивностью 3-70 м³/час.

Для примера суточные потери углеводородов на одной АЗС не оборудованной системами предотвращения утечки или улавливания паров бензина могут составлять порядка 50-70 кг (18-25 т/год). С учетом выбросов паров бензина из бензобаков при заправке автомобилей фактический объем выбросов ПВС на АЗС как минимум увеличивается в 2-2,5 раза, а потери бензина могут достигать до 45 т/год.

Анализ возможных путей предотвращения выбросов паров бензина показал, что для решения данной задачи необходимо в первую очередь оснастить все потенциальные источники выбросов углеводородов уплотне-

ниями, запорными вентилями и другими устройствами, предотвращающими свободную утечку ПВС в атмосферу. Однако данные мероприятия позволяют удержать приблизительно 10 % ПВС, образующейся на АЗС.

Оснащение АЗС системами «закольцовки» выбросов позволяет при сливе топлива обеспечить вытеснение ПВС из наполняемых резервуаров АЗС в опорожняемые емкости бензовозов с последующим их вывозом на централизованные приемные пункты утилизации. Очевидно, что в этом случае большая часть ПВС, образующейся на АЗС в ходе заправки автомобилей и хранения топлива, не может быть вывезена бензовозами, так как суммарный объем ПВС, образующийся на АЗС в 2,0-2,5 раза превышает объем сливаемого топлива.

Вместе с тем, анализ возможных путей предотвращения выбросов паров углеводородов показал, что только оснащение всей технологической цепочки перевалки, хранения и реализации светлых нефтепродуктов активными системами улавливания и утилизации паров бензина из ПВС в комплексе с внедрением систем уплотнений и «закольцовки» ПВС, позволит обеспечить улавливание паров бензина на НПЗ, НБ и АЗС.

В Таблице приведены ориентировочные выбросы паров углеводородов на операциях перевалки и реализации светлых нефтепродуктов на НПЗ, НБ и АЗС Московского региона и пути предотвращения выбросов с указанием необходимой производительности.

Проведенный анализ показал, что в этих установках могут быть реализованы следующие способы улавливания и утилизации паров углеводородов из ПВС:

- захлаживание паровоздушной смеси в холодильниках (без изменения давления) до конденсации углеводородов;
- сжатие смеси с одновременным захлаживанием до конденсации паров;
- прямое сжигание углеводородов;
- адсорбция углеводородов с последующей десорбцией;
- разделение на мембранах, обладающих определенной селективностью;
- абсорбция углеводородов с последующей десорбцией;
- выделение углеводородов по одному из вышеперечисленных способов с последующим сжиганием и полученной тепловой энергии.

В первых двух способах проводится захлаживание ПВС до температур (-40) – (-50) °С, во втором – дополнительное сжатие до давления 1-5 МПа. При этих условиях в первом случае конденсируется 30-50 %, а во втором – 50-100 % углеводородов, содержащихся в смеси.

Однако первый способ не обеспечивает удовлетворительных результатов по конечному составу воздуха, а второй характеризуется большими

энергозатратами. Кроме того, не рекомендуется сжатие смесей, содержащих кислород (возможность возникновения взрывоопасных смесей).

Сжигание углеводородов ведет к прямой потере ценнейших продуктов и эффективно только при высокой концентрации углеводородов в ПВС. Кроме того, сжигание углеводородов приводит к вторичному загрязнению окружающей среды.

Таблица

Возможные выбросы паров углеводородов и пути их предотвращения

Место выбросов паров углеводородов в атмосферу	Объем ПВС, млн.м ³	Пути предотвращения выбросов паров углеводородов
На железнодорожных эстакадах (слива) налива на НБ	~ 3,0	Установка систем с производительностью 200-900 м ³ /час
На автомобильных эстакадах (слива) налива нефтепродуктов	> 4,3	Установка систем с производительностью 200-300 м ³ /час
На НБ, НПЗ в процессе хранения светлых нефтепродуктов	> 2,0	Установка систем с производительностью 70-120 м ³ /час (при наличии системы «закольцовки» и уплотнений)
Выбросы ПВС в процессе слива нефтепродуктов из бензовозов в резервуары АЗС	> 4,3	Установка систем с производительностью от 20 м ³ /час (при наличии системы «закольцовки» и уплотнений) и до 70 м ³ /час (без них)
Выбросы ПБ в атмосферу из бензобаков автомобилей в процессе заправки на АЗС	> 5,0-7,0	Установка систем с производительностью 3-20 м ³ /час и централизованной системы отбора ПВС при наличии системы «закольцовки»
Выбросы ПБ в атмосферу в процессе хранения нефтепродуктов на АЗС	> 1,0	Установка систем с производительностью 0,1-20 м ³ /час (при наличии систем «закольцовки» и уплотнений)

Адсорбционный способ, несмотря на достаточно высокую эффективность улавливания, требует периодической регенерации адсорбента с последующей утилизацией образовавшихся вторичных продуктов, что усложняет технологическую схему процесса и требует дополнительных энергетических затрат.

При мембранной технологии улавливания возникает ряд вопросов, связанных с выбором мембран требуемой селективности и проницаемости, созданием высоких давлений перед мембраной.

Как показали исследования, проведенные в Московском государственном университете инженерной экологии (МГУИЭ), наиболее перспективным способом улавливания углеводородов из ПВС с позиций энергетической, экологической и эксплуатационной эффективности является спо-

соб абсорбции заоложенным абсорбентом с последующей десорбцией. Такая организация процесса позволяет избежать взрывоопасных ситуаций, обеспечить качественное и надежное осуществление процесса. Кроме того, если в качестве абсорбента в установках используется углеводородная смесь, из которой происходит испарение легких фракций, десорбция не является обязательной – охлажденный абсорбент возвращается в исходную емкость, практически не меняя состава.

Несмотря на то, что процесс абсорбции является хорошо изученным как в теоретическом, так и в практическом плане, использование его в системах улавливания светлых нефтепродуктов до настоящего времени в ряде стран осуществлялось в первую очередь на крупных предприятиях с расчетом на высокие нагрузки по ПВС. Это было обусловлено отсутствием компактных, высокопроизводительных и высокоэффективных контактных устройств, обеспечивающих надежную и стабильную очистку ПВС от углеводородов до требуемых предельно допустимых концентраций.

Специалистами МГУИЭ и ООО «ИНОТЕХ» разработана качественно новая компактная абсорбционная установка, в которой осуществляется высокоэффективное извлечение паров легких углеводородов. Указанный эффект достигается за счет применения оригинальной конструкции абсорбционного аппарата с вертикально установленными динамическими контактными дисковыми элементами, частично погруженными в абсорбент.

Контактные диски, расположенные на одном валу, вращаются со скоростью, исключающей срыв пленки жидкости, образующейся на их поверхности. Направление движения газовой фазы, в результате использования специальных перегородок на границах контактных устройств при переходе из одного элемента в другой, меняется на 180° . Абсорбент и ПВС в аппарате контактируют в противотоке. За счет отсутствия сепарационных зон длина горизонтального абсорбционного аппарата резко уменьшается.

Предложенное устройство позволяет увеличить поверхность межфазового контакта, интенсифицировать протекающие в устройстве массо- и теплообменные процессы в широком диапазоне сочетания режимных параметров и теплофизических свойств взаимодействующих сред. По сравнению с лучшими отечественными и зарубежными аналогами разработка и внедрение установок для улавливания углеводородов из ПВС с горизонтальными абсорбционными аппаратами такого типа позволяет:

- обеспечить степень улавливания паров бензина из ПВС до 92-95 %;
- уменьшить (в 5-8 раз) габариты и массу абсорбционных установок по сравнению с известными аппаратами аналогичного назначения;
- реализовать большой диапазон регулирования расходных характеристик ПВС, что позволяет обеспечивать обработку паров углеводородов как в период хранения бензина, так и во время заполнения резервуаров;
- обеспечить возврат паров углеводородов в процессе улавливания;

- сократить площадь необходимую для размещения установки в 6-8 раз;
- обеспечить сокращение затрат на экологическую защиту в 5-10 раз;
- сократить количество потребляемой электроэнергии;
- решить вопросы пожарной безопасности на НПЗ, НБ и АЗС.

Изготовленные и сертифицированные в настоящее время опытно-промышленные абсорбционные системы улавливания и рекуперации паров углеводородов АСУР-40 и АСУР-120 на производительность по ПВС, соответственно, 40 и 120 м³/час, выполнены по открытой схеме и оптимизированы для улавливания паров ДТ, бензина и т.д.

Таким образом, осуществлено создание высокоэффективной малогабаритной установки экологической защиты, обладающей значительно меньшей стоимостью, чем известные конструкции. Предлагаемая установка является основой, на которой возможна разработка целого поколения аппаратов экологической защиты для различных отраслях промышленности, например, для получения газового конденсата из попутного газа, очистки воздуха и дымных газов от твердых частиц, оксидов азота, углерода, паров фенола, формальдегида, бензола, аммиака и других веществ.

Поступила в редакцию 13.05.04

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБОВ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОГО РЕГИОНА ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

С.В.Ганюков, В.И.Саранчук
Укрэкокомресурсы, ИнФОУ НАН Украины

Восточный регион Донецкой области, включающий территорию четырех городов и двух районов, имеет площадь около 300 тыс.га, на которой проживает более 350 тыс.человек. На территории региона производится добыча антрацита, каменного угля, мела, мергеля, глины, песчаника и песчано-глинистых сланцев; имеются машиностроительные и цементные заводы.

Регион характеризуется резким снижением уровня добычи антрацита, снижением рабочих мест и уровня жизни населения, с чем, очевидно, связано уменьшение количества ТБО. Так в г.Снежное в 1986 году объем ТБО вывезенных на свалки, составил 129 тыс.м³, а в 2001 году – 19,2 тыс.м³. Одновременно при ликвидации шахт образуются десятки тысяч тонн строительного лома, на размещение которого отсутствуют свободные места и лимиты. На свалках региона хранится более 2,3 млн.т ТБО.

В породных отвалах угольных шахт региона в 136 отвалах, из которых 26 горит, находится 270 млн.т породы.

Всего в регионе зарегистрировано 221 место складирования пород, занимающих более тысячи гектаров земли, в которых находится более 275 млн.т отходов. Ежегодно в отвалы складировается более 1,2 млн.т отходов, в основном отходов добычи угля, содержащих 30-50 % угля и антрацита.

Следует обратить внимание, что города Шахтерск, Торез и Снежное фактически образуют один мегаполис, который не имеет разрывов между городами и экологические проблемы которого одинаковы, в связи с чем должны и могут решаться комплексно, что позволит значительно сократить затраты и повысить эффективность использования средств.

Первоочередными экологическими задачами региона являются, по нашему мнению, тушение горящих породных отвалов и организация утилизации и складирования ТБО.

За счет централизованных и местных средств КП "Укринвестпроект" разработаны проекты и проводятся работы по тушению породных отвалов шахты Ударник и ЦОФ "Донецкая". Разрабатывается комплекс мероприятий по извлечению из отвальной массы и шламов углеобогатительных фабрик горючих компонентов как дополнительного

источника энергии и инертного материала для предупреждения самовозгорания на породных отвалах шахт и обогатительных фабрик.

Требуется упорядочение системы утилизации и складирования ТБО, так как все 42 свалки ТБО в трех городах региона не отвечают элементарным санитарным и экологическим требованиям. С этой целью разработан проект полигона в г.Шахтерске, отвечающий всем современным требованиям, на котором для создания противопожарных инертных слоев используется перегоревшая порода из рядом расположенного породного отвала. В 2004 году будут начаты работы по реформированию существующей свалки ТБО в полигон.

Заканчивается проектирование полигона ТБО в г.Торезе, к строительству которого намечено приступить в 2004 году.

Важной проблемой, которая решается в настоящее время областным управлением ГК Укрэкокомресурсы совместно с местными органами управления, является получение вторичного сырья из отходов. Предусмотрено два направления этих работ: сбор вторичных материалов непосредственно у населения, в организациях и на предприятиях и глубокая сортировка ТБО.

Для организации сбора вторсырья проводится широкая разъяснительная работа с населением с учетом возрастных и социальных особенностей. Подготавливаются конкурсы для учащихся школ и техникумов, намечено вручение учебным заведениям, которые победят в конкурсах, ценных призов. В городах региона организованы пункты приема вторсырья, на которых будут приниматься девять видов материалов (бумага, ветошь, стекло, металлолом, пластмассы и т.п.).

Заканчивается строительство в г.Снежное Центрального пункта глубокой переработки ТБО, на котором в будущем можно будет осуществлять переработку ТБО со всего региона.

В процессе выполнения работ по реорганизации складирования и утилизации ТБО проводится мониторинг состава и свойств ТБО, паспортизация или закрытие, выявление и разработка путей использования энергетического и материального сырья в ТБО и промышленных отходах, минимизация отходов, профилактика самовозгорания и пожаров на отвалах и полигонах ТБО.

Поступила в редакцию 13.05.04

ТЕРМОМОДУЛЬ ВТЕП ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ТБО В ЧЕРТЕ ГОРОДА

В.И.Горда , к.т.н.

ОАО «Украинский научный центр технической экологии»

Создан высокотемпературный пиролизный процесс (ВТЕП) утилизации ТБО и других органических отходов, исключая выброс диоксинов по условиям самого процесса. Экологическая безопасность, низкие эксплуатационные затраты и простота в изготовлении позволяет рекомендовать строительство термомодулей вблизи мест образования отходов в черте города.

Бытовой мусор (ТБО) образовывался и будет образовываться всегда пропорционально количеству населения, и чем богаче государство, тем удельный выход мусора больше. Сегодня в развитых странах удельный выход ТБО уже приближается к 1 т на человека в год. Очевидно, что государство с высоким уровнем санитарии такой факт оставлять без внимания не может и муниципалитеты крупных европейских мегаполисов предоставляют существенные льготы предприятиям, занятым в сфере обращения с мусором. При этом, во главу угла ставится не коммерческая выгода, а эффективность утилизации материально - энергетического ресурса ТБО при минимизации вредного воздействия на окружающую среду. Наиболее кардинальным способом решения проблемы утилизации мусора на протяжении уже более столетия является его термическая переработка. Ограничивающими факторами широкого использования мусоросжигательных заводов всегда была их высокая стоимость при низком коэффициенте утилизации ресурса ТБО. Сегодня к этим двум факторам прибавилась диоксиновая проблема, предъявившая особые требования к технологии сжигания, и тем самым исключив из практики разом целый вид мусоросжигательных агрегатов, ведущих термообработку мусора при температурах ниже 1000°C. Однако, привлекательность мусора, как неиссякаемого с отрицательной стоимостью энергоносителя, стимулирует разработчиков к созданию технологий утилизации материально-энергетического ресурса ТБО, ориентированных на преодоление вышеназванных сдерживающих факторов.

Наиболее совершенным в этом плане, промышленно освоенным способом, сегодня считается высокотемпературный пиролиз. Вместе с тем, оценка этого способа исходя из таких критериев, как капиталоемкость, степень утилизации ресурса и диоксинобезопасность, показывает, что

только по одному из них – по степени утилизации, традиционный пиролиз может быть принят за эталон.

Что касается капиталоемкости, то по этому показателю комплексы пиролиза занимают первое место: имеются сведения о 2000 долл. США на 1 т ТБО в год при объеме производства 40000 т/год.

Диоксиновая проблема процессами в самом реакторе пиролиза не решается. Предотвращение выброса диоксинов в окружающую среду осуществляется в дополнительных устройствах: камерах дожигания, угольных фильтрах и т.п.

Здесь необходимо пояснение поскольку высокотемпературный пиролиз ТБО предусматривает наличие в реакторе зоны с температурой 1500-1650°C, которая на первый взгляд, должна обеспечивать полную деструкцию сложных органических соединений до молекулярных составляющих.

Однако, этого не происходит. Вызвано это тем, что действующие реакторы пиролиза, как правило, работают по принципу доменного процесса, идеального с точки зрения теплообмена.

Зона теплогенерации (фурменная зона) формируется в нижней части реактора сжиганием углеродистого остатка вдуваемым кислородом. Горячие продукты сжигания (1500-1650°C), поднимаясь вверх навстречу движущейся массе отходов, отдают свое тепло, обеспечивая протекание реакций пиролиза и отводятся в верхней зоне реактора при температуре 150-200°C. Этот, так называемый, пиролизный газ, содержит смесь газовых фаз всех продуктов, полученных последовательно на разных уровнях по высоте реактора. В том числе, это и тяжелые углеводороды (C₂₀H₁₂ – бензапирен), и полуразрушенные галогеноорганические соединения (диоксины), и пары восстановленных тяжелых легкоплавких металлов (Zn, Cd).

Полностью обезвреженным при таком процессе может считаться только минеральный остаток – шлак, полученный при расплавлении минеральных составляющих ТБО.

Автором запатентованы способ и устройство, обеспечивающие одностадийную, в пределах реактора полную, глубокую и необратимую деструкцию всех органических соединений, содержащихся в ТБО, в том числе и диоксинов, сопутствующих процессу – технология ВТЕП. (**№35979 А. Способ утилизации бытовых отходов и №44079 А. Установка для термической переработки твердых отходов**).

А поскольку степень экологической безопасности современных технологий термической утилизации органических отходов оценивается главным образом уровнем решения диоксиновой проблемы, в первую очередь рассмотрим эту сторону технологии ВТЕП. Не вдаваясь в детали теоретических дискуссий по поводу механизмов образования, разрушения и повторного синтеза диоксиновой решетки, остановимся на положениях, подтвержденных убедительным экспериментальным материалом. /1,2/.

1. Все хлорорганические соединения, независимо от исходных свойств и назначения в диапазоне температур 500-1200°C разрушаются с попутным образованием диоксинов.

2. Гарантированное разрушение образовавшейся диоксиновой решетки происходит при нагреве продуктов обработки свыше 1250°C и выдержкой материала в этих условиях более 2 секунд.

3. Разрушенная диоксиновая решетка способна к повторному синтезу при температуре 200-450°C в случае несоблюдения условий п.2

Отсюда следует, что экологическая эффективность технологического агрегата определяется его способностью реализовать п.1 и п.2, приведенных выше положений. Простота эта кажущаяся, и ни в одном из действующих сегодня промышленных агрегатов эти условия в полной мере не выполняются. Особенно непростым в практическом осуществлении оказывается «правило 2-х секунд».

Главное отличие запатентованных технических решений от технологий традиционного пиролиза состоит в том, что произведенный синтез-газ отводится из нижней высокотемпературной зоны реактора.

Это кардинально меняет качество и глубину протекающих в реакторе процессов.

Загружаемые порциями сверху в реактор шахтного типа отходы в течение 5-7 часов постепенно нагреваются от температуры окружающей среды до температуры 1500-1700°C, поддерживаемой в зоне газификации углеродистого остатка.

Проходя сверху вниз последовательно участки с монотонно повышающейся температурой, органические компоненты разлагаются на все более простые составляющие. Процесс полного разложения органики на простые молекулы в основном заканчивается при температуре около 1200-1300°C с получением H_2 , O_2 , N_2 , Cl_2 , S и твердого углеродистого остатка C. В системе присутствуют также пары влаги (H_2O) и минеральные соединения.

Такая организация процесса позволяет выполнить условия 1 и 2, приведенных выше положений с существенным превышением, как по времени, так и по температуре.

Кроме этого, в новых термодинамических условиях полученные молекулы образуют новые устойчивые соединения, такие как HCl и CO, что полностью ликвидирует материальную базу для повторного синтеза диоксиновой решетки, т.е. соединений хлор-кислород.

Избыток газов первичного пиролиза, а также пары влаги, не преодолевшие высокого газодинамического сопротивления столба отходов в шахте, при помощи газодувки рециркуляции направляются непосредственно в высокотемпературную зону, где способствуют ускорению газификации углеродистого остатка и обезвреживаются.

Поддержание высокого уровня температур не только гарантирует расплавление всех минеральных составляющих отходов, но и исключает выброс в атмосферу любых токсичных углеводородов. Например, существование такого токсичного соединения, как бензапирен при температуре свыше 1500°C невозможно даже теоретически.

Завершается процесс пропускаяем газов сквозь слой специально подготовленного известняка, где газ очищается от пыли, серы и хлора, что и позволяет обойтись без общепринятой системы газоочистки, не нанося ущерба окружающей среде.

Таким образом, уже на выходе из реактора произведенный синтез – газ имеет экологические показатели сопоставимые с аналогичными после системы традиционной газоочистки.

Перечисленные экологические преимущества могут иметь практическое значение лишь при экономически приемлемом их обеспечении.

В нашем случае тестом на экономическую целесообразность является автотермичность процесса. То есть, протекание процесса извлечения энергетического потенциала из ТБО должно обеспечиваться энергией, содержащейся непосредственно в отходах. В противном случае считать экономику можно не начинать, так как применение внешних источников технологической энергии с учетом *кнд* использования первичных энергоносителей даст отрицательный баланс.

Результаты расчета материально-энергетического баланса утилизации ТБО методом ВТЕП показывают, что новая технология позволяет перерабатывать как отдельные компоненты ТБО, так и ТБО реального состава за счет внутреннего энергетического потенциала (исключение составляют высоковлажные пищевые отходы). /3/.

Вспомогательным средством для извлечения материально-энергетического ресурса из ТБО служит кислород воздуха. Электроэнергия, как технологический источник нагрева потребляется лишь на стартовой стадии процесса. После выхода на рабочий режим (зажигание углеродистого остатка) электроподогрев отключается и включается автоматически только с целью предотвращения снижения заданной температуры (1500-1700°C) слоя газификации углерода. Способность осуществления в простом недорогом устройстве целого комплекса термохимических процессов, обеспечивающих экологически безопасное и энергетически самообеспеченное извлечение материально-энергетического ресурса из отходов позволяет рассматривать реактор ВТЕП, совмещенный с котлоагрегатом, как экологически чистый с высоким КПД трансформатор энергетического ресурса ТБО в тепло.

В качестве сопутствующего продукта из минеральных компонентов отходов производится экологически инертный шлак – сырье для стройиндустрии, что дает все основания относить технологию ВТЕП к безотходным

Базовое звено технологического процесса – высокотемпературный пиролиз опробован на лабораторной установке. ТЭО строительства энерготехнологических комплексов утилизации ТБО методом ВТЕП в масштабе всего города выполнены для г. Сумы и г. Кировское, Донецкой области. По проекту, разработанному ОАО «УкрНТЭК», начато строительство опытно-промышленной установки в г. Сумы.

Совокупность экологических и экономических преимуществ в сочетании с простотой изготовления термического модуля (реактора пиролиза) позволяет рекомендовать технологию ВТЕП для утилизации отходов произвольного химсостава со строительством технологических комплексов поблизости от мест образования отходов, т.е. в черте города, что существенно снижает затраты на перевозку мусора. А поскольку эффективность процесса утилизации практически не зависит от единичной производительности модуля, то термические модули могут проектироваться, как основные топливогенерирующие устройства с автономными котлоагрегатами, так и в качестве добавочных источников топлива к уже существующим теплоэнергетическим инфраструктурам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гречко А.В., Денисов В.Ф., Кубасов В.А. Обеспечение диоксиновой безопасности и ее обоснование при пирометаллическом методе переработки бытовых и промышленных отходов// Цветные металлы. – 2001.- №3. – С.44-47.
2. Парфенюк А.С., Антонюк С.И., Топоров А.А. Диоксины: проблема техногенной безопасности технологий термической переработки углеродистых отходов// Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2002. - №6. – С.40-44.
3. Горда В.И., Кульченко В.В. Энерготехнологические преимущества высокотемпературного пиролиза бытовых отходов// Труды II Научно-технической конференции «Новые технологии и оборудование для переработки промышленных и бытовых отходов и их медико-экологическое обеспечение». Общество «Знание». Киев.- 2003. – С.55-58.

Поступила в редакцию 13.05.04

ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА БЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ГАЗОЗАПРАВНИХ СТАНЦІЙ

Довгаль Д. О.

Автомобільно-дорожній інститут
Донецького національного технічного університету

Розглядається питання про можливості та перспективи використання зрідженого вуглеводневого газу в якості моторного палива. Наведені переваги використання даного виду палива в умовах України. Викладені особливості та рекомендації щодо улаштування автомобільних газозаправних станцій, які передбачають екологічну безпеку експлуатації об'єктів.

Ринок газу в Україні завжди був одним із самих перспективних. Наша країна займає провідне місце у європейській системі видобутку переробки та транспортування газу.

Розробка першого газового родовища в Україні відбулася майже 80 років тому, і сьогодні в країні працюють компанії цієї галузі, що виробляють та постачають спеціальне устаткування в сотні країн світу.

Як відомо, останнім часом ціна на бензин постійно коливається. Тому усе більш актуальним сьогодні є будівництво газозаправних станцій і переустаткування автомобілів для заправлення газом.

Автомобільні газозаправні станції (АГЗС) є другим по чисельності видом заправних станцій. АГЗС призначені для заправлення газобалонних автомобілів зрідженим вуглеводневим газом (ЗВГ), а пункти (АГЗП) - для заправлення газобалонних автомобілів цим же газом зі стаціонарних ємностей чи автоцистерн.

Останні три роки зростання споживання природного газу в якості моторного палива в Україні щорічно збільшується на 10-15%. У 2001 р. на ці потреби було використано більш 20 млн. м³ газу, що дозволило заощадити близько 15 тис. тонн бензину і дизельного палива. Помітне зростання використання газу відзначено у більшості областей України. Для більш широкого використання ЗВГ сьогодні в країні мають унікальні можливості. Особливо цей вид палива є перспективним для Центрального району Донбасу, де мають величезні запаси метану, зосередженого у вугільних шарах та гірських породах. У залежності від газоносності вугільних шарів зміст метану в них коливається у межах від 15 до 35 м³/т. На сьогодні вже мають, а також розробляються нові технології видобутку цього джерела енергії.

Переваги використання природного газу як моторного палива очевидні. По-перше, тисячі кілометрів магістральних розподільних газопроводів уже підвели це паливо до споживача. Заправникам необхідно установити лише компресорні станції. По-друге, газу не потрібна така глибока переробка, як нафти. Для нього не вимагаються ні особливі ємності для збереження, як на нафтобазах, ні бензовози для транспортування. Іншими словами, газ принципово менш трудомісткий і менш небезпечний в експлуатації. По-третє, газ у трубі є в будь-який час року і цілодобово.

І саме головне: ціна на газ майже втричі нижча аніж бензину, регулюється державою і не залежить від дій несумлінних виробників і продавців та її можливо прогнозувати на цілий рік. Відзначимо, що вже побудовані газозаправні потужності розраховані на значне збільшення частки транспорту на газовому ході. Природним паливом може бути забезпечений парк більш ніж у 4 тис. вантажних автомобілів і автобусів, що, крім економії 20 тис. т бензину, скоротило б по Україні викиди шкідливих речовин більш ніж 30%, що складає близько 10 тис. т/рік. Строк окупності витрат при переведенні автомобілів на газ, у залежності від марки автомобіля і його річного пробігу, - від одного до 3 років. Завантаження станцій за останні роки істотно зросло, і обсяг реалізації природного газу досяг 2,2 млн. м³/рік.

Оснащення АГЗС повинне містити в собі: резервуари для збереження газу ємністю від 10 м³ (при наземній установці) чи до 20 м³ (при підземній установці); приймальні (зливальні) і заправні колонки; виробничі будинки з устаткуванням для перекачування газу, вентиляційними й іншими пристроями; операторську; туалет; навіс з непальних матеріалів над технологічним устаткуванням; систему електропостачання; комплекс вимірювальних приладів і автоматики; блискавкозахист та засоби пожежегасіння, у тому числі сітчасту огорожу з непальних матеріалів.

Максимальна місткість резервуарів АГЗС, розташовуваної в границях житлової території не повинна перевищувати 100 м³, а місткість одного резервуара - не більш 50 м³. Це стосується підземних ємностей. При установці наземних ємностей загальна їх місткість не повинна перевищувати 50 м³. При створенні АГЗС можливо також застосування блочно-контейнерних установок.

Тимчасова АГЗС відрізняється від стаціонарної тим, що замість стаціонарного резервуару для ЗВГ використовується автоцистерна ємністю до 10 м³. Вибір місця для стаціонарних і тимчасових АГЗС диктується економічною доцільністю та можливістю дотримання вимог техніки безпеки при експлуатації станцій. На АГЗС паливо надходить у рідкому виді. Тому функція станції обмежується перекачуванням ЗВГ зі стаціонарних резервуарів (чи тимчасових - з газовозів) у газові автомобільні балони з одночасним виміром обсягу відпущеного палива.

Нові будівельні норми дозволяють установку на АГЗС стаціонарного устаткування заводського виготовлення, укомплектованого у тому числі і заправною колонкою. У цьому випадку заощаджуються п'ять метрів, передбачені як розрив між резервуаром й колонкою. Загальна вартість проектних робіт з АГЗС (зріджений газ) на базі стаціонарного заправника, значною мірою залежить від місцевих умов: кількості будівель, їхнього розташування.

Зрештою, на вартості проекту відбивається планування каналізації. При будівництві заміської АГЗС практично не уникнути турбот про автономні джерела енергопостачання і водопостачання. Звичайно всю роботу ведуть місцеві проектувальники, оскільки тримати своїх людей по всій країні для контактів із владою виробникам устаткування не завжди доцільно.

Мінімальна площа такої станції, без розривів безпеки і без обліку площі операторської, але з місцем для авто, що заправляються, складає приблизно 70 м².

Слід враховувати, що ця площадка повинна відповідати визначеним вимогам будівельних норм, що не допускає розміщення АЗГС чи АГЗП у районі житлових масивів багатоповислової забудови й у місцях масового перебування людей (якими є ринки і стадіони). Також не допускається, щоб над чи під АГЗС чи АГЗП проходили лінії електропередач (повітряні чи кабельні). Крім того, бажано, щоб поблизу не було і колодязів інженерних комунікацій, тому що при наявності останніх кришки цих самих колодязів повинні бути ущільнені в радіусі 50 м від огорожі. Ущільнення може бути здійснено установкою двох кришок на кожному люку, засипанням простору між люками піском на висоту не менш 0,15 м чи іншим способом, що виключає потрапляння в них газу. З метою захисту природи від шкідливих впливів мінімальна відстань від АГЗС до лісових масивів хвойних порід повинна складати 40 м, листяних порід - 20 м.

Якщо газозаправний пункт діє при традиційній автозаправці, його технологічні складові повинні бути вилучені від резервуарів газозаправного пункту (у тому числі від резервуарів з пальним). Крім того, мінімальні відстані від стаціонарних наземних і підземних резервуарів на АГЗС до прийомних і заправних колонок повинні бути не менш 5 м, а до операторської - 15 м. Транспортна цистерна, що підвозить на заправний пункт газ, установлюється на відстані не ближче 5 м від стаціонарної цистерни.

Таким чином, якщо при будівництві АГЗС дотримуватися усіх вимог та рекомендацій, то для однієї АГЗС знадобиться ділянка розміром не менш 600 м² (чи 0,06 га). І це без обліку відстаней до об'єктів, що не входять до складу АГЗС. У випадку розміщення автогазозаправної станції разом зі звичайною АЗС необхідно передбачити розрив між модулем і резервуаром бензину - до 40 м при наявності наземного резервуара і до 30 м - при підземному резервуарі.

У найпростішому випадку АГЗС являє собою обгороджену площадку з твердим покриттям, на якій установлений заводський заправний модуль (резервуар, насосне устаткування, паливороздавальні колонки і відповідні нормативним документам технологічні комунікації, змонтовані на одній основі - рамі).

Крім модуля на площадці повинні бути розташовані операторська і туалет. Крім того, необхідна установка навісу з неспаленого матеріалу над технологічним устаткуванням. Як правило, цей навіс використовують як носій корисної інформації. На ньому можна встановити логотип фірми або інші написи.

При улаштуванні газових автозаправок особливо необхідно звернути на питання безпеки. Справа в тім, що пари газів пропану і бутану, застосовуваних для заправлення автотранспорту, мають більшу масу ніж повітря. При витоку вони звичайно накопичуються на поверхні землі. Тому при плануванні ділянки під АГЗС потрібно виключити можливість утворення так званих застійних зон, тобто місць, де можуть збиратися пари зріджених газів. От чому територія АГЗС повинна бути обнесена провітрюваною огорожею з непальних матеріалів. На АГЗС передбачена тільки побутова каналізація. Стічні води з території АГЗС повинні видалятися через гідрозатвір, що виключає можливість потрапляння зрідженого газу в каналізацію.

Крім того, на АГЗС із наземними резервуарами ЗВГ загальною місткістю до 200 м³ чи підземними резервуарами до 1000 м³ повинне бути передбачене пожежне водоймище чи резервуар для води. Існує також мінімальний перелік засобів для пожежегасіння на газових автозаправках. Наприклад, для АГЗС із наземними резервуарами на кожну ємність потрібно мати два переносних порошкових вогнегасники й один пересувний порошковий вогнегасник. При наявності підземних резервуарів на кожну ємність, крім перерахованих вище засобів пожежегасіння, варто додати два пересувних п'ятилітрових вуглекислотних вогнегасники.

Також на кожну заправну колонку потрібно встановити ще по три пересувних вогнегасника: два порошкових і один вуглекислотний. Крім перерахованих вище засобів на газовій заправці повинні бути в наявності: шухляда з піском (обсягом 0,5 м³), пожежне покривало, совкові лопати, багри, лом. А вогнестійкість усіх споруд не може бути нижче третьої категорії. Кінцевий набір засобів пожежегасіння визначається при затвердженні проекту в пожежній інспекції.

На думку багатьох вчених в Україні вже настали часи "цивілізованих" відносин і більш ефективної роботи. На сьогодні, цілий ряд компаній здійснюють комплексний підхід - від видобувної свердловини до роздавальної колонки. Вони усе більше розширюють свою діяльність: проводяться галузеві конференції, що сприяють упровадженню нових технологій; виробляється обмін досвідом між країнами і створюються спільні розробки. Усе це сприяє виходу України на світовий ринок у сфері устаткування для

газозаправних станцій, а якість устаткування робить його конкурентноздатним навіть у розвинутих країнах світу.

Література

1. Грідэл Т. Е., Алленби Б. Р. Промышленная экология: Учеб. Пособие для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 527 с.
2. Михно М. В. О путях снижения вредного влияния автотранспортных средств, движущимся по городским улицам на окружающую среду// Труды международной научно-практической конференции «Экология промышленных регионов», Горловка, 13-31 марта 1999 г. – Донецк: ООО «Лебедь», 1999. – с. 70 – 73.

Поступила в редакцию 13.05.04

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛОЧНЫХ МОДУЛЕЙ В АЭРОТЕНКАХ, РАБОТАЮЩИХ ПО ТЕХНОЛОГИИ НИТРИ- ДЕНИТРИФИКАЦИИ

Е.Л.Веригина

Московский государственный университет инженерной экологии
г. Москва, Россия

Статья посвящена вопросу реконструкции аэротенков, работающих по традиционной технологии.

Одним из методов замедления процесса эвтрофикации водоемов, подверженных интенсивной антропогенной нагрузке, является снижение биогенных элементов в поступающих очищенных сточных водах. Следует выделить четыре основных этапа в технологии биологического удаления биогенных элементов:

- биохимическая деструкция органических загрязнений;
- нитрификация;
- денитрификация;
- процесс удаления фосфора.

Процесс биологической очистки чаще всего осуществляется в аэротенках - резервуарах, в которых сточная вода перемешивается с активным илом и насыщается кислородом воздуха (реже в биофильтрах).

В аэротенках микробная масса находится во взвешенном состоянии в виде отдельных хлопков, представляющих зооглейные скопления микроорганизмов: бактерий, простейших, грибов, и дрожжей. Доминирующая роль в этом сообществе микроорганизмов принадлежит различного вида бактериям, одноклеточным микроорганизмам – прокариотам, способным не только адсорбировать и окислять органические загрязнения, но и объединяться в колонии - хлопки, сравнительно легко отделяющиеся от очищенной воды отстаиванием или флотацией. В процессе биологической очистки сточных вод в аэротенках растворенные органические соединения и тонкодиспергированные, коллоидные вещества переходят в активный ил, обуславливая прирост исходной биомассы. Доза ила поддерживается в аэротенке постоянной, поэтому вновь образовавшийся активный ил выводится из системы блока аэротенк – отстойник. Отношение массы активного ила, находящейся в системе биологических сооружений, к суточному массовому расходу удаляемого ила является технологической характеристикой процесса и называется возрастом ила.

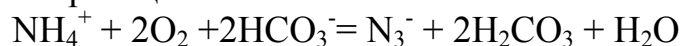
Схема реализации биологического процесса очистки сточной воды в проточном режиме в аэротенках-вытеснителях с возвратом ила из

вторичных отстойников в регенераторы и выведением избыточного активного ила из системы является традиционной. В настоящее время насчитывается несколько десятков технологических схем глубокой биологической очистки с удалением биогенных элементов. Общим для всех является отсутствие регенерационных сооружений активного ила и создание анаэробной, аноксидной и аэробной зон внутри одного сооружения - аэротенка или в виде отдельных сооружений.

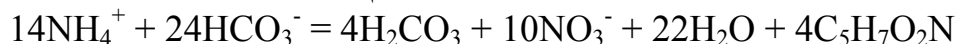
Первым этапом биологического удаления азота является процесс нитрификации. Процесс нитрификации – окисление аммонийного азота до нитритов (1 фаза) и нитратов (2 фаза) – осуществляется нитрифицирующими микроорганизмами – облигатными автотрофами, рода *Nitrobacter* и *Nitrosomonas*, использующими для синтеза клеточного вещества неорганические соединения углерода. Неорганические соединения углерода в сточной воде появляются в результате деструкции органических загрязнений гетеротрофами, использующими их для анаболизма. Поэтому процесс нитрификации начинается после снижения исходной БПК_{полн} приблизительно на 30-40%. Растут клетки бактерий рода *Nitrobacter* и *Nitrosomonas* чрезвычайно медленно – максимальная удельная скорость роста μ_{max} равна 0,03-0,08 ч⁻¹, поэтому для обеспечения достаточно интенсивной нитрификации в аэротенках необходимо поддержание большого возраста ила.

Процессы нитрификации протекают по схеме:

энергетическая реакция окисления аммонийного азота



синтез клеточного вещества



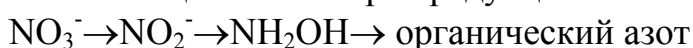
Скорость нитрификации зависит от многих факторов: начальной БПК₅, и концентрации аммонийного азота, наличия ингибиторов, величины рН и еН, щелочности, концентрации растворенного кислорода, количества нитрифицирующих бактерий, скорости роста и активности нитрифицирующих микроорганизмов.

После нитрификации сточные воды поступают на денитрификацию. Денитрификация представляет собой процесс восстановления нитратов до азота. Восстановление нитратов до азота – процесс многоступенчатый. Денитрификация состоит из параллельно идущих процессов:

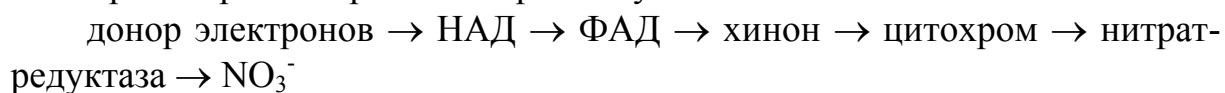
Диссимиляционная нитрат-редукция



Ассимиляционная нитрат-редукция



Транспорт электронов в первой ступени:



Конечными продуктами могут быть либо NO, либо N₂O, либо N₂. При понижении pH менее 7 вероятно образование N₂O. Но обычно процесс восстановления идет до образования молекулярного азота. Растворенный кислород ингибирует диссимиляционную нитрат-редукцию, а на ассимиляционную действия не оказывает. Кислород либо препятствует образованию нитрат-редуктазы, либо сам выступает в роли акцептора электронов, тем самым, предотвращая восстановление нитратов.

Скорость процесса денитрификации зависит от следующих факторов: начальной и конечной величины БПК_{полн}, наличия легкоокисляемой органики, начальной концентрации аммонийного азота, наличия ингибиторов, величины pH и eH, начальной и конечной нитритов и нитратов, концентрации, скорости роста и активности денитрифицирующих бактерий.

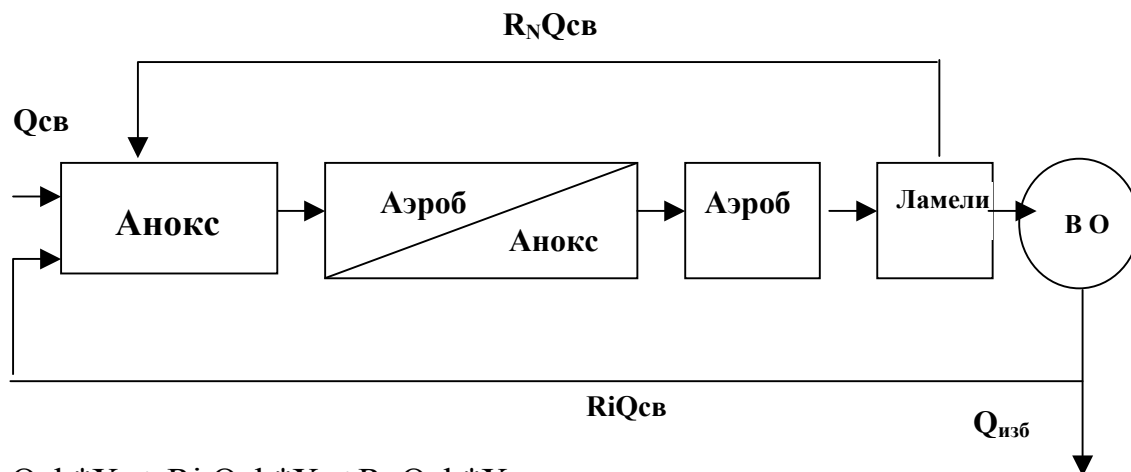
Принцип биологического удаления фосфора основан на бактериальной жизнедеятельности *Acinetobacter*, которая способна аккумулировать больше фосфора, чем нужно на прирост, что было названо “жадным поглощением”. *Acinetobacter* обычно присутствует в активном иле в незначительных количествах из-за низкой скорости роста. Чтобы эти микроорганизмы начали играть свою полезную роль, следует обеспечить их соответствующим субстратом – летучими жирными кислотами, и создать условия, при которых они способны использовать ЛЖК эффективнее других бактерий, находящихся в биоценозе. Денитрификаторы и бактерии рода *Acinetobacter* являются конкурентами. Поэтому при низком содержании легко окисляемой органики в поступающем стоке, удаление фосфатов проводится физико-химическими методами.

Поэтапное внедрение новых технологий удаления биогенных элементов часто приводит к ситуации, когда на городской станции аэрации работают параллельно сооружения, использующие принципиально различные технологии и имеющие общее иловое хозяйство. Процесс нитрификации в аэротенках проходит эффективно при поддержании в сооружениях определенного значения возраста ила. Снижение возраста ниже установленной минимальной величины, (6 - 7 суток), приводит к срыву процесса нитрификации. В традиционной схеме аэробный возраст ила составляет 4 суток. Для поддержания аэробного возраста, обеспечивающего нитрификацию, обычно наращивают массу активного ила в системе аэротенк - отстойник, увеличивая дозу активного ила в аэротенке. Сооружения, рассчитанные на работу по традиционной технологии удаления органических загрязнений, в таком режиме функционируют малоэффективно. Исследования показали, что увеличение массы ила свыше определенных значений приводит к выносу и нарушению работы вторичных отстойников./1/ Использование полочных модулей в

аэротенках позволяет повысить дозу активного ила, не изменяя нагрузку на вторичные отстойники.

Устанавливать полочные модули наиболее целесообразно в зоне забора иловой смеси насосами внутреннего рецикла /1/. Удержание основной массы ила в объеме аэротенка, работающего по технологии дефосфатации и нитри-денитрификации, позволит сохранить уникальную микрофлору активного ила.

Схема материального баланса



$Q_{cb} * X_1 + R_i Q_{cb} * X_2 + R_N Q_{cb} * X_3$ – аноксидная зона

$(Q_{cb} + R_i Q_{cb} + R_N Q_{cb}) * X_4 + k_{np} * X_1 * Q_{cb}$ – полочные модули (ламели)

$(Q_{cb} + R_i Q_{cb}) * X_5 + k_{np} * X_1 * Q_{cb}$ – вторичные отстойники

$R_N Q_{cb} * X_3$ - нитратный рецикл

Q_{cb} - приток сточной воды на сооружение биоочистки

$R_i Q_{cb}$ - рецикл возвратного ила

$R_N Q_{cb}$ – нитратный рецикл

X_1 - концентрация взвешенных веществ в поступающей сточной воде

X_2 - концентрация возвратного ила

X_3 - концентрация активного ила уплотненного в ламелях

X_4 - доза ила в аэротенке

X_5 - концентрация ила в иловой смеси поступающей во вторичные отстойники

K_{np} – коэффициент прироста

$Q_{cb} * X_1 + R_i Q_{cb} * X_2 + R_N Q_{cb} * X_3 = (Q_{cb} + R_i Q_{cb} + R_N Q_{cb}) * X_4 + k_{np} * X_1 * Q_{cb}$

Преобразовав уравнение, получим концентрацию ила в иловой смеси, поступающей на полочные модули:

$$X_4 = \frac{X_2 + X_1(1 - k_{np}) + X_3}{1 + R_i + R_N},$$

R_i – коэффициент рециркуляции возвратного ила

R_N - коэффициент рециркуляции нитратного потока

Фактическая скорость денитрификации связана с величиной X_4 следующим соотношением:

$$\rho = \rho_{y0} X_4,$$

где ρ - фактическая скорость денитрификации,

$\rho_{уд}$ – удельная скорость денитрификации определяется в лабораторных условиях.

Объем зоны денитрификации определяется по уравнению:

$$W = \frac{\Delta N \cdot Q_{cb} (1 + R_i + R_N)}{\rho} = \frac{\Delta N Q_{cb} (1 + R_i + R_N)}{\rho X_4},$$

где ΔN - количество удаляемого азота, определяется исходя из содержания аммонийного азота в поступающей сточной воде и санитарного норматива W – объем зоны денитрификации. Объем аноксидной зоны обычно лимитирован размерами реконструируемого аэротенка. Очевидно, что, изменяя концентрацию X_4 можно влиять на интенсивность процесса денитрификации.

В ходе исследований получена зависимость между эффективностью осаждения в полочных модулях $\Theta = (X_3 - X_4) / X_4$ и гидравлической нагрузкой на полочные модули:

$$u_1 = 4,8\varepsilon^2 - 10,9\varepsilon + 7,5$$

Коэффициент достоверности R^2 полученной зависимости равен 0,82.

Площадь рабочей поверхности полочных модулей равна:

$$F = \frac{Q_{cb} (1 + R_i + R_N)}{4,8\varepsilon^2 - 10,9\varepsilon + 7,5} = \frac{Q_{cb} (1 + R_i + R_N)}{4,8(aX_4 - 1)^2 - 10,9(aX_4 - 1) + 7,5}$$

Величина массовой нагрузки на полочные модули зависит от удельной скоростью денитрификации в аэротенке.

$$q_m = \frac{\Delta N \cdot Q_{cb} (1 + R_i + R_N)}{T \cdot F \cdot \rho_{y0}}$$

T - время пребывания иловой смеси в аноксидной зоне

F – площадь рабочей поверхности полочных модулей

Гидравлическая нагрузка на полочные модули зависит от типа сечения элемента модуля.

$$u_1 = \frac{Q_{cb} (1 + R_i + R_N)}{nl \cdot (L \cos \varphi + e \sin \varphi)},$$

где n - количество элементов полочных модулей

l – ширина элемента полочных модулей

L – длина элемента полочных модулей

E – высота элемента полочных модулей

φ -угол наклона полочных модулей

Для увеличения пропускной способности полочных модулей, состоящих из труб круглого сечения, диаметр элемента должен быть не

менее 80 мм. Гидравлическая нагрузка для труб гексагонального сечения может быть увеличена в 1,5 раза без ухудшения эффекта осаждения./2/

Активный ил обладает высокой адгезионной способностью. Для свободного соскальзывания осажденного ила требуется поверхность, отличающаяся особой степенью гладкости. В качестве материала хорошо зарекомендовали себя пластмассы: полиэтилен и пропилен, а также армированные стекловолокном синтетические смолы. Целесообразно использование угла наклона 60° - 70° , поскольку при этом коэффициент полезного использования объема модуля достаточно высокий и процесс сползания осевшего активного ила проходит интенсивно /2/.

Литература

1. Отработка оптимальных режимов эксплуатации сооружений биологической очистки правой галереи управления КСАст /Е.Л.Веригина/Отчет МГСУ 2001
2. Разработка технологических решений по увеличению производительности и повышению качества очистки сточных вод с помощью полочных модулей в аэротенках и вторичных отстойниках /Г.Б.Петров, Е.Л. Веригина/ Отчет ОАО «НПО ПРИРОДА» 2001.

Поступила в редакцию 13.05.04

РАЗРАБОТКА МЕМБРАННЫХ ПОЛОВОЛОКОННЫХ ФИЛЬТРОВ НОВОГО ТИПА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЗАМКНУТЫХ ПО ВОДЕ КОНТУРОВ НА ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ, ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ И АВТОРЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Ю.С. Поляков, Д.А. Казенин

Московский государственный университет инженерной экологии, Москва,
Российская Федерация

Математически описана работа полволоконного патронного фильтра, работающего с постоянной производительностью при постоянном давлении. В фильтре осуществляется процесс проточной ультрафильтрации для очистки латексной суспензии от частиц размером 40 нм. Обсуждены вопросы создания многоступенчатой схемы на основе таких фильтров для достижения практически полного извлечения чистой воды из промышленных стоков.

Развитие мегаполисов сопряжено с растущими потребностями в питьевой воде и, как правило, приводит ко все более жестким ограничениям на потребление чистой водопроводной воды промышленными предприятиями [1]. Заметно растущая стоимость водоподготовки, вызванная загрязнением поверхностных вод промышленными предприятиями, заставляет городские власти обязать промышленные предприятия создавать практически замкнутые по воде контуры [2, 3].

Ультрафильтрация (УФ) является одним из самых эффективных и экологически здоровых методов очистки водных растворов от взвешенных и коллоидных частиц [4]. Однако, ее применение для создания замкнутых контуров промышленных предприятий сдерживается наличием ряда недостатков. Вынужденная борьба с образованием осадка на поверхности мембран в аппаратах проточного типа приводит к тому, что скорость жидкости в мембранных каналах должна достигать нескольких метров в секунду, при этом коэффициент извлечения пермеата в одном модуле составляет не более нескольких процентов. Установки этого типа отличаются заметным потреблением электроэнергии и производят достаточно большие объемы концентрированных растворов, подлежащих утилизации более энерго- или ресурсоемкими методами. Использование полволоконных (ПВ) фильтров тупикового типа сталкивается с их невысокой эффективностью. Например, ПВ фильтры, работающие при

постоянном давлении, показывают достаточно резкое падение производительности со временем, вызванное интенсивной адсорбцией частиц на поверхности мембран, что практически исключает их использование в установках непрерывного действия. В то же время ПВ фильтры, работающие при постоянной производительности за счет роста давления, приводят к росту затрат и усложнению оборудования. Самая низкая эффективность УФ установок наблюдается при обработке суспензий, содержащих, в основном, частицы с размером несколько десятков нанометров. К таким растворам и относятся стоки лакокрасочных и авторемонтных предприятий, а также ТЭЦ [3, 5].

Нами разработан новый принцип организации процесса проточной ультрафильтрации в полволоконных фильтрах, при котором осветленный продукт состоит из пермеата и фильтрата, причем последний получается за счет осуществления процесса адсорбции на наружной поверхности полых волокон (Рис. 1). Этот новый процесс разделения, названный объемной мембранной фильтрацией (ОМФ), позволяет получить ПВ фильтр, обеспечивающий постоянную производительность при постоянном давлении на входе в фильтр. При этом, в отличие от обычных проточных УФ аппаратов, ОМФ фильтр не производит подлежащего последующей утилизации потока концентрата и потребляет практически столько же энергии, сколько тупиковый УФ ПВ фильтр с постоянным давлением.

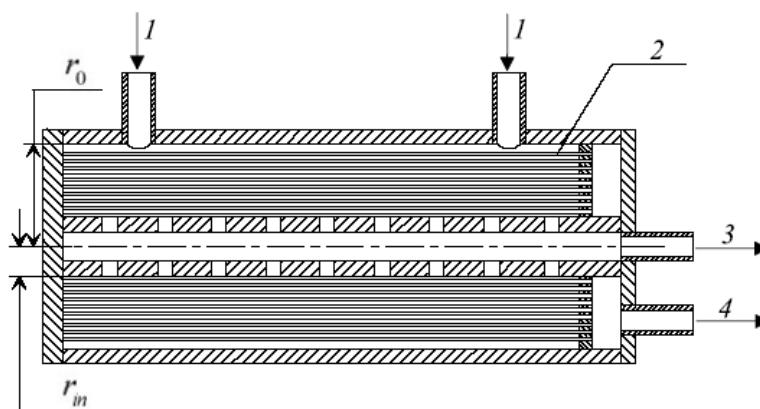


Рис. 1. Радиальный ОМФ фильтр. 1 - исходная смесь, 2 - полые волокна, 3 - фильтрат, 4 - пермеат.

При разработке математической модели работы ОМФ фильтра были использованы следующие основные допущения: концентрация на входе и рабочая температура постоянны, пористые ПВ мембраны обладают абсолютной задерживающей способностью по отношению к взвешенным частицам, электрокинетические свойства поверхности мембраны (или слоя осадка) и предельно устойчивых взвешенных частиц описываются с помощью парного потенциала взаимодействия с двумя минимумами и максимумом, влияние диффузии за пределами пограничного слоя поверхностных сил пренебрежимо мало.

В основу математической модели процесса положены конвективное уравнение материального баланса с начальным условием, соответствующим «чистому» фильтру, уравнение для скорости обратимой адсорбции, закон Дарси, и формула Кармана-Казени:

$$\frac{\partial c}{\partial t} - \frac{1}{r} \frac{\partial (rwc)}{\partial r} = -s \frac{\partial \Gamma}{\partial t}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \Gamma}{\partial t} = \beta c - \alpha \Gamma, \quad (2)$$

$$c(t, r_0) = c_0 \quad \text{при } r = r_0, t > 0; \quad (3)$$

$$c(0, r) = 0, \Gamma(0, r) = 0 \quad \text{при } t = 0, r_0 > r \geq r_{in}. \quad (4)$$

Здесь

$$w = \frac{w_0 r_0}{r} \left[1 - \frac{1}{w_0 r_0} \int_r^{r_0} G_p r dr \right], \quad G_p = \chi_1 V_p, \quad V_p = \frac{V_0}{1 + \chi_2 \Gamma}, \quad (5) \text{ где}$$

$\chi_1 = \frac{4\varepsilon_h D_{in}}{(1 - \varepsilon_h) D_{ext}^2}$; $\chi_2 = \frac{45(1 - \theta)\mu V_0}{a^2 \theta^3 \rho_p \Delta P}$; c – концентрация частиц в суспензии, кг/м³; t – время, с; r – радиальная координата, м; w – скорость фильтрации, м/с; $s = 4\varepsilon_h / (D_{ext}(1 - \varepsilon_h))$ – удельная поверхность ОМФ фильтра, м⁻¹; Γ – абсолютная адсорбция частиц, кг/м²; β – коэффициент адсорбции, м/с; α – коэффициент пептизации, 1/с; r_0, r_{in} – внешний и внутренний радиусы пучка полых волокон, м; w_0 – скорость подачи исходной смеси, м/с; V_p, V_0 – начальная и текущая скорости пермеата, м/с; ε_h – плотность упаковки фильтра; D_{ext}, D_{in} – внешний и внутренний диаметры полого волокна, м; θ – пористость осадка; μ – постоянный коэффициент динамической вязкости, Па·с; a – радиус частиц, м; ρ_p – плотность частиц, кг/м³; ΔP – трансмембранное давление, Па.

Искомые технологическими зависимостями являются концентрации взвешенных частиц в осветленном продукте (пермеат плюс фильтрат) и значения задерживающей способности фильтра:

$$c_{pf} = \frac{1}{w_0 r_0} \left(c_0 w_0 r_0 - s \cdot \int_{r_{in}}^{r_0} \frac{\partial \Gamma}{\partial t} r dr - \int_{r_{in}}^{r_0} \frac{\partial c}{\partial t} r dr \right), \quad (6)$$

$$R = 1 - c_{pf} / c_0 \quad (7)$$

для непрерывного режима работы, при котором осветленный продукт, отводимый из аппарата, непрерывно подается для использования в другом процессе, и

$$c'_{pf} = \frac{1}{w_0 r_0 t} \left(c_0 w_0 r_0 t - s \cdot \int_{r_{in}}^{r_0} \Gamma r dr - \int_{r_{in}}^{r_0} c r dr \right), \quad (8)$$

$$R' = 1 - c'_{pf} / c_0 \quad (9)$$

для периодического режима работы, при котором осветленный продукт собирается в отдельную емкость до тех пор, пока не будет переработана вся порция суспензии.

Выражения для β и α были найдены с помощью метода, предложенного в [6], для случая, когда коллекторы частиц представлены полупроницаемыми волокнами:

$$\beta = D_\infty \exp \left[\frac{\Phi(h_2)}{kT} + \frac{V_p}{D_\infty} F_1(h_2) \right] \times \left(\int_{h_1}^{h_2} \exp \left[\frac{\Phi(h)}{kT} + \frac{V_p}{D_\infty} F_1(h) \right] \frac{dh}{f_1(h/a)} \right)^{-1}, \quad (10)$$

$$\alpha = \frac{D_\infty}{\delta} \exp \left(\frac{\Phi(h_1)}{kT} \right) \left(\int_{h_1}^{h_2} \exp \left[\frac{\Phi(h)}{kT} + \frac{V_p}{D_\infty} F_1(h) \right] \frac{dh}{f_1(h/a)} \right)^{-1}, \quad (11)$$

где

$$F_1(h) = \int_{h_1}^h \frac{dy}{f_1(y/a)} = h - h_1 + a \ln \frac{h}{h_1}, \quad D_\infty - \text{коэффициент диффузии на}$$

большом удалении от захватывающей поверхности, $\text{м}^2/\text{с}$; Φ – суммарный потенциал взаимодействия, представленный в [6], Дж; h_1, h_2 – расстояния от наружной поверхности полого волокна до точки первичного и вторичного минимумов, м; k – константа Больцмана, Дж/К; T – температура, К;

$f_1(h/a) = \frac{h/a}{1+h/a}$ – безразмерный гидродинамический

фактор Бреннера; $\delta = 2a + \frac{1}{\Phi(h_m) - \Phi(h_1)} \int_{h_1}^{h_m} (\Phi(h_m) - \Phi(h)) dh$ – глубина

адсорбции, м.

Так как задача (1)-(5) имеет сильно выраженную нелинейность, было найдено ее приближенное решение для среднего значения $V_p = V_{av}$, используя метод аналогичный описанному в [7]. Аналитическое решение приближенной задачи было получено с помощью преобразования Лапласа и формул для модифицированной функции Бесселя. При $t < \vartheta(r)/w_0$, где

$$\vartheta(r) = -\frac{1}{2\xi r_0} (r_0^2 - r_{in}^2) \ln \left[1 - \xi \frac{r_0^2 - r^2}{r_0^2 - r_{in}^2} \right], \quad \xi = \frac{G_{av} (r_0^2 - r_{in}^2)}{2r_0 w_0},$$

выражения для c и Γ равны нулю. При $t > \vartheta(r)/w_0$,

$$c = c_0 \left(1 - \xi \frac{r_0^2 - r^2}{r_0^2 - r_{in}^2} \right)^{-1} E(t, r) \times \sum_{m=0}^{\infty} H_m(t, r), \quad (12)$$

$$\Gamma = \frac{\beta_{av} c_0}{\alpha_{av}} \left(1 - \xi \frac{r_0^2 - r^2}{r_0^2 - r_{in}^2} \right)^{-1} E(t, r) \times \sum_{m=1}^{\infty} H_m(t, r), \quad (13)$$

где $E(t, r) = \exp \left[-\alpha_{av} t + \frac{\vartheta(r)}{w_0} (\alpha_{av} - s \beta_{av}) \right],$

$$H_m(t, r) = I_m \left[2 \sqrt{\frac{\alpha_{av} s \beta_{av} \vartheta(r)}{w_0} \left(t - \frac{\vartheta(r)}{w_0} \right)} \right] \left(\frac{\alpha_{av}}{s \beta_{av}} \times \left\{ \frac{w_0 t}{\vartheta(r)} - 1 \right\} \right)^{\frac{m}{2}},$$

$G_{av}, \alpha_{av},$ и β_{av} соответствуют $V_{av} = \frac{2}{T (r_0^2 - r_{in}^2)} \int_0^T \int_{r_{in}}^{r_0} \frac{V_0}{1 + \chi_2 \Gamma(r, t)} r dr dt,$

I_m – модифицированная функция Бесселя m -ого порядка;

Выражения для производных по времени от концентрации взвешенных частиц и абсолютной адсорбции частиц также равны нулю при $t < \vartheta(r)/w_0$. При $t > \vartheta(r)/w_0$,

$$\frac{\partial c}{\partial t} = \alpha_{av} c_0 \left(1 - \xi \frac{r_0^2 - r^2}{r_0^2 - r_{in}^2} \right)^{-1} E(t, r) \times H_{-1}(t, r), \quad (14)$$

$$\frac{\partial \Gamma}{\partial t} = \beta_{av} c_0 \left(1 - \xi \frac{r_0^2 - r^2}{r_0^2 - r_{in}^2} \right)^{-1} E(t, r) \times H_0(t, r). \quad (15)$$

На рис. 2 приведены графики зависимости задерживающих способностей фильтров непрерывного и периодического действия от времени при удалении частиц размером 40 нм. В расчете использованы значения физико-химических параметров из [6]. ПВ фильтр с площадью поверхности мембран 172 м² (длиной 1 м, диаметром 20 см, удельной поверхностью мембран 10 000 м²/м³), работающий в ОМФ режиме, может обеспечить постоянную производительность более 2 м³/ч при давлении 100 кПа, поддерживая задерживающую способность выше 0.9 в течение 3 и 5 часов соответственно для непрерывного и периодического режимов.

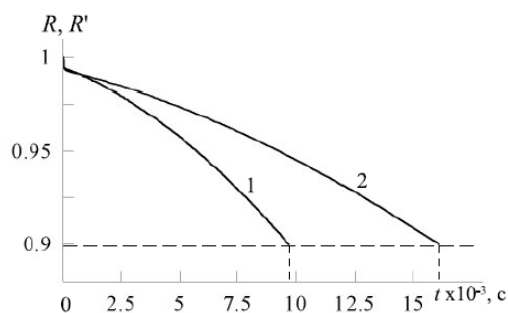


Рис. 2. Зависимости (1) R и (2) R' .

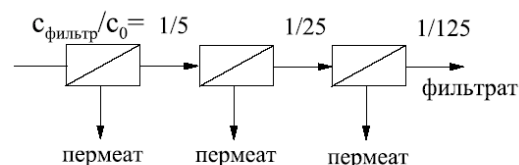


Рис. 3. Трехступенчатая схема очистки.

Отсутствие потока концентрата в ОМФ фильтре позволяет создавать многоступенчатые схемы с последовательным соединением ОМФ модулей (Рис. 3). При такой конфигурации, фильтрат из предыдущего ОМФ модуля используется как исходная смесь в последующем модуле, что позволяет практически полностью извлечь чистую воду из загрязненной исходной смеси после нескольких ступеней такого процесса.

Литература

1. Когановский А.М., Клименко Н.А. и др. Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении. М.: Химия, 1983.
2. Кульский Л.А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды. Киев: Наук. думка, 1983.
3. Грушко Я.М. Вредные органические соединения в промышленных сточных водах: Справочник. Л.: Химия, 1982.
4. Water Treatment Membrane Processes. Odendaal P., Wiesner M., Mallevalle J., Eds. New York: McGraw-Hill, 1996.
5. Cheryan M. Ultrafiltration and Microfiltration Handbook. Lancaster: Technomic, 1998.
6. Поляков Ю.С, Казенин Д.А. и др. Кинетическая модель объемной фильтрации с обратимой адсорбцией // Теор. осн. хим. технол. 2003. Т. 37. № 5. С. 471.
7. Brian P.L.T. Concentration polarization in reverse osmosis desalination with variable flux and incomplete salt rejection // Ind. Eng. Chem. Fundam. 1965. V. 4. № 4. P. 439.

Поступила в редакцию 13.05.04

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ТЕПЛООБМЕННОЙ АППАРАТУРЫ В УСЛОВИЯХ АВДЕЕВСКОГО КОКСОХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА

Ю.В. Еремеев, С.И. Кауфман
ОАО «Авдеевский КХЗ»

Дана сравнительная оценка применения теплообменной аппаратуры. Определены преимущества использования современной теплообменной аппаратуры Альфа Лаваль. Представлен экологический эффект от внедрения современной аппаратуры.

Сотрудничество завода со шведской фирмой Альфа Лаваль началось в 1996 году с закупки двух пластинчатых холодильников для охлаждения серной кислоты, циркулирующей в цикле кислотной башни отделения мокрого катализа цехов сероочистки №1,2. Закупка холодильников была вызвана острой необходимостью, связанной с неудовлетворительной работой оросительного холодильника кислоты в цехе сероочистки №1 и аппаратов АВО в цехе сероочистки №2.

Постоянные поломки данного оборудования приводили к простоям цехов и незапланированным потерям сероводорода с обратным коксовым газом, что в конечном итоге приводило к увеличению выбросов диоксида серы на дымовых трубах КБ№1-9 и ТЭЦ.

В цехе сероочистки №1 в феврале 1997г. были установлены два пластинчатых холодильника со следующими характеристиками каждый:

1. Рабочее давление	- 5Bar
2. Максимальная температура (по серной кислоте)	- 80 ⁰ C
3. Расход серной кислоты	- 80м ³ /час
4. Расход охлаждающей воды	- 205м ³ /час
5. Поверхность теплообмена	- 64,48м ²
6. Вес аппарата	- 1408кг

Установка холодильников позволила ликвидировать оросительный холодильник поверхностью 1846м².

В цехе сероочистки №2 в сентябре 1996г. были установлены два пластинчатых холодильника со следующими характеристиками каждый:

1. Рабочее давление	- 5 Bar
2. Максимальная температура (по серной кислоте)	- 80 ⁰ C

3. Расход серной кислоты	- 140 м ³ /час
4. Расход охлаждающей воды	- 266 м ³ /час
5. Поверхность теплообмена	- 85,56м ²
6. Вес аппарата	- 1532кг

Установка холодильников фирмы Альфа Лаваль позволила ликвидировать АВО серной кислоты общей поверхностью 14200м².

Снижение простоев на ремонт холодильников серной кислоты дало возможность заводу значительно увеличить производство серной кислоты в 1997г. и сократить выбросы в атмосферу диоксида серы на 19% в сравнении с 1996г.

Получив столь разительные результаты применения теплообменной аппаратуры фирмы Альфа Лаваль, руководство завода приняло решение о постепенной замене устаревшего оборудования на оборудование Альфа-Лаваль.

На данный момент на заводе, помимо кислотных холодильников, установлены еще шесть теплообменных аппаратов фирмы Альфа-Лаваль.

В марте 1999г. в смолоперерабатывающем цехе была произведена замена кожухотрубчатого конденсатора паров легкого масла на пластинчатый конденсатор-холодильник со следующими характеристиками:

1. Производительность (пары)	- 8450кг/час
2. Производительность (вода)	- 100м ³ /час
3. Рабочее давление(пар/вода)	-1,03/3,5Bar
4. Поверхность теплообмена	- 76,5м ²
5. Вес аппарата	- 1760кг

Установка данного аппарата позволила улучшить гидравлический режим дистилляционной колонны и сократить выбросы паров легкого масла с воздушных сборников продукта.

В сентябре 2001г. в бензольном отделении цеха улавливания №1 были установлены два спиральных теплообменника, которые заменили кожухотрубчатые теплообменники общей поверхностью 1440м².

Характеристика аппарата:

1. Расход масла (по обоим потокам)	- 200м ³ /час.
2. Перепад температур по маслу «дебензине»	- 130/110 ⁰ С
3. Перепад температур по маслу «бензине»	- 80/100 ⁰ С
4. Поверхность теплообмена	- 65,2м ²
5. Сопротивление масла «дебензине»/ «бензине»	- 1,63/1,36кг/см ²
6. Вес аппарата	- 2010кг

Установка теплообменников позволила снизить потери бензола с обратным коксовым газом за счет исключения смешивания в кожухотрубчатых теплообменниках (через неплотности) масла «бензине» с маслом «дебензине» и уменьшения течей поглотительного масла по сальникам запорной арматуры за счет уменьшения ее количества.

В июне 2003г. в бензольном отделении цеха сероочистки №2 была произведена замена кожухотрубчатого дефлегматора поверхностью 490м² на пластинчатый дефлегматор фирмы Альфа Лаваль со следующими характеристиками:

1. Перепад температуры по парам	- 130,5/95,9 ⁰ С
2. Перепад температуры по маслу	- 30/100 ⁰ С
3. Производительность по маслу	- 200м ³ /час.
4. Производительность по парам	- 20000м ³ /час.
5. Поверхность теплообмена	- 256м ²
6. Вес	- 14900кг

Установка дефлегматора позволила снизить давление в дистилляционной колонне, что привело к уменьшению потерь бензола с обратным коксовым газом, т.к. улучшилась дебензиация масла, и значительно сократились выбросы с воздушки сепаратора флегмы.

В октябре 2003г. в бензольном отделении цеха улавливания №1 была произведена замена кожухотрубчатых холодильников масла «дебензине» общей поверхностью 2500м² на два пластинчатых холодильника типа компаблок фирмы Альфа Лаваль со следующими характеристиками:

1. Расход масла	- 200м ³ /час.
2. Расход охлаждающей воды	- 670м ³ /час.
3. Перепад температуры по маслу	- 130/32,5 ⁰ С
4. Сопротивление (масло/вода)	-
1,74/1,88кг/см ²	
5. Поверхность теплообмена	- 230,6м ²
6. Вес аппарата	- 10500кг

Установка теплообменника позволила полностью исключить попадание поглотительного масла в оборотный цикл цеха водоснабжения через неплотности кожухотрубчатых холодильников и сократить утечки масла по сальникам запорной арматуры за счет уменьшения ее количества.

В настоящее время на заводе планируется закрытие цикла конечного охлаждения газа в цехе сероочистки №2 с помощью спирального теплообменника фирмы Альфа Лаваль со следующими характеристиками:

1. Поверхность охлаждения по ступеням:
I - 330м²

- II - 330м²
 III - 366м²
2. Расход коксового газа -105000нм³/час.
3. Расход охлаждающей воды (по ступеням) :
 I - 679м³/час.
 II - 679м³/час.
 III - 162,7м³/час.
4. Температура газа (вход/выход) - 55/30⁰С
5. Температура воды (вход/выход):
 I, II - 27/32⁰С
 III - 20/27⁰С
6. Сопротивление по коксовому газу - 1,123кПа
7. Вес аппарата - 25000кг

Для охлаждения газа в III ступени холодильника используется захлажденная обратная вода.

Закрытие цикла конечного охлаждения газа позволит ликвидировать выбросы вредных веществ с градирен цеха сероочистки №2 в количестве 643,3т в год.

Данный технологический процесс не имеет аналогов среди коксохимических предприятий Украины, стоимость его составляет 7млн.грн.

Опыт эксплуатации теплообменной аппаратуры фирмы Альфа Лаваль на ОАО «АКХЗ» показал целесообразность ее применения для решения экологических проблем в коксохимической промышленности Украины.

Поступила в редакцию 13.05.04

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОТДЕЛЕНИЙ ОЧИСТКИ КОКСОВОГО ГАЗА ОТ СЕРОВОДОРОДА

Н.П.Скрипченко, С.И.Кауфман
ОАО “Авдеевский коксохимический завод”

Проведен анализ эффективности работы отделений очистки коксового газа от сероводорода, с использованием двухступенчатой схемы очистки, с применением новой технологии переработки сероводородного газа в серную кислоту компании “Хальдор Топсе А/О” Дания.

Характерной чертой Авдеевского коксохимического завода является то, что с начала строительства и по настоящее время использовались последние достижения науки и техники в основе всех проектных решений, в т. ч. и в решении экологических проблем.

Цехи очистки коксового газа от сероводорода вакуум-карбонатным способом с производством серной кислоты по методу мокрого катализа на период начала реконструкции эксплуатировались 37 лет (цех №1) и 25 лет (цех №2).

В результате длительной эксплуатации оборудование изнашивалось и морально устарело, не обеспечивало очистку газа до установленных норм, поэтому требовало замены. Ряд оборудования: кислотные башни, электрофильтры и кислотные коммуникации находились в аварийном состоянии. В результате чего содержание сероводорода в обратном коксовом газе превышало допустимые нормы и выбросы тумана серной кислоты после электрофильтров были значительными.

В целях обеспечения защиты окружающей среды от вредных выбросов и улучшения экологической обстановки, совершенствования технологии производства и повышения его эффективности, а также коренного улучшения условий труда было принято решение о реконструкции цехов сероочистки.

Реконструкция и техническое перевооружение отделения улавливания сероводорода, регенерации поглотительного раствора и части отделения мокрого катализа осуществлялись по новой технологической схеме, разработанной головным институтом Гипрококс с использованием отечественного оборудования.

На первом этапе реконструкции существующих цехов сероочистки №№ 1, 2 с целью доведения очистки коксового газа от сероводорода не выше $0,5 \text{ г/м}^3$ (в настоящее время по норме степень очистки составляет $3,0 \text{ г/м}^3$) с сохранением вакуум-карбонатного способа была предусмотре-

на двухступенчатая схема. При этом планировалось максимальное использование существующего оборудования и строительных конструкций.

В основу принятой в проекте технологии двухступенчатой вакуум-карбонатной сероочистки заложен ряд новых положений.

Улавливание сероводорода будет осуществляться в двух насадочных скрубберах, каждый из которых является самостоятельной ступенью, в которой функционирует своя система циркуляции раствора и работают они последовательно по газу.

В настоящее время построены два серных скруббера для улавливания сероводорода новой конструкции, которые обеспечивают эффективное улавливание сероводорода из коксового газа за счет увеличения поверхности орошения поглотительным раствором и лучшим распределением его по насадкам. Уже на данном этапе реконструкции степень очистки коксового газа от сероводорода осуществляется до $1,5-2 \text{ г/м}^3$, за счет чего сократились выбросы SO_2 в 2003 году на 3,8 тыс. тонн в год.

Для дальнейшей интенсификации процесса сероочистки необходимо уменьшение концентрации связанных солей в поглотительном растворе II ступени.

Во втором этапе реконструкции регенерацию насыщенного раствора планируется производиться в двухступенчатом регенераторе, заполненном насадками, что позволяет интенсифицировать процесс извлечения сероводородного газа из поглотительного раствора за счет улучшения распределения раствора по поверхности насадок. В настоящий момент регенераторы находятся на реконструкции.

Насыщенный поглотительный раствор после скрубберов каждой ступени улавливания будет подаваться на свою ступень регенерации, работающую с этим скруббером на самостоятельном цикле.

В целом проведение реконструкции цехов сероочистки с переходом на двухступенчатую схему очистки коксового газа от сероводорода позволит увеличить производство серной кислоты в 1,19 раза, снизить выбросы в атмосферу диоксида серы на 10,5 тыс. тонн в год и тумана серной кислоты на 30 тонн в год.

Снижение диоксида серы в продуктах горения коксового газа в энергетических котлах обеспечит продление срока службы поверхностей нагрева и снизит коррозию металлоконструкций в зоне выбросов дымовых газов из труб агрегатов, использующих коксовый газ как топливо.

Что касается процесса получения серной кислоты, то он допускал значительные выбросы вредных веществ в атмосферу и имел большие энергозатраты.

Учитывая обстоятельства, что часть оборудования и материалы (кислотные башни, электрофильтры, насосы, кислотопроводы и катализатор) заводами Украины не изготавливаются, а также то, что технология, имею-

шаяся в Украине и СНГ по получению качественной серной кислоты из серного ангидрида при резких колебаниях в количестве перерабатываемого газа, что имеет место в настоящее время, отсутствует, возникла необходимость приобретения технологии и оборудования по импорту.

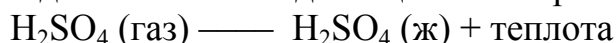
Поставщиком технологического процесса получения серной кислоты, а также оборудования (кондесаторы или установки WSA), используемого в технологическом процессе, является фирма "Хальдор Топсе А/О" Дания, с которой был заключен Контракт.

Данный проект был разработан на основании соглашения между правительством Украины и Правительства Крoлевства Дания, касающееся помощи в энергетической программе, которая учитывает природоохранные мероприятия № MM 124/046-0026 от 20.04.1998г.

Установка WSA предусматривает получение серной кислоты из влажного технологического газа путем его охлаждения с 290°C до 95°C, в результате которого происходит частичная гидратация серного ангидрида (SO₃) в газообразную серную кислоту:



и дальнейшая конденсация газообразной серной кислоты:



Кондесатор WSA представляет собой аппарат, где технологический газ движется снизу вверх по трубам длиной 7 м, изготовленным из специального кислотостойкого и жаропрочного стекла. Двигаясь по трубам, газообразная серная кислота конденсируется на стенках труб, охлаждаясь за счет воздуха, подаваемого в межтрубное пространство.

Производительность установки WSA №1 (цех сероочистки №1) - 16763 м³/час после контактного аппарата. Производительность по 97,5%-й кислоте - 4,674 т/час.

Производительность установки WSA №2 (цех сероочистки №2) - 13211 м³/час после контактного аппарата. Производительность по 97,5%-й кислоте - 3,682 т/час.

Преимуществом данной технологии является, кроме получения улучшенной 93,5÷98% серной кислоты, очистка газов, отходящих после кондесаторов WSA, до остаточного содержания тумана серной кислоты не более 13 мг/м³.

Внедрение на ОАО "АКХЗ" новой технологии очистки коксового газа от сероводорода с использованием двухступенчатой схемы очистки и переработка сероводородного газа в серную кислоту на оборудовании фирмы "Хальдор Топсе" позволит:

1. Сократить выбросы в атмосферу диоксида серы на
10,5 тыс. тонн в год;
2. Сократить выбросы в атмосферу тумана серной кислоты на
40 тонн в год;

3. Сократить плату за выбросы в атмосферу на 700 тыс. грн. в год;
4. Увеличить производство серной кислоты на 33,2 тыс. тонн в год за счет сокращения остановок цехов сероочистки на ремонты изношенного оборудования и снизить затраты на приобретение серной кислоты на стороне на производство удобрения – сульфата аммония примерно на 1300 тыс. гривен в год;
5. Снизить потребление электроэнергии на 0,5 млн. кВт в год;
6. Получать серную кислоту высокого качества при любых режимах работы коксовых батарей и низком содержании сероводорода в коксовом газе.
7. Исключить из технологической схемы производства электрофильтры.
8. По данной технологии не образуются сточные воды, отходы и другие загрязнители, это ресурсосберегающая и энергосберегающая технология, которая не нуждается в абсорбентах и химических реагентах.

Данные технологии направлены на решение первоочередных экологических проблем Донецкой области и являются одними из главных мероприятий Программы "Донецкого экологического проекта". Они позволяют значительно улучшить экологическую ситуацию в центральном регионе Донбасса за счет уменьшения выбросов в атмосферу диоксида серы и тумана серной кислоты.

Поступила в редакцию 13.05.04

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПЕРАТИВНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА УГЛЕЙ ДЛЯ КОКСОВАНИЯ.

Г.Г. Клешня, А.С. Парфенюк, к.т.н., С.П. Веретельник, к.т.н.
ОАО «Авдеевский коксохимический завод»
Донецкий национальный технический университет

Рассмотрены вопросы оперативной оценки качества углей для коксования в экологическом аспекте. Предложена методика и прибор для оперативного контроля спекаемости углеродистых материалов и углей.

Ужесточение экологических требований к коксохимическому производству, многокомпонентность угольных смесей, петрографическая неоднородность, зольность и пониженная спекаемость требуют очень тщательного оперативного подхода при оценке их качественных показателей: петрографический состав, спекаемость и коксуемость, обогатимость, технический анализ угля, выход основных химических продуктов.

Проблема обусловлена также тем, что с сокращением в последние годы добычи коксующихся углей Донецкого бассейна в сырьевой базе коксования ОАО «Авдеевский коксохимический завод» используются рядовые угли и концентраты Украины и России, при этом доля последних составляет до 30 %.

До недавнего времени за каждой углеобогатительной фабрикой Украины (ЦОФ «Дзержинская», «Пролетарская», «Чумаковская» и др.) были закреплены отдельные марки угольных концентратов. В настоящее время эти фабрики обогащают угли нескольких марок, что часто приводит к их смешиванию и поступлению на коксохимическое производство угольных концентратов, не соответствующих марочной принадлежности, указанной в документах. Так, угольные концентраты марки К от многих поставщиков поступают с качественными показателями, соответствующими маркам Г, Ж, ГЖ, ОС или в их смеси, и зачастую отгружаются с несоответствием показателей по влажности, зольности, выходу летучих веществ, пластометрическим показателям (толщина пластического слоя, усадка).

Угли России, такие как концентраты ЦОФ «Печерская» (ГЖО/Ж), «Кедровский разрез» (ССОМ), «Вахрушевский разрез» (ССМСШ), «Сибирь» (КС+ОС), «Красный брод» (ССОМСШ), «Томусинская» (КО+ОС), «Распадская» (ГЖ) и др., по своим техническим свойствам и стадии метаморфизма существенно отличаются от углей Донецкого

бассейна. Эти угли характеризуются высокой твердостью, петрографической неоднородностью, повышенной зольностью с высоким содержанием отошающих микрокомпонентов ($OK = 31 \div 45 \%$). Витринит этих углей представляет собой сложную смесь составляющих с различной отражательной способностью R_o , (от $<0,8$ до $1,66 \%$), т.е. практически это угли всех стадий метаморфизма.

Одним из основных показателей качества углей, определяющим пригодность их для коксования, является их спекаемость. Величина этого показателя определяет прочностные характеристики получаемого кокса (M_{25} – прочность и M_{10} – истираемость) При использовании углей с низкой спекаемостью получается непрочный кокс с высокой истираемостью, что в свою очередь влияет на увеличение пылеобразования при выдаче кокса, а также при транспортировке и грохочении его на коксосортировке.

Экологический аспект этой проблемы является очень актуальным, поскольку четвертую часть всех выбросов ОАО «АКХЗ» составляют выбросы коксовой пыли. Для оперативного контроля за показателем спекаемости угля необходимо использовать экспресс-методы аналитического контроля. Это возможно осуществить с помощью прибора для экспресс-анализа дисперсных материалов, который разработан в Донецком национальном техническом университете.

Прибор предназначен для оперативного определения технологических характеристик широкого спектра углеродистых спекающихся материалов (от углей и шихт до твердых дисперсных отходов) и позволяет определять следующие параметры: период нагрева, период вспучивания, прочность нелетучего остатка коксования на разрыв, прочностные характеристики углешихтовых материалов в процессе коксования. Владея этими параметрами, наряду с пластометрическими показателями, и теханализом можно осуществлять оперативное вмешательство в управление технологическим процессом с целью обеспечения оптимального режима коксования.

Стабильная работа коксовых печей обеспечивает как качественные характеристики получаемого кокса, так и экологические показатели коксохимического производства (предотвращение бурения коксовых печей, снижение выбросов пыли во время выдачи кокса, уменьшение выбросов мелких частичек кокса при транспортировке и сортировке кокса). При загрузке угольной шихты в раскаленную камеру количество выделяющейся пыли резко увеличивается при снижении влажности шихты $< 7 \%$. Оптимальным показателем влаги рабочей для работы коксовых печей является $9 - 10 \%$. Более высокое содержание влаги шихты уменьшает ее насыпную массу, ухудшает состояние кладки, увеличивает количество надсмольной воды.

Зола наряду с влажностью является примесью ухудшающей качество углей. Повышенная зольность шихты на коксование снижает однородность

пластической массы угля, образующейся при коксовании и в результате возникновения локальных внутренних напряжений снижается прочность кокса, которая наряду с ухудшением качественных показателей ухудшает и экологическую обстановку.

Выход летучих веществ является важнейшим показателем установления марочной принадлежности угля, что позволяет оперативно решать вопросы при составлении шихт на коксование. Помимо количественного определения летучих веществ из угля немаловажное значение имеет нелетучий остаток по внешнему виду которого можно получить приближенную характеристику спекаемости угля. С выходом летучих веществ связаны выход кокса, усадка, образование трещин и др. явления, оказывающие влияние как на качественные характеристики кокса, выход химических продуктов коксования, так и на экологическую ситуацию при их производстве.

Анализ существующих технических решений по защите окружающей среды позволяет утверждать, что благодаря экспресс-контролю качества шихты и оперативному внесению коррективов в технологический режим на основе лабораторных данных, наряду с бездымной загрузкой угольной шихты в коксовые печи, беспылевой выдачей кокса, глубокой очисткой газа от сероводорода, усовершенствованием методов очистки и уплотнения дверей коксовых печей, выбросы в атмосферу можно значительно сократить.

В связи с использованием в сырьевой базе коксования углей различных бассейнов, нестабильностью угольных концентратов по марочной принадлежности и процентного состава угольных смесей в марках и техническому анализу, при весьма большом количестве поставщиков (до 30 и более), а также практикуемым в последние годы введением в шихту для коксования различных добавок и прежде всего дисперсных углеродистых отходов коксохимпроизводства и др. необходим стопроцентный лабораторный контроль. Для этих целей в центральной заводской лаборатории ОАО «Авдеевский коксохимзавод» внедряется автоматический пластометр АП-1М, изготовленный предприятием «Запорожчерметавтоматика». С его помощью будут определяться основные характеристики спекаемости углей по ГОСТ 1186-87: толщина пластического слоя, пластометрическая усадка, а также график пластометрической кривой. Аппарат позволяет существенно уменьшить трудоемкость анализа, повысить точность измерений, а также устранить субъективный фактор при обработке данных. В ходе анализа облегчаются условия труда лаборанта, кроме того, упрощается обработка результатов опыта, так как все необходимые вычисления производит компьютер. Все данные сохраняются в его памяти и при необходимости результаты любого анализа и за любой прошлый опыт могут быть повторно распечатаны.

К концу 2004 года в ЦЗЛ ОАО «Авдеевский коксохимзавод» запланировано также внедрение оптического автоматизированного прибора «ОКО», предназначенного для микроскопического исследования свойств углей при классификации для определения показателей отражения витринита по ГОСТ 12113-83 и петрографического состава по ГОСТ 12112-78 и 9414-74.

Внедрение данного оборудования наряду с пластометрическими показателями, теханализом углей позволяет оперативно получать наиболее полную информацию о качестве углей для коксования и корректировать технологический процесс с целью улучшения экологической ситуации при производстве и сортировке кокса, что в современных условиях имеет не менее важное значение, чем получение кокса требуемого качества.

Список литературы:

- 1.Пыриков А.Н. Защита окружающей среды на коксохимических предприятиях. Москва.- 2000 с.49.
- 2.Кауфман С.И, Кириенко Н.С. и др. Утилизация вторичных продуктов химических цехов коксохимического производства. Кокс и химия.-1999.- № 8.-С.27-30.
- 3.Кульченко В.В., Доценко А.М. и др. Малогабаритный плоскорукавный фильтр. Кокс и химия.-1995.- № 11.-С.28-31
- 4.Папков Г.И, Малыш А.С. и др. Экологическая оценка новых технологий производства кокса. Кокс и химия.-1991.- № 2.-С.45-48.

Поступила в редакцию 13.05.04

ФОРМАЛИЗОВАННАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Карпова Д.В., Карпов В.С., Аркинд М.В.,
Московский государственный университет инженерной экологии

Рассмотрены аспекты оценки экологической безопасности и надежности агрегатов на стадии проектирования. Предложена формализованная система выявления, вычисления и оценки экологической безопасности с получением результатов, обладающих высокой сопоставимостью.

Современная ситуация по выявлению, измерению и оценке экологической опасности при проектировании и эксплуатации промышленных объектов связана с рядом трудностей: разрыв между появлением загрязнителей и выявлением их токсического действия; возможность появления неизвестных и трудно анализируемых токсикантов; различие между действием однократных токсических выбросов, и их начальными вредными эффектами и результатами длительного или повторного влияния на живые объекты, в первую очередь, на человека.

Существующие методы оценки вредности традиционными методами по соответствию концентрации (активности) заранее утвержденным нормативам типа ПДК (предельно допустимым концентрациям), ПДВ (предельно допустимым воздействия на живые объекты), ОБУВ (ориентировочно безопасные уровни воздействия) и т.п. не отвечают современным требованиям безопасности. Кроме того, стало очевидным, что возможны ситуации, когда вред от некоторых промышленных объектов и затраты на ликвидацию экологических последствий превосходят пользу от их эксплуатации.

Коллективом ученых, экологов, врачей, технологов ряда ведущих научных и практических учреждений (МГУИЭ, МХТА, ВНЦБАВ, Институт гигиены окружающей среды и экологии человека, КЦВС, МЭИ) разработана формализованная система выявления, вычисления и оценки экологической безопасности с получением результатов в значениях индексов, обладающих высокой сопоставимостью.

В соответствии с разработанной системой опорные точки шкалы индекса оптимальности параметров объектов живой природы, в том числе человека, определяют границы уровней жизнеспособности для каждой группы однородных живых организмов. Соответствующие этим точкам значения каждого параметра жизнеспособности обоснованы результатами клинических обследований, токсико-гигиенических исследований, генетико-психологического тестирования людей и животных, а также

оценками состояния экосистемы по данным фито- и микробиологических тестов. Полученные зависимости и оценки должны периодически подтверждаться результатами экспертного опроса высококвалифицированных специалистов в соответствующих областях знаний. Таким же образом должна периодически уточняться номенклатура определяющих параметров жизнедеятельности.

Предлагается многоцелевая система контроля и оценки уровня экологической безопасности. Независимо от назначения система предусматривает установку устройств для мониторинга за состоянием определенных групп однородных живых организмов, а также для контроля параметров в токсико-экологических моделях.

Указанные мероприятия позволят прогнозировать конкурентоспособный уровень экологической безопасности технического объекта на всех этапах проектирования. С помощью предлагаемой системы можно поддерживать этот уровень на стадии эксплуатации, своевременно выявляя неблагоприятные эффекты воздействия конкретных токсикантов и пути их проникновения в зоны контактов с людьми, другими живыми объектами и экосистемы в целом.

Поступила в редакцию 13.05.04

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ФЛОТАЦИИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЕЙ

А.А. Суханов, В.Е. Гавриленко
ОАО «Авдеевский КХЗ»

Дана характеристика водно-шламовой схемы до и после реконструкции. Обозначены технологические особенности гидросайзеров и преимущества их применения.

В состав углеподготовительного цеха №1 ОАО «АКХЗ» входит обогатительная фабрика проектной мощностью 6,4 млн.т угля в год. Сырьем для фабрики до 2002г. были угли Донецкого бассейна с зольностью 36-40%. В связи с изменением технологии добычи угля и связанного с этим увеличения содержания углей мелких классов в поступающем сырье, на фабрике возникли проблемы, связанные с выделением крупнозернистого шлама.

Технологический процесс выделения крупнозернистого шлама сводится к тому, что шламовые частицы, полученные в процессе двухстадийного обогащения в отсадочных машинах, собираются в три пирамидальных отстойника. Сгущенный продукт первого отстойника возвращается на отсадку в виде транспортной воды, а сгущенный продукт второго и третьего отстойников с зольностью 30-35% направлялся на классификационные циклоны ГЦ-710. Сгущенный продукт циклонов обезвоживался на двух неподвижных ситах, а слив циклонов направлялся в первый отстойник. Обезвоженный продукт неподвижных сит направлялся на центрифуги «Наэль-3А». Выход готовой продукции шламовой схемы (циклоны, сита, центрифуги) составлял 75-80т/час с зольностью 16-20%.

Получается, что выход крупнозернистого шлама через центрифуги «Наэль-3А» - это положительный фактор, позволяющий увеличить выход концентрата, но, с другой стороны – этот шлам не обогащается. В результате подачи выделенного крупнозернистого шлама с зольностью 16-20% в состав шихты для коксования требовалось, для поддержания общей зольности шихты 8,6%, поддерживать на отсадочных машинах более низкую плотность разделения, что приводило к потерям с отходами обогащения.

Для решения этого вопроса руководством завода было принято решение о внедрении новой технологии, отвечающей следующим требованиям:

1. Обогащение крупнозернистого шлама в объеме ≈ 200 т/час по твердому продукту.
 2. Требования к получаемому концентрату
 - зольность не более 9%
 - влажность не более 30%
 3. В схеме исключить использование центрифуг для обезвоживания.
 4. Улучшить качество оборотной воды (уменьшить ρ).
 5. Уменьшить количество крупного класса (>1 мм) в питании флотации.
- В соответствии с поставленными задачами, при участии фирмы ООО «ЮТЭК» была выбрана принципиальная схема с использованием в процессе обогащения гидросайзеров фирмы «Gramtech Associates Ltd.» Англия. Применяемая технология является экологически чистой, не требующей флотореагентов и коагулянтов.

Гидросайзер представляет собой установку, принцип действия которой основан на разделении минералов во взвешенном слое. В установке используется восходящий поток воды для разделения минеральных частиц на две группы, либо по размерам, либо по удельному весу. Камера гидросайзера изготовлена из мягкой стали и оснащена уникальным разгрузочным механизмом. Восходящий поток воды подается в камеру гидросайзера и равномерно распределяется через оснащенные нейлоновыми втулками распределительные плиты. Твердые материалы, поданные через питатель в гидросайзер разделяются таким образом, что легкие частицы концентрируются в верхней части камеры и сливаются через порожек в сливной желоб. Более тяжелые частицы концентрируются в нижней части камеры и удаляются через разгрузочные клапана.

Гидросайзеры установленные на углеобогатительной фабрике ОАО «АКХЗ» предназначены для переработки пульпы с частицами от 100мкр. до 2мм.

В комплект гидросайзера кроме камеры входят:

1. Тангенциальный питатель – для подачи твердых частиц в центральную часть гидросайзера.
2. Шаровой клапан и седло клапана – для удаления тяжелых, твердых частиц. Каждый гидросайзер оснащен тремя клапанами.
3. Привод (исполнительный механизм) – для управления шаровым клапаном. Используется электрогидравлический привод прямого действия с пружинным подпором.
4. Зонд – для контроля за плотностью взвешенного слоя. Датчик давления преобразует гидростатическое давление в электронный сигнал.
5. Контроллер – для контроля и управления процессом.

14 февраля 2003г. установка обогащения шламов с применением гидросайзеров была пущена в работу. Процесс обогащения шламов осуществляется по следующей схеме.

Сгущенный продукт пирамидальных сгустителей из сборника двумя насосами «Варман» производительностью 547м³/час каждый и напором 33,6м подается на две батареи первичных гидроциклонов ГЦ- 350. Каждая батарея состоит из шести гидроциклонов с диаметром пескового отверстия 40мм. На гидроциклонах происходит классификация по размеру частиц до 0,3мм. Слив первичных гидроциклонов самотеком направляется в сборник транспортной воды. Сгущенный продукт гидроциклонов с обеих батарей поступает на два гидросайзера диаметром 3м и производительностью 100т/час (по сухому твердому продукту) каждый. В камеру давления каждого гидросайзера подается техническая вода в количестве 50м³/час на каждую установку. Давление технической воды должно быть постоянным и равным 1бар. Техническая вода предназначена для создания восходящего потока в камере гидросайзера. Легкие частицы сливаются в сливной желоб, а тяжелые частицы через разгрузочные клапана удаляются из гидросайзера. Концентрат гидросайзеров самотеком направляется в сборник концентрата, откуда насосом «Варман» производительностью 524 м³/час и напором 16,14м подается на батарею вторичных гидроциклонов, состоящих из шести гидроциклонов ГЦ-350 с диаметром пескового отверстия 60мм. Сгущенный продукт вторичных гидроциклонов поступает на два дуговых сита с размером щели 0,7мм. Надрешетный продукт дуговых сит поступает на вибрационный грохот линейного движения типа Н 1 Р 4000/1800/-5 производительностью 60-65т/час по обезвоженному продукту. Грохот имеет полиуретановые сита с щелью 300мкр.

Подрешетный продукт дуговых сит и обезвоживающего грохота концентрата поступает в пирамидальные сгустители, куда поступает и слив вторичных гидроциклонов. Тяжелые частицы с гидросайзеров самотеком поступают в течку для приема породы со встроенным ситом для предварительного обезвоживания отходов. После этого порода для окончательного обезвоживания поступает на обезвоживающий грохот породы типа SD 1648. На грохоте установлены сита из нержавеющей стали с щелью 300мкр. Обезвоженная порода подается на конвейер породы, а подрешетный продукт грохота поступает в трубопровод слива первичных гидроциклонов.

Общая бюджетная стоимость установки обогащения шламов составила 1млн.100тыс.у.е.

Введение в эксплуатацию технологической схемы обогащения крупнозернистого шлама с применением гидросайзеров позволило:

1. Получить после переработки крупнозернистого шлама концентрат с зольностью 8,5-9% и влагой 22-23%. Зольность породы после установки 78-82%.
2. Уменьшить нагрузку на флотационное отделение и снизить циркуляционную нагрузку в водно-шламовой схеме фабрики.
3. Увеличить выход концентрата на 0,5-1%.
4. Снизить количество отходов флотации, размещенных во внешнем шламонакопителе на 21,5тыс.т в год, тем самым продлив срок эксплуатации шламонакопителя.

Проведение реконструкции водно-шламового хозяйства на Авдеевском коксохимическом заводе не вызвало появления новых источников загрязнения атмосферы. Использование настоящей технологии не привело к изменению состава и количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу по предприятию.

Поступила в редакцию 13.05.04

ПРИМЕНЕНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПРОБОК СЛИВНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ (ПШТ)

Николенко Н.А., Литвиненко В.Г., Марченко И.А.
 Автомобильно-дорожный институт
 Донецкого национального технического университета

При разрушении сливных трубопроводов канализационных систем городов, загрязняется окружающая среда сточными водами. Разработана экологически чистая технология перекрытия трубопроводов с помощью пневматических резиноканевых пробок. Приведены результаты изготовления и испытания экспериментальных образцов в лабораторных условиях.

В процессе эксплуатации канализационных систем городов Украины часто происходят аварийные ситуации, связанные с разрушением или забивкой сливных трубопроводов. В результате этих аварий сточные воды проникают на поверхность и загрязняют окружающую среду. Для устранения повреждений необходимо оперативно перекрыть сечение трубопровода с целью отвода сточных вод от поврежденного участка.

Эти работы, как правило, выполняются в ручную, трудоемки и опасны. Особенно при неблагоприятных погодных условиях и в зимнее время.

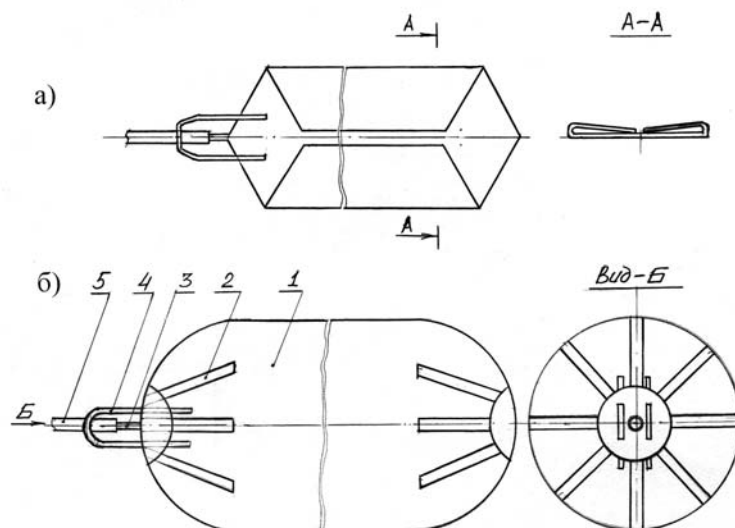


Рис. 1 Пневматическая пробка ПШТ

1 - складывающаяся оболочка; 2 - элементы усиления; 3 - штуцер с клапаном; 4 - петля; 5 - резино-тканевый рукав.

С целью создания экологически чистой механизированной технологии перекрытия сливных трубопроводов нами проведен анализ опыта эксплуатации канализационных систем. На базе проведенных исследований разработаны: конструкция, технология изготовления и эксплуатации пневматических пробок двух типоразмеров ППТ-1, ППТ-2 для трубопроводов диаметром 250...500 мм, наиболее широко используемых в канализационных сетях г. Горловки.

ППТ-1 состоит (рис. 1б) из резиновой камеры (оболочки) 1 с привулканизированными усиливающими элементами 2 из резинокорда (типа 23 КНТС), подвода сжатого воздуха 3, петли 4 из резинокорда и резинотканевого рукава 5.



Рис. 2 Экспериментальный образец ППТ-1.

Для удобства транспортировки и монтажа-демонтажа в трубопроводе оболочки изготавливаются в сложенном состоянии (рис. 1а) методом вулканизации в специальных прессформах.

Таблица 1 – Техническая характеристика

Параметр	Значение параметра	
	ППТ-1	ППТ-2
Внутренний диаметр обслуживаемых трубопроводов, м	0,25...0,35	0,35...0,5
Диаметр ППТ, м, не более	0,24	0,34
Длина, м, не более	0,8	0,8
Величина рабочего давления в оболочках, кПа (кг/см ²), не более	50 (0,5)	50 (0,5)

Параметр	Значение параметра	
	ППТ-1	ППТ-2
Прочность крепежного элемента на растяжение, кН, не более	0,5	0,5
Резинотканевый рукав ($D_{вн} = 9 \dots 12$ мм), м	10	10
Масса, кг, не более	5	7

В соответствии с [1] оболочки, изготовленные из резинохорда, можно считать мягкими, т.к. они изменяют свою форму при давлении менее 0,01 МПа. Поэтому их расчет производится по безмоментной теории, в соответствии с которой натяжение напряженной внутренним давлением цилиндрической оболочки в направлении ее образующей определяется из выражения:

$$T_o = \frac{l}{2} \cdot p \cdot R; \quad (1)$$

в нормальном ему направлении:

$$T = p \cdot R; \quad (2)$$

где p – избыточное давление воздуха в оболочке, МПа;
 R – радиус цилиндрической поверхности, м.

Следовательно, напряжения по линии поперечного сечения оболочки вдвое превосходят продольные.

Оболочки ППТ изготавливаются из двух слоев резины толщиной 2 мм, следовательно толщина стенки оболочки $\delta = 4$ мм. Максимальный радиус раздвижности оболочки ППТ-1 и ППТ-2 наполненных сжатым воздухом давлением 0,05 МПа в соответствии с [2] определяется из выражения:

$$T = p \cdot R = \delta \cdot E \cdot \left(\frac{2R}{2R_o} - 1 \right); \quad (3)$$

где $E = 10$ МПа – модуль упругости резины;
 $R_o = 0,24$ м – начальный радиус оболочки, ППТ-1;
 $R_o = 0,34$ м – начальный радиус оболочки, ППТ-2;
 R_1, R_2 – радиус максимальной рабочей раздвижности оболочки.

$$2R = \frac{l}{\frac{l}{2R_o} - \frac{p}{\delta \cdot E}}; \quad (4)$$

$$2R_1 = \frac{1}{\frac{1}{0,24} - \frac{0,05}{0,004 \cdot 10}} = 0,343 \text{ м};$$

$$2R_2 = \frac{1}{\frac{1}{0,34} - \frac{0,05}{0,004 \cdot 10}} = 0,59 \text{ м}.$$

Таким образом в наиболее тяжелом для оболочки свободном режиме нагружения их относительная деформация составляет $0,343 / 0,24 - 1 = 0,43$ и $0,59 / 0,34 - 1 = 0,73$, что допустимо для резины.

В результате проведенного расчета установлено, что диапазон рабочей раздвижности составляет: $0,24 \dots 0,34$ и $0,34 \dots 0,59$, что превышает технические требования $0,3$ м для ППТ-1 и $0,5$ м для ППТ-2 и поэтому обеспечит надежную работу оболочки при эксплуатации.

Пневматические пробки устанавливаются в устье трубопровода, расположенного выше участка, требующего ремонта. К петле 4 (рис. 1) подсоединяют страховочный трос (канат) с прочностью на разрыв не менее 200 кг длиной 10 м. Другой конец троса закрепляют к опоре.

С помощью автомобильного компрессора или ручного (ножного) насоса наполняют оболочку сжатым воздухом давлением 50 кПа. В качестве запорного устройства на конце резинотканевого рукава 5 установлен вентиль автомобильных шин. Оболочка в процессе наполнения воздухом формоизменяется и плотно прилегает к стенкам трубопровода, герметизируя его, тем самым обеспечивая доступ для ремонта поврежденных участков. Для лучшего сцепления оболочки со стенками трубопровода наружная поверхность оболочки выполнена рифленой.

После окончания ремонта открывают запорный вентиль, сжатый воздух выходит из оболочки и она под действием упругих сил складывается, освобождая сечение трубы для прохода воды. С помощью троса ППТ извлекается из трубопровода. Таким образом осуществляется безопасный механизированный способ перекрытия трубопровода с помощью ППТ.

По результатам выполненных исследований нами разработана, изготовлена и испытана натурная модель ППТ для трубопровода диаметром 400 мм (рис. 2).

В качестве трубопровода при проведении лабораторных испытаний использовалась капроновая рукавная ткань типа СТН-97 (ТУ 17-89-77). В процессе испытаний установлено, что фактические параметры соответствуют проектным, конструкция изделия герметична, удобна в эксплуатации. Время установки ППТ в трубопроводе составляет в среднем 6 мин., демонтажа – 5 мин.

Серийное производство пневматических пробок для сливных трубопроводов диаметром до 1200 мм может быть освоено Горловским заводом резинотехнических изделий при наличии инвестора.

Литература

1. Розенталь М.Б. О подушечных оконечностях цилиндрических оболочек. В кн. Сообщения ДВВИМУ по судовым мягким оболочкам. Выпуск № 34, 1976 г.
2. Ехонович С.Н. Краткий политехнический справочник.– К. Радянська школа, 1981.

Поступила в редакцию 13.05.04

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ КОКСОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПУТЕМ СОЗДАНИЯ НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Парфенюк А.С., Веретельник С. П.
Донецкий национальный технический университет
Власов Г.А., Романенко Е. П., Хромов Н.А.
ОАО Авдеевский КХЗ

Рассмотрены вопросы экологической безопасности и надежности тепловых агрегатов и оборудования коксовых батарей. Предложены технические решения, направленные на повышение герметичности агрегатов и надежности с учетом влияния комплекса факторов.

Обеспечить необходимый уровень экологичности коксового производства можно только путем создания совершенной техники и технологии, в соответствии с высокими требованиями надежности.

Важным результатом исследований и разработок ДонНТУ совместно с предприятиями отрасли в этом направлении было создание и освоение коксовых батарей из крупноразмерных огнеупорных бетонных блоков. Эта работа была обусловлена не только сложностью и трудоемкостью сооружения батарей из мелкоштучного огнеупора и необходимостью увеличения производительности монтажно-сборочных работ, но и повышением требований к надежности и экологической безопасности.

Конструкции промышленных коксовых печей из сборных огнеупорных бетонов позволили обеспечить существенное улучшение экологической обстановки на коксовых батареях за счет лучшей герметичности крупноблочной кладки, что связано прежде всего сокращением в десятки раз протяженности материальных швов.

Использование опыта разработки и освоения конструкций коксовых батарей из крупноразмерных огнеупорных блоков является основой не только для создания более совершенных конструкций крупноблочных коксовых батарей, но и для других агрегатов.

Одним из основных критериев надежности и долговечности коксовой батареи является прочность и целостность обогревательных простенков камер коксования. В связи с этим были исследованы изменения прочности материала отдельных блоков и простенка в целом на разных этапах «жизни» батареи (изготовление блоков, сооружение батареи, сушка, разогрев и эксплуатация).

Поскольку дефекты кладки коксовых батарей разных конструкций являются причиной газования и теплопотерь и наносят большой ущерб

окружающей среде, был проведен анализ, который позволил установить расположение наиболее дефектоопасных зон, а именно участки, соответствующие первым отопительным каналам головочных блоков первого и второго ряда с машинной и коксовой сторон, кромки и заплечики этих блоков, а также фасад простенков. Было установлено, что степень разрушения головочных блоков с коксовой стороны примерно на 30 % выше, чем с машинной.

На этих данных основано конструктивное изменение простенков коксовых печей – наличие сменяемых шамотных блоков в зоне двух первых головочных отопительных каналов. Вариантом, вытекающим из этого решения является конструкция батареи с комбинированной кладкой, т.е. сочетающей в обогревательных простенках головочные блоки из огнеупорного бетона и срединную часть простенков из мелкоштучного огнеупора. Отличиями такой батареи является выполнение обогревательных простенков на участке первых двух отопительных каналов в виде отдельных головочных блоков из материалов повышенной термической стойкости с установкой между головочными блоками и анкеражем теплоизоляционных плит. Это повысило долговечность кладки за счет уменьшения перепадов температур в головоках простенков и градиента температур внутри головочных блоков. Наличие вертикальных швов скольжения между сопрягаемыми поверхностями стеновых, головочных блоков и теплоизоляционных плит делает конструкцию работоспособной и улучшает ремонтпригодность благодаря облегчению замены головочных блоков. В результате повышается ресурс кладки и достигается экономический эффект за счет уменьшения капитальных затрат и продолжительности ремонтов и простоев батарей.

На основе комплекса исследований физико-механических процессов в рабочих массах и конструкциях агрегатов и анализа надежности основного коксового оборудования, выполнены инженерные разработки и предложены технические решения коксовых агрегатов и машин, повышающие их надежность и экологичность. Ряд решений внедрен в промышленности. Ниже кратко приведена сущность некоторых новых решений.

Дверь большеёмкой коксовой печи в традиционном исполнении имеет низкую ремонтпригодность и недостаточную герметичность, что ведет к длительным простоям, значительным материальным потерям и экологическому ущербу. Новые технические решения конструкции двери коксовой печи обеспечивают лучшую герметичность. Снижение нагрузки на элементы системы «двери-бронерама» достигается благодаря конструкции затвора двери коксовой печи, в которой используется принцип замыкания сил по кратчайшему контуру.

В традиционных конструкциях двересъемных устройств коксовых машин при съеме двери предельным нагрузкам подвержено большое

количество элементов машин и коксовой батареи. Для повышения надежности подсистемы "коксовая печь – дверь печи – двересъемное устройство" разработаны решения, изменяющие характер силового взаимодействия ее элементов и "замыкания" усилий по кратчайшему контуру.

Нестабильность плотностных характеристик угольной шихты создает предпосылки неравномерной плотности и прочности коксового пирога, что повышает вероятность его обвалов и самозаклинивания. Используемые ныне планирные устройства лишь частично решают проблему повышения равномерности и плотности загрузки. Надежность типовых конструкций низка из-за разрушения, прежде всего поперечных перегородок планирных штанг при циклических механических и температурных воздействиях. Повышение плотности угольной загрузки и надежности планирного устройства обеспечивают решения.

Новое техническое решение по компенсации неравномерности наложения давления выталкивающей штанги на коксовый пирог учитывает повышенную вероятность обрушения его головки, сопротивление выталкиванию вблизи пода печи и обеспечивает повышение надежности процесса выдачи коксового пирога.

Характерной причиной отказов, связанных с работой корзины коксонаправляющей, является ее неточная установка относительно камеры коксования и отход от проема печной камеры при выдаче кокса. С этим связана повышенная опасность заклинивания пирога и, как следствие, отказ процесса выдачи. Ликвидация причин таких отказов достигается путем повышения точности и жесткости крепления коксонаправляющей за раму печи.

Прочность и долговечность кладки агрегатов существенно повышается за счет новых материалов, технологии ремонтов, конструктивных решений и сокращения числа материальных швов. Крупноблочные коксовые батареи из огнеупорного бетона, способ их сушки и разогрева и технология ремонта дают возможность достичь этой цели. Повышение ресурса и улучшение ремонтпригодности достигается применением съемных термостойких блоков и их защитой от разрушения, а также компенсацией термических трещин.

На рисунках 1-5 схематично представлены принципиальные схемы технических решений коксовых агрегатов и машин, обеспечивающих улучшение показателей надежности и экологичности коксового производства и позволяющих повысить его эффективность.

Поступила в редакцию 13.05.04

УДК 614.8

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧНОСТИ УСТАНОВОК ДЛЯ ТЕРМОЛИЗНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ РЕКУПЕРАЦИИ ОТХОДОВ

И.В. Кутняшенко, А.А.Топоров
Донецкий национальный технический университет

Проведен анализ проектно-конструкторских решений установок для термолизно-энергетической рекуперации отходов с позиции обеспечения их надежности и экологичности.

Современные мегаполисы – это сложные урбо-индустриальные системы, где сконцентрировано большое количество населения, промышленных предприятий, транспортные системы, энергетические коммуникации и т.п. В таких системах биосфера, как среда обитания человека, в значительной мере вытеснена техносферой. Мегаполисы являются как производителем, так и потребителем материальных благ, что неизбежно приводит к образованию большого количества промышленных и бытовых отходов. Территории вокруг мегаполисов также подвергаются постоянной техногенной нагрузке, и происходит непрерывный процесс вытеснения биосферы техносферой.

Особую проблему представляют твердые углеродистые (органические) отходы, не только из-за их больших объемов, но и из-за токсичности. В мегаполисах такие отходы зачастую накапливаются и хранятся десятилетия, создавая при этом потенциальную экологическую опасность. В Донецком регионе существует более тысячи свалок, большинство из которых являются несанкционированными и не выдерживают никаких санитарных норм.

Таким образом, проблема обращения с отходами является одной из главных составляющих обеспечения техногенной безопасности мегаполисов.

Анализ научно-технической информации показывает, что известные в мире технологии переработки твердых углеродистых отходов непригодны для Украины по причинам экономического, экологического и социального характера.

Многие применяющиеся на западе технологии термической переработки твердых отходов, например мусоросжигание, из-за возможных аварийных выбросов, образования супертоксиантов типа диоксинов, синтезом других опасных веществ на промежуточных стадиях переработки представляют собой потенциально опасные процессы. По уровню потенциальной техногенной опасности и степени вредности они могут превосходить ситуацию, когда отсутствует вообще какая либо

переработка отходов. Для мегаполисов тяжесть последствий неправильной переработки отходов возрастает также в связи с концентрацией населения.

Поэтому, при разработке эффективных техники и технологий переработке отходов особенно важно проводить системный анализ технологических процессов утилизации отходов еще на стадии технического задания и подвергать тщательной экспертизе проектные решения по их реализации.

На кафедре МАХП ДонНТУ разработаны технические и технологические основы процесса термолизно-энергетической рекуперации отходов (ТЭРО) путем нагрева разных по происхождению смесей промбытотходов в герметичных термолизных печах. Процесс обеспечивает переработку отходов с получением газообразной фазы – летучих химических продуктов для дальнейшей переработки и твердого углеродного топлива для сжигания в топках котлоагрегатов с получением электроэнергии и использованием зольных остатков сжигания в качестве компонентов строительных материалов.

Процесс ТЭРО состоит из следующих стадий:

1. Прием и подготовка разных сырьевых компонентов - отходов;
2. Компаундование смесей промбытотходов;
3. Бароформинг компаунд-смесей;
4. Термолиз подготовленного сырья с получением твердого остатка и летучих продуктов;
5. Рекуперацию продуктов термолиза: - сжигание твердого остатка в котлоагрегатах с получением энергии и сырья для производства стройматериалов; - химическая переработка летучих продуктов термолиза с получением жидких высокомолекулярных веществ и топливного газа.

Основным агрегатом для реализации процесса является термолизный энергоблок, который объединяет в единой конструкции несколько термолизных печей с топкой и паровой энергоустановкой. Принципиальные технические решения были рассмотрены ранее [1,2]

Эффективность термолизного энергоблока обусловлена использованием наклонной термолизной печи как основной конструкции, где происходит технологический процесс слоевого термолиза. Бесспорными преимуществами этой конструкции, прежде всего, является экологичность, которая обеспечивается за счет широких возможностей управления режимом, использования проверенных в промышленности технических решений и опыта при эксплуатации коксовых печей.

В процессе разработки проведен сопоставительный анализ принципиальных технологических и проектно-конструкторских решений, заложенных в основу создания крупномасштабного промышленного комплекса, осуществляющего переработку твердых углеродистых

промбытотходов методом ТЭРО с известными западными технологиями утилизации и сжигания и сжигания.

Принципиальные преимущества технологических процессов, использованных в методе ТЭРО заключаются в следующем:

- комплексный характер переработки позволяет утилизировать практически все бытовые и промышленные отходы;
- сжигается не разнородная и низкокалорийная масса сырых отходов, а термически подготовленное, “облагороженное” твердое термолитное топливо (ТТТ), содержащее преимущественно углерод и золу;
- улавливание, конденсация и химическая переработки выделяющихся летучих веществ осуществляется в замкнутом цикле с максимальным использованием и обезвреживанием химических жидких и газообразных продуктов;
- получение топливного газа из летучих продуктов термолитза обеспечивает энергией процесс и существенно снижает техногенные опасности связанные с транспортированием и накоплением теплоносителя;
- управляемость и гибкость процесса достигается за счет возможности использования нескольких управляющих факторов: температурного режима термолитза, давления предварительного уплотнения сырья, цикличности загрузки, скорости продвижения ТУО в агрегатах и др.

Главное достоинство метода ТЭРО заключается в обеспечении экологичности и надежности процесса утилизации отходов при сравнительно небольших капитальных и эксплуатационных затратах за счет следующих особенностей:

- полное разделение теплоносителя и перерабатываемого сырья, что предотвращает попадание продуктов термолитза в дымовые газы;
- локализация зон загрузки и выгрузки предотвращает попадание летучих продуктов в атмосферу при подаче сырья и отводе твердого остатка термолитза;
- герметичность агрегата на протяжении всего периода нормальной эксплуатации
- улавливание и подача на химическую переработку летучие продукты, выделяющиеся на разных стадиях термической переработки;
- отсутствие громоздких и сложных обслуживающих машин повышает надежность работы всего комплекса оборудования;
- конструкции и принцип действия устройств и оборудования промышленных установок во много основаны на проверенных в

коксохимическом производстве эффективных технических решениях.

В итоге можно сделать вывод, что комплексная переработка отходов методом ТЭРО является не только наиболее экологически безопасной технологией из всех известных, но и экономически выгодной. Затраты на освоение этой технологии значительно меньше, чем затраты на поддержание экологической безопасности мегаполисов другими известными средствами и способами.

Очевидно, что промышленное внедрение предлагаемой технологии сопряжено с решением научных, технических и организационных задач, связанных с обеспечением техногенной безопасности принципиально новых технических объектов.

В этой связи целесообразно создание координационного и научного центра по экспертизе новых разработок с участием специалистов предприятий, вузов и научных организаций, для рассмотрения всего комплекса работ по экологической проблеме.

Поступила в редакцию 13.05.04

ОСВОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМОЛИЗНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НА КОКСОХИМИЧЕСКИХ ЗАВОДАХ – КЛЮЧ К РЕШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ТВЕРДЫХ УГЛЕРОДИСТЫХ ПРОМБЫТОТХОДОВ В УКРАИНЕ

А.С. Парфенюк, А. А.Топоров, О.В. Босенко
Донецкий национальный технический университет

Рассмотрена возможность эффективного решения проблемы твердых углеродистых промбытотходов в Украине.

В мире ежегодно накапливаются десятки миллиардов тонн разнообразных по составу твердых промышленных и бытовых отходов, которые оказывают губительное влияние на природную среду и человека, и являются главным фактором экологического кризиса. Поэтому эффективное и скорейшее решение проблемы твердых отходов является одной из наиболее актуальных задач, стоящих перед человечеством для его выживания. Поиск разных возможностей и путей решения этой проблемы активно ведется во многих развитых странах. Однако ситуация пока продолжает ухудшаться, поскольку вторичной переработке подвергается даже в передовых в этом плане государствах не более половины промышленных и трети генерируемых бытовых отходов.

В Украине ситуация, связанная с переработкой промбытотходов, значительно хуже среднемирового уровня и использование мирового опыта для решения здесь представляется уместным.

При рассмотрении западных технологий термической переработки отходов нами установлено следующее:

- даже крупные предприятия по переработке отходов имеют недостаточную производительность, несопоставимую с нарастанием объемов промбытотходов в Украине, и тем более с уже накопленными их залежами и малопригодны для сложившейся у нас сырьевой базы;

- стоимость таких предприятий составляет десятки млн. у.е. и неизбежны большие инвестиции для закупки оборудования, которое на Украине не производится;

- в случае применения распространенных в Европе мусоросжигательных заводов будет иметь место огромное количество токсичных парогазовых выбросов и, следовательно, необходимы мощные и сложные системы очистки, применение которых потребует почти половины общих затрат на сооружение предприятия;

- большинство перерабатывающих предприятий сами представляют повышенную опасность для природы и людей, особенно при возможных нарушениях технологического режима и при авариях;

- неизбежно возникает необходимость в подготовке квалифицированного персонала для эксплуатации и обслуживания новой перерабатывающей импортной техники, что потребует времени и финансовых затрат;

- многие западные отходоперерабатывающие технологии предусматривают значительное дополнительное потребление энергии, от внезаводских источников, специальные добавки к перерабатываемой массе и прочие энергетические и материальные затраты, делающие технологии малоэффективными и даже убыточными;

- большинство западных технологий не позволяет учесть и эффективно использовать инфраструктуру, сложившуюся в регионах Украины;

- при необходимости внесения каких-либо корректив в технологии, аппаратное оформление процесса или при проведении ремонтов оборудования неизбежно привлечение иностранных специалистов, что также потребует значительных финансовых затрат.

На основании изложенного следует, что в условиях Украины западные технологии термической переработки отходов не позволяют быстро, а главное, эффективно решить столь сложную и запущенную у нас проблему и необходимо самостоятельно разрабатывать альтернативные и максимально эффективные технологии переработки отходов для наших условий.

Таким решением проблемы для Украины является метод термолизно-энергетической рекуперации отходов (ТЭРО), основным агрегатом для осуществления которого предполагается применить наклонные термолизные печи (НТП) [1].

Основные технологические стадии метода ТЭРО представлены на принципиальной схеме (см.рис.):

1. Классификация исходного сырья, извлечение крупных твердых включений, черных и цветных металлов, стекла и керамики, и при необходимости части полимеров и других компонентов, имеющих коммерческую ценность, а также подготовка компонентов путем дробления, накопления и усреднения.

2. Компаундирование отходов, которое осуществляется путем избирательного измельчения некоторых компонентов, дозирования, составление композиций и смешение различных по составу ТБО и

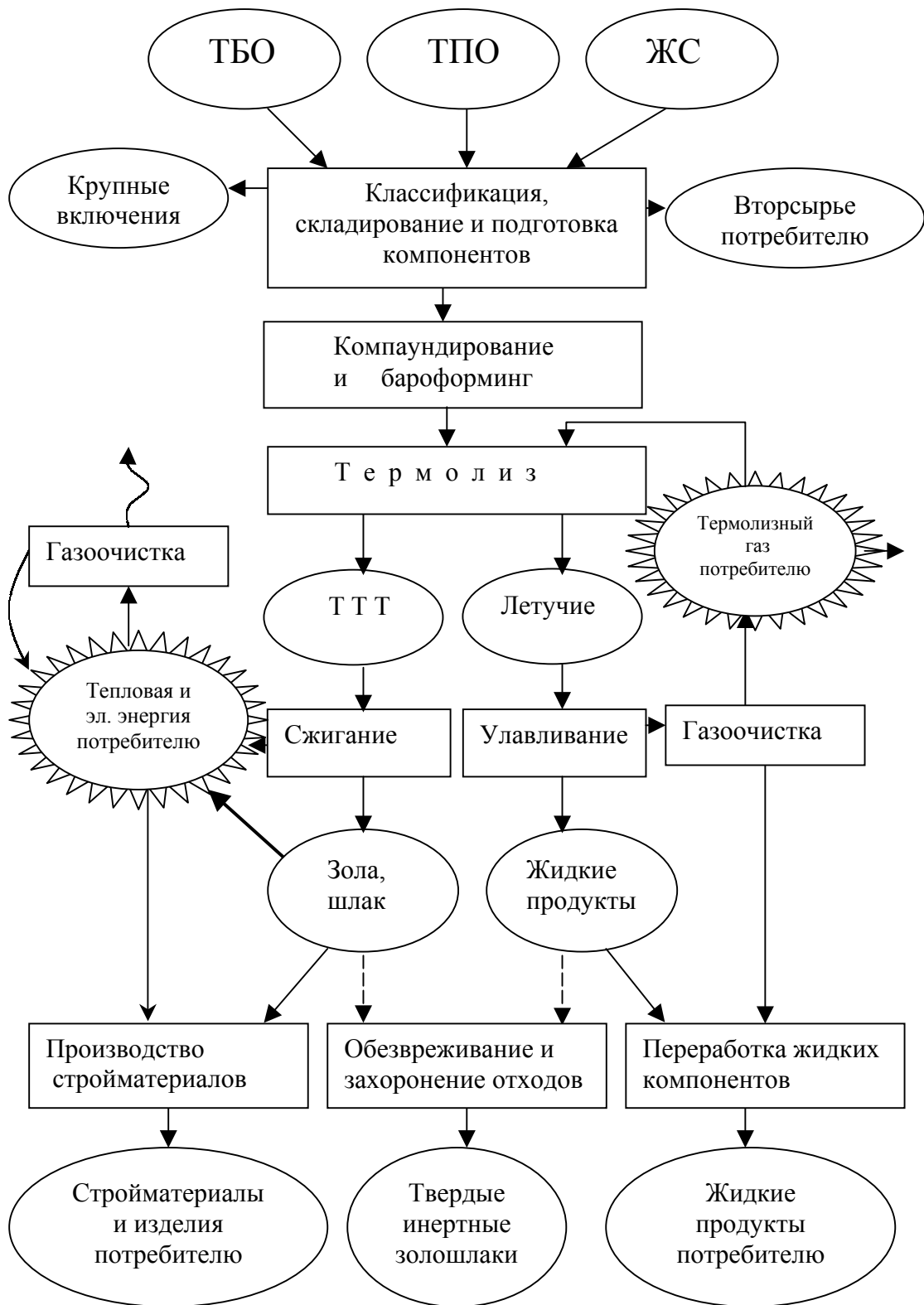


Рисунок. Принципиальная схема метода ТЭРО

ТБО- твердые бытовые отходы; ТПО-твердые промышленные отходы; ЖС- жидкие смеси; ТТТ- твердое термолизное топливо.

ТПО с добавлением жидких смесей и прочих добавок для получения заданных свойств сырьевой массы – компаунд-смесей с требуемыми свойствами.

3. Бароформинг компаунд-смесей путем их обработки внешним давлением в несколько стадий при необходимости с нагревом до 120⁰С для получения необходимой плотности, прочности, пластичности и крупности сырьевых брикетов, гранул или блоков перед транспортировкой и загрузкой в НТП.

4. Загрузка подготовленной компаунд-смеси в агрегаты, ее прессование в крупные блоки и продвижение в обогреваемую часть НТП.

5. Термолиз компаунд-смеси НТП при температурах 750-1000⁰С с получением твердого термолизного топлива (ТТТ) и летучих продуктов. Дальнейшая переработка протекает в двух направлениях материалопотоков: летучих продуктов и твердого топлива.

6. Конденсация, улавливание и дальнейшая химическая переработка летучих продуктов ведется традиционными для коксохимии методами с получением горючего термолизного газа и жидких химических продуктов (в основном жидких углеводородов).

7. ТТТ подвергается сжиганию в топках кипящего слоя с последующей утилизацией тепла дымовых газов в котлах-утилизаторах и получением электроэнергии на паротурбинных установках.

8. Использование золошлаковой массы после сжигания ТТТ осуществляется при производстве дорожно-строительных материалов и изделий.

Метод ТЭРО имеет ряд достоинств в сравнении с другими технологиями[2]:

-глубокой переработке при наиболее рациональной технологии подвергаются смеси твердых углеродистых промбытотходов с широким диапазоном исходных характеристик и получением полезной химической продукции: топливного газа, твердого топлива, энергии и стройматериалов, чем обеспечивается экономическая эффективность процесса.

-гибкое варьирование параметров переработки в зависимости от исходных свойств сырья и требований к целевым продуктам осуществляется за счет использования нескольких управляющих факторов: степени уплотнения сырья, режимов прессования и загрузки, теплового режима термолиза, стадий компаундирования и бароформинга;

- процесс термолиза осуществляется в батареях или блоках, состоящих из нескольких термолизных печей. Такая компоновка позволяет использовать многие проверенные в коксохимии технические решения, что на 30-40% снижает капитальные затраты и повышает термический КПД перерабатывающих агрегатов;

- технология минимизирует газопылевые выбросы в атмосферу и уменьшает их токсичность в сравнении со всеми известными технологиями. Отвод, улавливание и переработка летучих продуктов термоллиза осуществляются по закрытой схеме, аналогичной схеме для традиционного химического крыла коксохимических заводов.

- все оборудование предприятий для метода ТЭРО может быть изготовлено на Украине;

- наконец, самое главное заключается в том, что даже частичное использование мощностей существующей коксохимической отрасли, а именно инфраструктуры коксохимических заводов, которых в регионе более десяти, кадрового потенциала и многих агрегатов и машин традиционного коксового производства с учетом их модернизации позволяет обеспечить необходимые объемы переработки индустриальным высокотехнологичным методом, получить не только экологический, но и экономический и социальный эффект (за счет увеличения занятости населения и привлечения машиностроительных и других предприятий Украины).

Технико-экономические оценки метода ТЭРО и сравнение его с другими известными технологиями, по которым имеются сведения об их технико-экономической эффективности, показали, что данный метод является более выгодным по большинству сопоставимых показателей и обеспечит, в случае его реализации, наибольшую суммарную выгоду в масштабах государства.

Можно заключить, что в сложившейся ситуации в Донбассе с использованием имеющегося промышленного потенциала, прежде всего в коксохимической отрасли, и на основе технологии переработки по методу ТЭРО можно добиться экологически, экономически и социально эффективного комплексного решения проблемы твердых промбытотходов в Украине.

Литература

1. Парфенюк А.С. Крупномасштабная комплексная переработка твердых углеродистых промышленных и бытовых отходов // Кокс и химия. – 2001. - № 5. – С. 41-44.
2. Парфенюк А.С., Антонюк С.И., Топоров А.А. Альтернативное решение проблемы твердых отходов в Украине // Экотехнологии и ресурсосбережения. – 2002. - № 4. – С. 36-41.

Поступила в редакцию 13.05.04

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БУНКЕРОВ ЗАКРЫТОГО УГОЛЬНОГО СКЛАДА КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ДЛЯ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ

А.С.Парфенюк, Е.Д.Костина, И.А.Любинецкая, В.И.Костин
Донецкий национальный технический университет

Рассмотрены вопросы модернизации угольных складов с учетом возможности их использования в технологиях переработки углеродистых промбытотходов.

Возможно ли использование закрытых угольных складов коксохимического завода под твердые отходы? Отрицательный ответ кажется очевидным. Однако рассмотрим этот вопрос подробнее.

Традиционно значительную часть твердых отходов складировуют на полигонах, несанкционированных свалках, в шламонакопителях и т.п., что приводит к загрязнению воздуха, почвы, поверхностных и подземных вод. Кроме того, наиболее распространенный способ обращения с твердыми бытовыми отходами в Украине – их складирование на полигонах и мусорных свалках – связан с постоянной необходимостью отведения новых земель под растущие площади полигонов.

Разрабатываемый на кафедре МАХП ДонНТУ метод крупномасштабной термолизно-энергетической рекуперации твердых углеродистых отходов промышленного и бытового происхождения (метод «ТЭРО») предусматривает предварительную подготовку смеси отходов путем измельчения, дозирования, смешивания составных частей и их уплотнения.

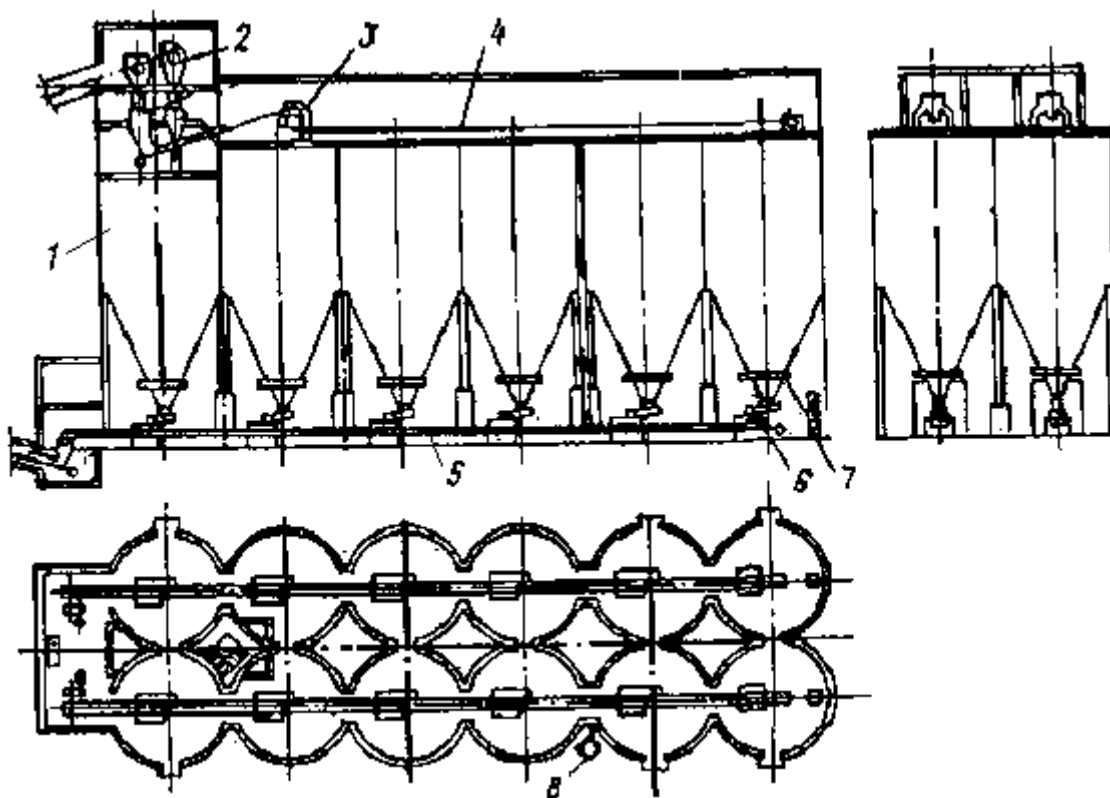
Для твердых отходов характерны непостоянные связность, адгезионные свойства, углы естественного откоса и обрушения, морфологический и фракционный состав, влажность, объемная плотность и др. Эффективность процесса переработки существенно зависит от стабильности этих свойств, поэтому важной стадией данного метода является подготовка смеси отходов. Эта стадия проводится, чтобы получить смеси отходов с заданными и стабильными физико-механическими и технологическими свойствами.

Технологическую линию углеподготовительного цеха коксохимического завода и оборудование закрытого склада для хранения угля можно частично использовать для осуществления данного этапа метода «ТЭРО».

Однако очевидно, что бункера закрытых угольных складов могут быть использованы только после реконструкции, которая должна

учитывать специфику свойств отходов и нестабильность их физико-механических характеристик. Отходы должны пройти предварительную обработку, удаление крупных включений, металла, керамики, стекла и т.д., дробление до крупности не более 30-50 мм.

Традиционно оборудование закрытого склада включает железобетонные бункера, над которыми установлен распределительный ленточный конвейер, снабженный передвижной разгрузочной тележкой. В каждой группе бункеров хранят различный материал (шлам, бытовые отходы и др.). Из бункеров материалы выгружаются самотеком через выпускные отверстия на дозаторы и далее поступают на сборные конвейеры. При этом происходит точное дозирование каждого компонента и слоевое смешивание на конвейере, что позволяет получить смеси заданного состава для дальнейшей переработки.



1 – бункер, 2, 4 – конвейеры; 3 – разгрузочная тележка; 5 – сборный конвейер; 6 – дозатор; 7 – устройство для пневмообрушения; 8 – ресивер сжатого воздуха

Рисунок – Закрытый склад дисперсных углеродистых материалов

Преимущества использования под отходы закрытых складов коксохимических заводов: компактность, механизация перегрузочных операций, уменьшение контакта отходов с атмосферой, исключение воздействия на них атмосферных осадков, ограничение срока пребывания отходов в бункере, возможность совмещения склада и дозирочного

отделения и, главное, при этом не требуются большие капитальные затраты на их сооружение.

К недостаткам следует отнести их ограниченную емкость, возможность зависания, сводообразования и нарушение стабильности выгрузки материала самотеком из бункеров, более жесткие нормы контроля состояния материала и конструкций, опасность коррозии. Возможные причины зависания – наличие неровности внутренней поверхности бункеров и воронок, низкие температуры для материала повышенной влажности, значительное уплотнение материала при падении его во время загрузки бункеров, адгезионные свойства и нестабильность других физико-механических характеристик. Для решения этих вопросов следует предусмотреть ряд мер. Одной из них является пневматическое сводообрушение в бункерах, основанное на использовании энергии сжатого воздуха, подаваемого из сопел. Под воздействием воздушной ударной волны обрушается зависший на стенке материал или разрушается свод, образовавшийся над выпускным отверстием бункера. Поскольку при хранении возможно слеживание материала в бункере под действием давления вышележащих слоев груза при продолжительном его хранении и происходит спрессовывание сыпучей массы в конгломераты с образованием устойчивых внутренних слоев, то склонные к слеживанию материалы следует хранить в бункерах непродолжительное время.

При реконструкции существующих закрытых складов необходимо учитывать опасность выделения газов в скоплениях промбытотходов, и, следовательно, предусмотреть систему отвода и обезвреживания газов из верхней части бункера, доступ к очистке, ряд дополнительных устройств в нижней конусной части бункеров, отвод жидкости из нижней части бункеров (дренаж), необходимые датчики контроля состояния рабочих масс и газового пространства в бункерах.

В результате использования существующих закрытых складов в качестве накопителей промбытотходов при сочетании с функциями дозирования компонентов смесей перед термообработкой будут сэкономлены значительные средства и обеспечена более высокая степень экологической безопасности, чем при традиционном хранении и накоплении отходов.

Поступила в редакцию 13.05.04

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ

В.Г.Матвиенко,С.П.Веретельник
Донецкий национальный технический университет,
В.Г.Азаров
ОАО «Брикет»,г.Донецк

Рассмотрены вопросы экологической безопасности в брикетном производстве. Предложены новые связующие и конструкции для обеспечения повышения надежности брикетировочной техники.

Одним из направлений повышения эффективности и экологичности использования различных дисперсных отходов, пылевидного сырья и топлива является брикетирование этих материалов с различными связующими.

Ранее ДонНТУ совместно с другими НИИ и промышленными предприятиями были проведены исследования, направленные на определение физико-механических и технологических свойств брикетных масс с различными связующими, обоснование конструктивных и технологических параметров оборудования, прежде всего брикетных прессов[1-3] и предложены новые технические решения, обеспечивающие снижение энергозатрат, надежность и управляемость процесса[4-5]..

Однако вопросы экологичности технологии брикетирования и связующих материалов на том этапе несколько выпадали из поля зрения исследователей, что можно объяснить подходом прежних лет.

В течение многих десятилетий угольные и коксовые брикеты получали со связующим на основе продуктов переработки смолы и нефти - каменноугольного пека и нефтяного битума. Использование последних во многих случаях нецелесообразно, поскольку эти продукты достаточно дефицитны и дороги, расход связующих высок, свойства брикетов не вполне удовлетворяют многим требованиям производства, а сжигание брикетов является экологически небезопасным. Так, например, с 1976 года в Германии брикеты с каменноугольным пеком запрещено применять для бытовых целей без предварительной термopодготовки. Если учесть также, что пек и битум получают из невозполнимого сырья, становится ясной актуальность поиска новых связующих для получения угольных и коксовых брикетов.

Большое практическое значение имеет также окускование топливной крошки - штыба, коксовой мелочи, угольного концентрата, шлама и т.д., которые получается в различных технологических процессах. Чаще всего

эта проблема решается путем брикетирования с использованием различных связующих.

Поэтому в последние годы предприняты попытки использовать совершенно нетрадиционные углеродосодержащие материалы в качестве связующих.

В связи с этим перспективным является использование в качестве связующих высокомолекулярных веществ синтетического и природного происхождения, в частности крахмала [6-9]. Его связующие свойства основаны на том, что в присутствии влаги при повышенных температурах он клейстеризуется, образуя вязкие дисперсии (гели), которые при наложении давления и связывают угольные частицы в брикет. При этом клейстеризация может осуществляться после смешения сухого крахмала с угольной мелочью и водой с последующим нагреванием («заварка в шихте», с помощью водяного пара), или путем предварительного нагревания крахмала с водой и внесением полученного геля в шихту с последующим перемешиванием. После формования брикетов на прессе проводится сушка при обычной или повышенной температуре (до 200 - 300 °С).

Брикеты на крахмалосодержащем связующем, имеют плотность 1200 – 1280 кг/м³, высокую стойкость к истиранию. Плотность брикетов на основе антрацита достигает 1450 кг/м³. Невысокая водостойкость брикетов устраняется добавлением в шихту около 0,5 - 1,0 % парафина.

Положительными сторонами технологии брикетирования с применением крахмального связующего являются экологическая чистота процесса производства брикетов и их сжигания, устранение в ряде случаев сушки шихты перед внесением связующего, хорошая прочность брикетов в непрогретом («зеленая прочность») и сухом состоянии. Однако использование чистых крахмалов различного происхождения (картофельного, кукурузного, пшеничного и др.) в качестве связующего ограничивается сравнительно высокой стоимостью, поскольку расход крахмала достигает 5 - 10 % от массы брикетируемой крошки.

Связующие свойства крахмального геля существенно улучшаются и его расход может быть снижен, если в процессе клейстеризации происходит сшивание - образование поперечных связей между макромолекулами крахмала [6]. Веществами, добавка которых приводят к таким процессам являются бура, формальдегид, соли хромовых кислот и др. Другой возможный путь уменьшения стоимости крахмального связующего - применение продуктов и отходов переработки зерна: муки и отрубей, поскольку они содержат значительное количество крахмала, но более дешевы, чем чистый крахмал. Оптимальное решение состоит в одновременном использовании в качестве связующего муки или отрубей со сшивающими агентами.

Сравнение различных крахмалсодержащих продуктов в качестве связующих для изготовления топливных брикетов показывает, что вяжущие свойства снижаются в ряду картофельный крахмал, кукурузный крахмал, мука, отруби. Однако цена картофельного крахмала вдвое выше, чем кукурузного. Стоимость же низкосортной муки (обдирная, ржаная, мука 2-го сорта) почти вдвое ниже, чем кукурузного крахмала. Самым дешевым крахмалсодержащим связующим являются отруби. Исследования возможности использования муки и отрубей в качестве связующего для получения угольных и коксовых брикетов показали, что для получения брикетов, обладающих высокой «зеленой» прочностью необходим высокий расход сухих связующих (без сшивающих агентов), который превышает 10 % от массы брикетируемой мелочи, что неприемлемо с экономической точки зрения.

Эффективными сшивающими агентами, которые можно было бы применить при изготовлении связующих с целью снижения расхода крахмалсодержащих продуктов оказались соли некоторых металлов. Целесообразность применения тех или иных сшивок зависит от их стоимости и расхода на единицу массы брикетов. Найдены дешевые, производящиеся в больших объемах сшивки, которые позволяют в 1,5 - 2,0 раза снизить расход крахмалсодержащих продуктов при производстве топливных брикетов. Получены патенты на способы получения экологически чистых топливных брикетов с крахмалсодержащим связующим[7-9].

На основании проведенных исследований на ООО «Брикет» было налажено производство угольных и коксовых брикетов на основе крахмалсодержащих продуктов. Получены сотни тонн угольных и коксовых брикетов, которые были использованы в технологических процессах и как бытовое топливо.

Преимущества данного связующего по сравнению с традиционным.

1. Экологичность брикетов в процессе производства и при использовании.

2. Высокая прочность сырых и готовых брикетов, стойкость к истиранию.

3. Простота технологического процесса получения брикетов.

4. Недефицитность компонентов связующего.

5. Невысокая стоимость связующего.

6. Устраняется необходимость предварительной сушки углеродистой мелочи.

Качество производимых брикетов и экономические показатели их производства можно существенно улучшить, если для их получения использовать специально разработанное и изготовленное оборудование, а не приспособлять старое, предназначенное для работы на углеводородных связующих.

Предлагаемое связующее может быть использовано также для брикетирования руд, отходов деревообрабатывающей промышленности и сельского хозяйства, для получения тепло- и звукоизоляционных материалов и т.д.

Библиографические ссылки:

1. *Парфенюк А.С., Веретельник С.П. и др.* Сдвиговые и компрессионные испытания угольной шихты со связующими для частичного брикетирования. // Кокс и химия. 1986. №7. С.18-22

2. *Парфенюк А.С., Веретельник С.П. и др.* Исследование физико-механических характеристик углешихтовых смесей с лигносульфонатом. // Кокс и химия. 1989, №8. С.8-10.

3. *Веретельник С.П., Парфенюк А.С. и др.* Энергоемкость процесса брикетирования. // Кокс и химия. 1989, №9. С.8-9.

4. *Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Литвин Е.М. и др.* Способ регулирования процесса брикетирования в многоручьевом вальцевом прессе. // АС СССР N 144466, Бюл. N46.

5. *Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Литвин Е.М. и др.* Пресс для брикетирования сыпучих материалов. АС СССР N 1738681, Бюл. № №21.

6. *Гулюк Н.Г. и др.* Крахмал и крахмалопродукты. М.; Агропромиздат, 1985 г. - 238 с.

7. *Азаров В.Г., Матвиенко и др.* Патент Украины № 34692 «Способ одержання паливних брикетів», Бюл. № 2, 2001 г.

8. *Азаров В.Г., Зуев О.В., Матвиенко В.Г. и др.* Патент Украины № 47573 «Способ одержання паливних брикетів», Бюл. № 7, 2002 г.

9. *Азаров В.Г., Матвиенко В.Г. и др.* Патент Украины № 52662 «Способ одержання паливних брикетів», Бюл. № 1, 2003 г..

Поступила в редакцию 13.05.04

ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

А.В.Чубенко, А.А.Топоров,
Донецкий национальный технический университет

Проведен анализ методов оценки техногенной безопасности урбанизированных территорий, предложена новая математическая модель на основе вероятностного подхода, которая может быть использована при оценке безопасности территорий промышленных мегаполисов.

Основные техногенные аспекты Донецкого региона включают: появление принципиально новых технологий; концентрацию энергоносителей и сложность технологических процессов на объектах техносферы; процессы модернизации и возрастания интенсивности использования существующей техники; территориальное и технологическое сближение техносферы и социальной инфраструктуры.

В этих условиях проблемным вопросом является обеспечение техногенной и экологической безопасности техносферы, особенно для крупных технологических комплексов (ТК) и в целом урбанизированных территорий.

Принято, что при оценке и прогнозе кризисных явлений и катастроф в техносфере базовыми являются техногенная и экономическая концепции риска [1,2]. В их основу заложен анализ относительных частот возникновения негативных событий (как способа задания их вероятностей) и возможного социального и материального ущерба при условии реализации техногенных рисков (ТР).

Сегодня за рубежом известно более 150 методов проведения анализа рисков. Среди них наиболее распространены следующие: ПАО (потенциальный анализ опасностей), What if, Checklist, Failure Mode and Effects Analysis, Fault Tree Analysis, метод TNO, метод Dow Chemical, IRRAS, “HAZOR-анализ” и др. [1,2,3]. Вышеуказанные методы не получили должного распространения в отечественной практике, поскольку требуют существенной адаптации и верификации к условиям Украины.

“Методика...” и “Наставление”... [2], введенные в действие с 2000г. в Украине, имеют целью определение рисков и их приемлемых уровней для декларирования безопасности объектов повышенной опасности (ОПО). В них основное внимание сосредоточивается на технологической среде и наличии в ней опасных веществ [2 – С. 149, 151]. Однако, вопросы оценки риска и безопасности для территорий в ней изложены в общем виде. Они

сводятся к установлению количественных параметров территориального риска для людей, проживающих за пределами санитарно-защитной зоны ОПО в регионе. Вместе с тем, уязвимость территории характеризуется не только вероятностью риска для людей, но и другими рисками и связанными с ними ущербами. Такими могут быть ущербы от пожара, от взрыва, от токсических веществ и др. Кроме того, есть проблемы в оценке безопасности территории из-за сложности и неопределённости в воздействии синергетических эффектов. Так, техногенные воздействия ТК могут вызвать синергетические эффекты, проявляющиеся либо в усилении (как правило), либо в ослаблении действия различных факторов или развития техногенных и природных процессов. Когда ОПО на территории больше одного, на практике встают вопросы: Какой из них наиболее опасен? С какого из ОПО начать управление риском, чтобы иметь наиболее безопасное и рациональное построение структуры территории?

Безопасность территории характеризуется, в первую очередь, вероятностью безопасной работы ОПО. Как правило, такими являются ТК (ими будут и полигоны различных отходов, отстойники, накопители и т. п.) с теми техногенными и экологическими рисками, которые характеризуют их функционирование. Потенциально опасными для людей, территории и среды обитания от ОПО являются, в основном, выбросы сильно действующих ядовитых веществ (СДЯВ), взрывы и пожары. Большинство вопросов безопасности и оценки риска технических систем изложены в различных работах, например, [1,3]. Некоторые аспекты оценки ТР ТК рассмотрены в [5].

Перейдём к определению техногено экологической безопасности территории. За основу возьмём метод аналитического прогнозирования. При этом будем исходить из следующих предпосылок: рассматривается сложная стохастическая система, в которой отказы объектов статистически независимы. Для прогнозирования внезапных потенциальных аварий принимаются противоположные события. Для определения вероятностей аварийных отказов при назначении уровня ТР для ТК применим основные методы теории вероятностей [6].

События A (выброс СДЯВ), B (взрыв), C (пожар) есть совместные независимые события. На основании сведений содержащихся в декларации безопасности ОПО и сценария возможной аварии проанализируем основные риски, характерные для ТК. Такими могут быть: вероятность аварии соответственно $R(A)$ - по выбросу сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ), $R(B)$ - по взрыву, $R(C)$ - по пожару. События A и A' , B и B' , C и C' попарно образуют полную группу несовместных событий. Если считать, что безопасность ТК по выбросу СДЯВ - $R(A)$ должна быть равна 0,99, по взрывобезопасности $R(B)$ 0,95 и по пожаробезопасности

$R(C)$ также равна 0,95*, то безопасность, как вероятность безаварийного функционирования ТК в начальный момент времени равна:

$$R(A+B=C) = 1 - [R(A') + R(B') + R(C') - R(A')R(B') - R(B')R(C') - R(A')R(C') + R(A')R(B')R(C')] \quad (1)$$

где $R(A') = 1 - R(A)$, $R(B') = 1 - R(B)$, $R(C') = 1 - R(C)$, а $R(A), R(B), R(C)$ - соответственно вероятности удовлетворения требованиям по выбросу СДЯВ, по взрывобезопасности и по пожаробезопасности.

Экономический показатель безопасности ТК представляется как минимум математического ожидания затрат (Z), связанных с возведением сооружений ТК и возможными их повреждениями в течение заданного срока службы. Он находится как минимум функции:

$$Z = C + VxY, \quad (2)$$

где C – первоначальная стоимость возведённых сооружений; Y – ущерб, вызываемый повреждением и включающий стоимость восстановления и убыток, нанесённый в результате нарушения процесса эксплуатации ТК. Другим компонентом в рассматриваемом вопросе является безопасность территории.

Под безопасностью территории понимают такое её состояние, при котором с определённой вероятностью исключается реализация хотя бы одного из возможных вариантов (сценариев) появления ЧС и образование совокупного ущерба от деятельности ТК. Появление и объём ущерба зависят от степени и характера устойчивости территории к риску, а также вида и характера техногенной опасности.

подчёркнём, что безопасность урбанизированной территории характеризуется безаварийной работой ТК $R(F_0)$. Условием безопасности будет:

$$R(F_0) = R(P > F) \geq R_T, \quad (3)$$

где P, F_0 - соответственно величина действительного и расчётного значения параметра ТК; R_T - требуемый уровень безопасности для территории.

В соответствии с [2,4] требуемый уровень безопасности устанавливается местными органами исполнительной власти по значению верхнего и нижнего уровня риска. Так, территориальный риск аварий на ОПО для населения рекомендуется считать абсолютно приемлемым при уровне $R \leq 10^{-7}$; при $R > 10^{-5}$ - неприемлемым для риска за пределами санитарно – защитной зоны предприятия, имеющего хотя бы один ОПО[4].

Расчитаем ТР для территории, где $x_i (i=1,2,3)$ возможные сценарии развития ущерба (U_c) от находящихся на ней ОПО. Он определится по вероятности аварий на объектах P_1, P_2, P_3 [7]:

$$U_c = 1 - (P_1P_2 + P_1U_2P_3 - U_1P_2P_3) = U_1U_2 + U_1P_2U_3 + P_1U_2U_3.$$

В случаях, когда ТК с ОПО на анализируемой территории больше одного применим специальные количественные показатели [7]: “весомость”, “значимость” и “вклад”. Они обеспечат выявление “слабых” мест в территории и в последующем покажут пути для оптимального резервирования и рационального управления её безопасностью.

“Весомость” ТК (g_{xi}) в системе из n элементов определяется как [3,7]:

$$g_{xi} = \frac{G \Delta x_i y \{ (x_1, \dots, x_n) \}}{2^n} = \sum_{j=1}^l 2^{-(r_j-1)} - \sum_{f=1}^k 2^{-(r_f-1)}. \quad (4)$$

“Значимостью” оценивается влияние объектов на безопасность территории при наличии информации о безопасности ОПО для данной территории. “Значимость” (ζ_{x_i}) объекта x_i в системе $f(x_1, \dots, x_n)$ есть частная производная от вероятности безаварийной работы системы R_c по вероятности безаварийной работы объекта R_i , т. е.:

$$\zeta_{x_i} = \frac{dP\{Y(x_1, \dots, x_n) = 1\}}{dP\{x_i = 1\}} = \frac{dR_c}{dR_i} \quad (5)$$

Если на территории функционируют однотипные ТК, то рассчитывается частный случай для одного такого объекта при одинаковой безопасности всех ОПО. Эта вероятность работы, обычно, принимается равной 0,5 [6, 7].

$$\zeta_{x_i} = \frac{dR_c}{dR_i} = R_{C_1}^{(i)} - R_{C_o}^{(i)}, \quad (6)$$

$$R_{C_1}^{(i)} = P\{Y_1^{(i)}(x_1, \dots, x_n) = 1\}, \quad (7)$$

$$R_{C_o}^{(i)} = P\{Y_o^{(i)}(x_1, \dots, x_n) = 1\}. \quad (8)$$

Положим, что члены $R_{C_1}^{(i)}$ и $R_{C_o}^{(i)}$ в выражениях (6), (7), (8) – соответственно вероятности “безаварийности” для территории при “абсолютной” надёжности и “абсолютном” отказе объекта x_i .

Для рассматриваемой территории “значимость” объектов x_i , $i = 1, 2, 3$ будет:

$$R_c = 1 - (P_1 P_2 + P_1 R_2 P_3 + R_1 P_2 P_3) \quad (9)$$

Видно, что характеристика “значимость” показывает: во - первых, зависимость от вероятностей безаварийной работы всех других объектов территории кроме самого i -го объекта; во- вторых, характеризует скорость изменения безопасности территории. Наконец, в - третьих, позволяет определять объекты, обеспечивающие максимальное приращение безопасности для всей территории.

“Вклад” (B) объекта x_i в систему $f(x_1, \dots, x_n)$ есть произведение вероятности безаварийной работы объекта R_i на его “значимость” [6,7,8], то есть:

$$B_{x_i} = R \frac{dR_c}{dR_i} = R \frac{R_c - R_{C_o}^{(i)}}{R_i} = R_c - R_{C_o}^{(i)}. \quad (10)$$

Он характеризует “приращение” безопасности ($R_{C,q}$) территории после восстановления объекта x_i из нерабочего состояния в рабочее. При этом, фактическая вероятность его безаварийной работы равна R_i . Вычисляется как [7]:

$$\Delta R_{C,q} = \sum_{i=1}^n C_n^j \frac{d^j R_C}{dR_j} (\Delta R_j)^j, \quad (11)$$

где n – количество объектов на данной территории.

“Нормированный” или удельный (ϵ_{x_i}) вклад объекта x_i в территории $f(x_1, \dots, x_n)$:

$$\epsilon_{x_i} = \frac{B_{x_i}}{\sum_{i=1}^n B_{x_i}} \quad (12)$$

Начальную безопасность территории ($R_{C,нач.}$) определим в виде вероятностной функции:

$$R_{C,нач} = R_C = 1 - (P_1 P_2 + P_1 R_2 P_3 + R_1 P_2 P_3) = R_1 R_2 + R_1 P_2 R_3 + P_1 R_2 R_3 \quad (13)$$

Таким образом, безопасность территорий можно представить в виде суммы начальной безопасности и её приращения. Анализ по приведенной выше методике показывает, что при рациональном выборе мер защиты можно добиться заданной безопасности на территории. Это приведёт к экономии материальных ресурсов, минимизирует соответствующие риски. Отметим, что безопасность территории увеличивается не пропорционально увеличению безопасности объектов. Кроме того, начальный уровень безопасности определяется внутренними параметрами ОПО. Среди таких будут осуществление плано-предупредительных мер по уменьшению риска. Важной будет эффективная система контроля параметров технологических процессов и др. Изменения безопасности территории можно добиться, например, качеством проектирования, уровнем технологии, созданием необходимых резервов, материальных и финансовых ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций и т.п.

Существующие на данном этапе трудности в оценке уязвимости территорий проблематичны, как было отмечено, из-за синергетического воздействия в сложных системах. Но ясно, что учёт взаимоусиления негативных факторов важен при оценке безопасности и управлении ТР, а также и при определении степени безопасности и комфортности проживания населения на данной урбанизированной территории.

В целом, предложенная методология на основе аналитического прогнозирования, понятийный аппарат, возможности предоставления результатов оценки в сопоставимых величинах, позволяют комплексно оценивать общий уровень техногенной и экологической безопасности, формируя систему не только отраслевой, но и региональной безопасности.

Кроме того, обеспечивается возможность для отыскания скрытых резервов по материал- и энергоёмкости, как при проектировании, так и

непосредственно при строительстве и эксплуатации урбанизированных территорий и градообразующих комплексов.

Литература

1. Бегун В. В., Горбунов О. В., Каденко І. М. та інші. Імовірнісний аналіз безпеки атомних станцій (ІАБ). – К.: 2000. – 586 с. – Рос. мовою.
2. Методика определения рисков и их приемлемых уровней для декларирования безопасности объектов повышенной опасности // Приказ Министра труда и социальной политики 04. 12. 2002г., № 637. – К.: Основа, 2003. – 192 с..
3. Э. Дж. Хенли, Х. Кумамото Надёжность технических систем и оценка риска: Пер. с англ. В. С. Сыромятникова, Г. С. Деминой. – М.: Машиностроение, 1984. – 528 с., ил.
4. Про об'єкти підвищеної небезпеки. – Закон України // Відомості Верховної Ради (ВВР), 2001, № 15, С. 73
5. Чубенко А. В., Топоров А. А., Алексеева О. А. Оценка техногенного риска технологического комплекса. Машиностроение и техносфера XXI века // Сб, труд. международной научно – технической конференции. – Донецк: ДонНТУ, 2003. – Т.3.- 322 с.
6. ВентцельЕ. С.,Овчаров Л. А. Теория вероятностей и её инженерные приложения. – М.: Наука, 1998.
7. Тамразян А.Г. Анализ и оценка уязвимости объектов урбанизированных территорий от техногенных опасностей. // Сб. материалов Всероссийского совещания завкафедрами вузов по вопросам образования в области безопасности жизнедеятельности. (Часть 1). – М.: МГТУ им. Н. Е. Баумана, 2001. – 152с.
8. Белов П. Г. Теоретические основы системной инженерии безопасности / М.: ГНТП “Безопасность”, МИБ СТС. – 1996. - 424 с.

Поступила в редакцию 13.05.04

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СЕПАРАЦИИ ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

А.А. Кудрявцев

Донецкий Национальный Технический Университет

Проведен анализ экологической ситуации в Донецкой области и на Украине. Показана роль сепарации при переработке твёрдых бытовых отходов. Выявлены некоторые проблемы расчёта аэросепараторов.

Ключевые слова: сепарация бытовых отходов, оборудование, технологическая схема, аэродинамический расчёт.

На Украине ежегодно накапливается около 35 млн.м³ твёрдых бытовых отходов (ТБО), которые складываются на 770 городских свалках. В Донецкой области каждый год образуется около 6 млн.м³ ТБО, а накопленное за все годы количество отходов составляет около 400 млн.м³. Под полигоны отчуждаются пригодные для использования земли. Например, в России ежегодно теряется около 10 тыс. гектар (без учёта несанкционированных свалок). 80% полигонов [1] эксплуатируются без соблюдения норм и представляют угрозу для окружающей среды. На Украине переработку ТБО осуществляют три специализированных завода (в Киеве, Харькове и Днепропетровске), которые обезвреживают менее 10% образующихся отходов.

Основной метод переработки ТБО – термический (каждая тонна отходов отдаёт городу около 1 гигакалории тепловой энергии, что экономит примерно 150 кг топлива). Наиболее распространено непосредственное сжигание мусора, при котором выделяются твёрдые и газообразные отравляющие вещества. Существенно очистить выбросы в атмосферу от многих опасных компонентов позволяет предварительная сортировка мусора, т.к. если исходная смесь ТБО содержит 5 веществ, то при сжигании образуется более 200 соединений. Процент не утилизируемой части бытовых отходов, подлежащей захоронению после сжигания, при использовании предварительной сепарации снижается в 2 раза. Предварительная сепарация улучшает экологические показатели и других методов переработки мусора [2].

Помимо экологического эффекта, сепарация ТБО может быть привлекательна и экономически. Например: 1) сокращение вредных выбросов позволит уменьшить стоимость газоочистных сооружений, составляющую сейчас около 50% капитальных затрат при строительстве мусоросжигательных заводов; 2) прибыль от реализации вторсырья заинтересованным

предприятиям (извлекать алюминий из использованных консервных банок в 10 раз дешевле, чем перерабатывать бокситы) и т.д.

Ухудшение состояния окружающей среды вскоре ужесточит экологические требования к предприятиям по переработке отходов на Украине, что уже отражено в концепции социально-экономического развития Донецкой области.

Большой опыт сепарации (обогащения) накоплен в угле- и рудоперерабатывающей промышленности, откуда заимствованы многие операции разделения ТБО: грохочение, дробление, гравитационное, магнитное, электрическое обогащение и др. Но сепарация бытовых отходов имеет ряд особенностей в сравнении с обогащением руд по следующим причинам: 1) многокомпонентность: пищевые отходы, бумага, дерево, стекло, керамика, пластик, металлы и др.; 2) существенное сезонное изменение состава: летом и осенью увеличивается доля пищевых отходов, зимой – бумаги, пластика и металла [3].

Многообразие и нестабильность свойств ТБО отрицательно сказываются на эффективности и долговечности работы оборудования. Разнородность бытовых отходов связана с низким уровнем культуры раздельного сбора мусора у населения Украины. Процессы обогащения, заимствованные из угле- и рудообогащения, применительно к бытовым отходам характеризуются своими режимами и имеют отличительные особенности. Например, грохочение ТБО существенно усложняется присутствием макулатуры, полимерной плёнки и особенно текстильных компонентов. Существующие спецоборудование и техника не приспособлены для сепарации ТБО со старых свалок, что ограничивает область их применения. Эти технические трудности препятствуют созданию эффективных и универсальных средств обогащения бытовых отходов, выделяя сепарацию ТБО в самостоятельную научную и инженерную проблему.

Эффективность обогащения во многом зависит от набора и очередности выполняемых операций, т.е. от технологической схемы. Существующие технологические схемы можно условно разделить на «мокрые», «сухие» и комбинированные.

В «мокрых» схемах основные технологические операции (дробление и сепарация) производятся в жидкой среде. Если дробление производится «в сухую», а разделение по фракциям – при помощи аэросепараторов, грохотов, магнитных сепараторов или другими методами, но без использования жидкой среды, то данную технологическую схему можно отнести к «сухим». Комбинированные схемы сочетают методы и устройства обеих вышеописанных схем. Каждая схема обладает своими преимуществами и недостатками (см. табл. 1).

Состав ТБО в различных странах принципиально не отличается [3]. Но свойства пищевых отходов, составляющих до 50% ТБО, различны: в Италии это преимущественно кожура фруктов и овощей (волокнистая

структура), у нас – высокое содержание остатков хлебопродуктов и кожуры картофеля. Из-за этого отличия использование итальянской технологии на нашем мусоре приводит к большим потерям пищевых компонентов в процессе очистки.

Таблица 1 – Преимущества и недостатки различных технологических схем обогащения ТБО

		Преимущества	Недостатки
Технологическая схема обогащения ТБО	«мокрая»	Равномерная крупность при дроблении	Необходимость: 1) в источнике воды; 2) в подогреве при низких температурах; 3) в повышенной герметичности; 4) в очистке сточных вод; 5) в обезвоживании и сушке полученных продуктов. 6) Дороговизна и низкая экологическая безопасность
	«сухая»	1) Отсутствие сточных вод; 2) получение плёночной пластмассы; 3) получение бумаги как самостоятельного продукта	1) Переизмельчение хрупких компонентов; 2) Необходимость в очистке использованного воздуха
	комбинированная	Наиболее полное разделение и извлечение компонентов. Сочетает некоторые достоинства «мокрой» и «сухой» схем	Сочетает недостатки «мокрой» и «сухой» схем

Окончательный выбор той или иной схемы определяется способом дальнейшего использования полученных материалов. Учитывая остроту проблемы на Украине, наиболее перспективной представляется технология ТЭРО (термолизно-энергетическая рекуперация отходов), ориентированная на промышленные объёмы производства. Термолиз требует предварительной подготовки сырья, в т.ч. классификации «по крупности с извлечением металлов, стекла и керамики» [1]. Для уменьшения образования диоксинов при дальнейшей термической переработке следует также выделять на этапе сепарации их общего потока бытовых отходов пластмассу и бумагу.

С этим справляется любая технологическая схема обогащения ТБО. Но сравнение технической сложности, экономических затрат и ужесточение экологических требований ко всем промышленным объектам даёт преимущество «сухим» схемам обогащения.

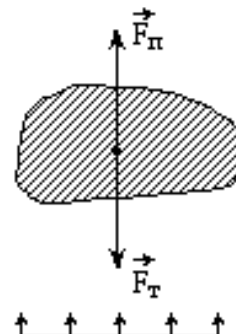
Одна из ключевых операций «сухой» схемы обогащения - аэросепарация. Основной момент аэродинамического расчёта воздушного сепаратора – определение скорости витания w_B частиц твёрдой фазы. Нахождение этой величины для заданного состава твёрдой фазы позволяет опреде-

лить гидродинамическую обстановку, что в конечном счёте даёт возможность предсказать ориентировочные технологические показатели аэросепарации.

На одиночную частицу действуют сила тяжести (рис. 1) и подъёмная сила, определяемая по формуле Н.Е. Жуковского

$$F_T = V \cdot \rho_T,$$

$$F_{\Pi} = C_a \cdot \rho_{\Gamma} \cdot w_B^2 \cdot N / 2g,$$



где V – объём материала, m^3 ; ρ_T и ρ_{Γ} – плотность материала и газа, kg/m^3 ; C_a – коэффициент лобового сопротивления; w_B – скорость витания частицы, m/s ; N – площадь поверхности, m^2 .

Рисунок 1 – Схема действия сил на одиночную частицу

При условии равновесия силы тяжести и подъёмной силы скорость витания одиночной частицы определяется по формуле

$$w_B = \sqrt{2g \cdot V \cdot \rho_T / (C_a \cdot \rho_{\Gamma})}. \quad (1)$$

Формула (1) справедлива лишь для движения одиночных частиц в установившемся (идеализированном) вертикальном потоке. В действительности сепарация – массовый процесс, в котором участвует большое количество частиц. На этот процесс влияют различные случайные возмущающие факторы: турбулентность потока, местные, случайные изменения концентрации зёрен в потоке и давления среды, форма и масса частиц, взаимодействие частиц друг с другом и со стенками аппарата.

Массовый характер движения частиц обуславливает возникновение таких явлений, как: 1) выравнивание скоростей движения разных по размерам зёрен за счёт соударения их и передачи энергии от «быстрых» зёрен «медленным»; 2) движение зёрен в гидродинамическом следе («тени»); 3) образование агрегатов зёрен («пакетов»), в которых слагающие их зёрна движутся как одно целое. При движении «пакета» скорость движения захваченных им зёрен может значительно изменяться. Такой агрегат будет двигаться в соответствии со своей средней плотностью и размерами до тех пор, пока не разрушится.

При изучении массового движения кинетика разделения зёрен в гидравлической классификационной трубе может быть описана (по Л.Г. Подковову) следующей зависимостью в общем виде:

$$dx/dt = (1 - x) \cdot f_1(d) \cdot f_2(m), \quad (2)$$

где dx/dt - скорость расшлаивания, определяемая как доля взвешенных частиц, занимающих в единицу времени «свои» уровни; x - число зёрен, уже занявших «свои» уровни (полнота разделения взвеси, доли единицы); $f_1(d)$ - функция, учитывающая влияние гранулометрического состава исходного продукта; $f_2(m)$ - функция, учитывающая разрыхление материала.

При решении уравнения принимают, что $f_1(d)$ и $f_2(m)$ постоянны, что допустимо при обогащении полезных ископаемых. Однако при сепарации твёрдых бытовых отходов непостоянство их состава и свойств не позволяет сделать подобное допущение.

Таким образом, зависимости, полученные для полезных ископаемых, применительно к ТБО требуют уточнения и доработки.

Выводы

- 1) разница в темпах накопления и обезвреживания требует скорейшей разработки и внедрения высокопроизводительных комплексов по переработке твёрдых бытовых отходов с их предварительной сепарацией;
- 2) многокомпонентность ТБО и изменчивость их свойств делает сепарацию сложной и самостоятельной научно-инженерной проблемой.

1. А.С. Парфенюк, С.И. Антонюк, А.А. Топоров Альтернативное решение проблемы твёрдых отходов в Украине //Экотехнологии и ресурсосбережение. 2002. № 4.
2. В.И. Сметанин Защита окружающей среды от отходов производства и потребления. – М.: Колос, 2000. – 232 с., ил.
3. Л.Я. Шубов, В.Я. Ройзман, С.В. Дуденков Обогащение твёрдых бытовых отходов. – М.: Недра, 1987. - 238 с., ил.
4. В.Н. Шохин, А.Г. Лопатин Гравитационные методы обогащения. – М.: Недра, 1980. – 400 с., ил.

Поступила в редакцию 13.05.04

ВОПРОСЫ ДЕКЛАРИРОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ

В.С.Решетняк, Н.В.Кошовец, Н.И.Азаров
Северодонецкий ОРГХИМ

Рассмотрены вопросы декларирования безопасности крупных промышленных объектов и комплекс связанных с этим организационных правовых и технических вопросов, на примере компрессорных станций магистральных газопроводов.

В настоящее время во всем мире ужесточаются требования к обеспечению безопасности технических объектов, что связано с увеличением их количества и близостью к населенным пунктам, увеличением их удельного энерго- и химического потенциала, и задачами улучшению условий жизни населения. В связи с этим на Украине 18 января 2001 г. был принят Закон Украины “Об объектах повышенной опасности”, который определяет правовые, экономические, социальные и организационные основы деятельности, связанной с объектами повышенной опасности, и направленной на защиту жизни и здоровья людей и окружающей среды от вредного воздействия аварий на этих объектах путем предотвращения их возникновения, локализации развития и ликвидации последствий. Статья 9 Закона предписывает субъектам хозяйственной деятельности проводить идентификацию объектов повышенной опасности по количеству опасных веществ в соответствии с их пороговыми массами. По результатам идентификации объект может быть отнесен к объектам повышенной опасности первого или второго классов либо не отнесен к объектам повышенной опасности. Объекты повышенной опасности заносятся в Государственный реестр, который ведет Госнадзорхрантруда. Одним из таких распространенных потенциально опасных видов технических объектов являются компрессорные станции (КС).

В соответствии с существующим законодательством субъектам хозяйственной деятельности предписано разрабатывать и подавать в местные органы исполнительной власти декларацию безопасности объекта повышенной опасности. Для объектов первого класса опасности декларация должна включать результаты исследования степени опасности и оценки уровня риска, а также обоснование принятых относительно безопасной эксплуатации, локализации и ликвидации последствий аварий решений собранных в “Расчетно-объяснительную часть”. Целью проведения декларирования является определение степени ответственности субъектов хозяйственной деятельности пред третьими лицами, соответственно и определение размера страховых взносов.

На сегодняшний день в Украине существуют следующие законодательные и нормативные документы, касающиеся декларирования безопасности: закон “Об объектах повышенной опасности”, постановление Кабинета Министров Украины “Об идентификации и декларировании безопасности объектов повышенной опасности”, нормативы пороговых масс опасных веществ для идентификации объектов повышенной опасности, порядок идентификации и учета объектов повышенной опасности, порядок декларирования безопасности объектов повышенной опасности, методика определения рисков и их приемлемых уровней для декларирования безопасности объектов повышенной опасности.

Компрессорные станции входят в наиболее сложную, опасную и энергонасыщенную систему транспортирования природного газа по территории Украины, которая состоит из магистральных газопроводов, компрессорных станций и хранилищ газа. В Украине развита сеть магистральных газопроводов, транспортирующих российский и украинский газ в Европу. Газотранспортная система Украины объединяет 37,1 тыс. км магистральных газопроводов (в том числе 14 тыс. км диаметром 1020-1420 мм), 72 компрессорные станции, 13 подземных хранилищ с активным объёмом газа свыше 32 млрд. куб. метров. Пропускная способность системы на входе составляет 290, на выходе – 175 млрд. куб м. в год.

По предварительным оценкам газоперекачивающие компрессорные станции являются объектами повышенной опасности первого класса. Это обусловлено большой протяженностью внутристанционных газопроводов, их большим диаметром и высоким давлением газа (5,6 – 7,6 МПа). Суммарное количество природного газа на компрессорной станции на порядок превышает пороговую массу для горючих газов – 200 тонн. Кроме природного газа на компрессорных станциях сосредоточены в небольших количествах метанол и горюче-смазочные материалы.

Для оценки уровня риска газоперекачивающих компрессорных станций необходимо подготовить следующие исходные данные:

- общие сведения о компрессорной станции, включающие:
- 1. результаты идентификации с указанием наименования и суммарной массы опасных веществ, по которым проводилась идентификация объекта;
- 2. состав КС;
- 3. общая численность персонала и работников наибольшей смены во время эксплуатации;
- 4. расположение КС на местности и расстояние к городу (городам), другим населенным пунктам, местам большого сосредоточения людей (жилые массивы, стадионы, кинотеатры, больницы, школы и т.п.), транспортным магистралям, промышленным объектам, природоохранным объектам, гражданским объектам; границы запретных, охранных и санитарно-защитных зон;

- сведения о мероприятиях по обеспечению безопасности КС и локализации и ликвидации последствий аварий, включающие:
- 1. соответствие условий эксплуатации КС требованиям норм и правил безопасности с указанием наименований нормативно-правовых актов и нормативных документов, которыми эти условия устанавливаются;
- 2. сведения о системе профессиональной и противоаварийной подготовки персонала с указанием сроков проверки знаний по вопросам охраны труда и техногенной безопасности, а также порядка допуска персонала к работе;
- 3. организационно-технические мероприятия, направленные на обеспечение безопасности эксплуатации КС, в том числе проведение технического обслуживания и ремонта, разработка и соблюдение регламентов технологических процессов;
- 4. сведения о системе производственного контроля за соблюдением требований безопасности и охраны труда, проведение экспертизы (аудита) безопасности КС, а также анализ причин аварийных ситуаций и аварий;
- 5. мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий на КС, сведения о финансовых и материальных ресурсах;
- 6. сведения о составе и дислокации аварийных служб, подразделений государственной пожарной охраны, аварийно-спасательных и других формирований;
- 7. сведения о системе оповещения в случае возникновения аварии на объекте (объектах) повышенной опасности с наведением схемы оповещения и указанием действий персонала и населения в случае аварии.
 - - данные о природно-климатических условиях, сейсмичности, грунтах, топографических характеристиках местности и прочих данных, которые могут характеризовать возможные внешние влияния природного характера;
 - технические данные:
 - 1. описание процесса компремирования газа;
 - 2. характеристика оборудования КС;
 - 3. данные о распределении опасных веществ в трубопроводах и оборудовании КС;
 - 4. описание систем автоматического регулирования, блокирования, сигнализации, противоаварийной и противопожарной защиты, других средств безопасности;
 - 5. характеристика пунктов управления, а также размещение персонала объекта (объектов), административных и структурных подразделений;
 - - перечень аварий и аварийных ситуаций, которые возникали на объекте (только для объектов, которые эксплуатируются и/или реконструируются) и перечень аварий, которые возникали на других аналогичных объектах, или аварий, связанных с

имеющимися на объекте (объектах) опасными веществами.

В вышеперечисленных документах отсутствуют четкие рекомендации по идентификации и декларированию безопасности территориально протяженных объектов, таких как магистральные газопроводы. Существует ряд двусмысленностей по порядку разработки деклараций безопасности для проектируемых и реконструируемых объектов. Существует необоснованное требование прикладывать к декларации безопасности нотариально заверенную копию ПЛАС (плана локализации и ликвидации аварий и аварийных ситуаций). Отсутствуют требования к компетентности организаций-разработчиков деклараций (в настоящий момент выполнение этой работы не требует разрешительных документов). До сих пор не определен четкий порядок проведения экспертизы деклараций безопасности.

Подготовка вышеперечисленных исходных данных не регламентирована действующими нормативами, что в сочетании с отсутствием требований к разработчикам может привести к серьезным расхождениям в различных декларациях. Также процесс подготовки данных затруднен из-за сложной административной структуры газотранспортных предприятий: головной организацией является НАК «Нефтегаз Украины», в его состав входит ДК «Укртрансгаз», который подразделяется на УМГ (управления магистральных газопроводов), состоящие из ЛПМГ (линейно-производственных управлений магистральных газопроводов), в состав которых входят конкретные КС.

Для того, чтобы процедура декларирования безопасности КС не превратилась в формальность и служила повышению безопасности эксплуатации газотранспортной системы, необходимо:

- определить квалификационные требования к разработчикам деклараций и создать механизм лицензирования этого вида деятельности;
- определить квалификационные требования к экспертным организациям и порядок проведения экспертизы деклараций;
- разработать отраслевые руководящие документы по идентификации и декларированию безопасности, учитывающие специфику газотранспортных предприятий;
- разработать методику сбора и обработки статистических данных по отказам оборудования, которая предусматривала бы возможность корректировки данных с учетом индивидуальных особенностей оборудования;
- создать централизованную, обновляемую базу данных по надежности оборудования, которая служила бы источником информации как для разработчиков деклараций безопасности, так и для эксплуатационных и ремонтных служб и проектных организаций;
- разработать программное обеспечение для автоматизации анализа безопасности как КС, так и других промышленных объектов.

Основой анализа риска являются данные по надежности и аварийности различных узлов и агрегатов технической системы. Для того

чтобы эти данные были корректными необходимо собрать и статистически обработать как можно больше информации по отказам оборудования за достаточно продолжительный период времени. Кроме того полученные общие данные не будут учитывать индивидуальных особенностей конструкции, изготовления, монтажа, эксплуатации и ремонта оборудования КС, для которой будет проводиться анализ безопасности. Наверняка при отсутствии единой методики сбора и обработки данных, цифры используемые для анализа риска разными разработчиками будут значительно различаться.

Поступила в редакцию 13.05.04

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ДЕКЛАРИРОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

В.С.Решетняк, А.В.Рябенко, А.А.Топоров
ЗАО «Северодонецкий ОРГХИМ»,
Донецкий национальный технический университет

Рассмотрен вопрос декларирования безопасности технических объектов.

Современный мегаполис всегда несет потенциальную угрозу для здоровья, жизни и благополучия людей, и окружающей природной среды. И степень этой угрозы возрастает с увеличением населения и повышением уровня индустриализации.

Особую опасность представляют высокорисковые промышленные объекты с их интенсификацией технологий, возрастанием температур и давлений в технологических процессах, укрупнением единичных мощностей установок и аппаратов, увеличением объемов хранения и транспортировки взрыво-, пожаро- и токсическиопасных веществ. Отсюда устойчивая тенденция роста числа аварий с катастрофическими социальными, экономическими и экологическими последствиями.

Ситуация представляет собой неразрешимую на первый взгляд дилемму: удовлетворение потребностей человека приводит к развитию техносферы, а развивающаяся техносфера, несет в себе опасность для жизни, здоровья и благополучия человека, что ставит под угрозу удовлетворение потребностей.

Всестороннее изучение этой проблемы привело к осознанию необходимости управлять рисками.

Решением проблемы опасных воздействий промышленных объектов на жизнедеятельность современных мегаполисов Украины является управление промышленными рисками, которое регламентируется Законом Украины «Об объектах повышенной опасности» от 2001 года (далее Закон).

Декларация безопасности должна включать результаты всестороннего исследования степени опасности и оценки уровня риска; оценку готовности к эксплуатации ОПО в соответствии с требованиями безопасности промышленных объектов; перечень принятых с целью снижения уровня риска решений и осуществленных с целью предотвращения аварий мероприятий; сведения о мероприятиях по локализации и ликвидации возможных последствий аварий.

Для того, чтобы процедура декларирования безопасности не превратилась в формальное исполнение Закона, сопровождающееся неэффективными затратами материальных и человеческих ресурсов, необходимо предпринять следующее:

предусмотреть получение лицензий на разработку деклараций безопасности;

предусмотреть подготовку и переподготовку специалистов и экспертов в области промышленной безопасности на государственном уровне;

предусмотреть в законодательном порядке ответственность организаций-исполнителей деклараций безопасности;

регламентировать законодательно и методически взаимодействие заказчика и исполнителя по сбору исходных данных, необходимых для разработки декларации безопасности;

законодательно определить механизм внесения изменений и дополнений в методические материалы по декларированию безопасности;

поставить на обсуждение вопрос о статистическом обеспечении процедуры декларирования безопасности;

определить механизм информирования СХД по вопросам идентификации и декларирования безопасности.

Поступила в редакцию 13.05.04

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В КОКСОВЫХ ЦЕХАХ

С.В.Семеренко, А.С.Парфенюк, А.А.Топоров
Донецкий национальный технический университет

Проведен анализ статистической информации аварийности и травматизма в коксовых цехах. Установлены наиболее значимые причины, предложен ряд мероприятий по снижению уровня техногенных воздействий на человека.

В последние годы на коксохимических предприятиях Украины всё более актуальным становится требование повышения техногенной безопасности. Это должно привести к уменьшению количества случаев травмирования рабочего персонала, снижению выбросов вредных веществ в окружающую среду и количества промышленных отходов, повышению надёжности объектов и улучшению состояния здоровья населения, проживающего вблизи производств.

Весьма показательной составляющей техногенной безопасности является уровень производственного травматизма, который зависит от многих факторов, среди которых можно выделить специфику и уровень организации производства, характер труда и профессиональную подготовку рабочего персонала, степень опасности различных зон производственной территории, зависящую во многом от уровня изношенности оборудования, контроль за безопасностью со стороны администрации и инженерных служб.

Очевидна необходимость анализа статистической информации о производственном травматизме с целью разработке мероприятий по его снижению в условиях существующих коксовых цехов, учета опасных факторов при проектировании новых производств и разработки конкретных планов предотвращения и ликвидации аварийных травмоопасных ситуаций.

Важнейшим звеном коксохимического производства, где сконцентрированы различного рода опасности коксохимических предприятий, являются коксовые батареи. На основе статистической информации службы охраны труда и техники безопасности Авдеевского коксохимического завода был проведён комплексный анализ травматизма в коксовых цехах, который позволил установить основные причины опасностей, наиболее опасные профессии и опасных зоны на территории цеха за период с 1973 по 2001 год.

В результате обработки статистической информации установлено следующее. Наиболее травмоопасными профессиями являются (в %):

дверевые – 26, слесари-ремонтники – 18, люковые и барильетчики – 16, машинисты коксовых машин – 8 %, ИТР и другие профессии – 32 %.

Наиболее типичные причины травматизма(в %): нарушение соответствующих инструкций и правил по технике безопасности – 54, нарушение технологии процесса – 12, конструктивные недостатки механизмов, машин и конструкций – 10, неисправности механизмов и машин – 10, другие причины – 14.

Последствия травматизма следующие (в %): лёгкие травмы – 36, тяжёлые травмы – 33, смертельные травмы – 26, групповые травмы – 5. Ниже в таблице представлены описания наиболее характерных аварийных и травмоопасных ситуаций в коксовом цехе и предложены мероприятия по их предотвращению.

Таблица –Наиболее опасные аварийные ситуации в коксовом цехе и меры их предотвращения

1. Взрыв отопительного газа в помещениях и тоннелях коксовой батареи.		
Аварийные условия	Меры предотвращения аварий	Меры локализации аварий
1	2	3
Проведение ремонтных работ на газопроводах и газовой аппаратуре, находящейся «под газом» в закрытых помещениях без отключения подводящего общего газопровода на внешнем участке (на открытом воздухе) с установкой заглушки, с последующей пропаркой внутренних газопроводов, анализа среды в помещениях на содержание вредных компонентов.	Разборка фланцевых соединений на внутренних газопроводах отопительного газа коксовой батареи производить после отглушения подводящего газопровода на внешнем участке, пропарке газопроводов, анализа среды в отглушённых газопроводах на содержание компонентов в пределах допускаемых нормативов.	1. Вывод персонала из аварийной зоны. 2. Отключение газопровода на внешнем участке. 3. Вызов скорой медицинской помощи. 4. Сообщение диспетчеру предприятия. 5. Контроль за содержанием оксида углерода в окружающем пространстве.
1.	2.	3.
2. Взрыв газа в отопительной системе коксовой батареи.		

Обрыв каната или штанги кантовочного устройства.	Содержание кантовочной лебёдки и кантовочного механизма в исправном состоянии при своевременном и надлежащем техническом обслуживании во избежание возможному образованию взрывоопасной среды.	1. Оснащение коксовой батареи автоматическим устройством предупреждения при любых поломках кантовочного механизма. 2. На каждом блоке батареи должен быть аварийный запас запчастей к кантовочному механизму.
3. Возгорание угольной шихты в угольной башне.		
Несвоевременная зачистка внутренних стен бункеров от зависших отложений угольной шихты, приводящая к самовозгоранию шихты.	Своевременная зачистка внутренних стен бункеров угольной башни от отложений угольной шихты. При проектировании предусматривается: пневматическое обрушение зависающей шихты; устройство дефлекторных вытяжек газа из под перекрытий бункеров.	1. Сообщение диспетчеру. 2. Включение систем пожаротушения. 3. Вызов скорой медицинской помощи (на случай возможных отравлений персонала).
4. Взрыв угольной пыли в транспортёрных галереях и перегрузочных узлах подающих угольную шихту на угольную башню.		
Накопление угольной пыли на внутренних конструкциях транспортёрных галерей и перегрузочных узлов из-за	При проектировании предусматривается: механизированная уборка пыли, в том числе гидросмыв; установка взрывозащищённого	1. Сообщение диспетчеру. 2. Вызов скорой медицинской помощи. 3. Вызов пожарных спецчастей.
1	2	3

несвоевременной или некачественной уборки помещений. Наличие источника воспламенения (искры от электрического потенциала, самовозгорания угольной пыли и т. п.)	оборудования и электроосвещения; общеобменная вентиляция; аспирация угольной пыли на участках перепада и ожогушивание транспортёрных лент.	
5. Загорание конвейерных лент на трактах и объектах подачи кокса от коксовой рампы до коксортировки		
Попадание очагов недотушенного кокса с коксовой рампы на тракт подачи кокса на коксортировку из-за неудовлетворительного состояния тушильной башни и системы автоматического дотушивания кокса на рампе.	При проектировании предусматривается: проектирование всех транспортёрных галерей по необрушаемой схеме, чтобы при возможном обрушении одного пролёта остальные галереи не потеряли устойчивости; мокрая уборка помещений; огнезащита несущих металлоконструкций с обеспечением степени огнестойкости не менее 0.75 часа;	1. Сообщение диспетчеру. 2. Вызов скорой медицинской помощи. 3. Вызов пожарных спецчастей.

Анализ причин и факторов случаев тяжелых аварий и производственного травматизма в коксохимическом производстве позволяет определить ряд важных в этом плане организационно-технических работ, которые должны быть выполнены с особой тщательностью и регулярностью.

В случае возникновения аварийной ситуации персонал обязан выполнить все действия в соответствии с заранее разработанным ПЛАС. К тяжелым авариям приводит:

1. Отсутствие должного контроля за организацией длительного хранения углей, а также своевременной очисткой бункеров, силосов и угольных башен от зависших углей.
2. Неосторожное применение открытого огня или взрыво-незащищённых светильников, электроинструмента в запасных ёмкостях, бункерах, силосах.

3. Несовершенство конструкций систем герметизации газопроводов и аппаратуры в туннелях и кантовочных помещениях коксовых батарей, что приводит к: утечкам коксового газа, возгораниям, взрывам.

В связи с вышесказанным, необходимо:

1. Обратить особое внимание руководителей на техническое состояние коксохимического производства, добиваться приостановки и вывода из эксплуатации травмоопасных, выработавших ресурс основных фондов и мощностей, усилить контроль за безусловным выполнением ремонтных регламентов.
2. Не допускать приёма и сдачи в эксплуатацию коксохимического оборудования, зданий и сооружений без тщательной экспертизы проектных решений на соответствие требованиям промышленной безопасности, охраны труда и экологии.
3. Повысить качество расследования аварий и несчастных случаев на производстве, не допускать случаев необоснованного обвинения пострадавших в причинах несчастных случаев.

Таким образом, обеспечение техногенной безопасности в коксовых цехах является многоплановой проблемой, требующей учета многих факторов, важнейшими из которых являются: техническое состояние производственных факторов, характер производственного процесса и человеческий фактор. Последний имеет особое значение для снижения уровня травмоопасности производства.

Поступила в редакцию 13.05.04

ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОНВЕРТЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

М.М. Перистый, А.В. Кравченко, О.И. Раджи
Донецкий национальный технический университет

Рассмотрено состояние экологической безопасности конвертерного производства на территории Украины. Предложены пути решения основных экологических проблем производства на основе научных исследований, проведенных в ДонНТУ.

Интересы современной экологической безопасности требуют коренного изменения подхода к проблеме организации малоотходных технологических процессов и комплексной переработки вторичных материальных и энергетических ресурсов металлургии. В черной металлургии одним из основных загрязнителей воздушного бассейна является сталеплавильное производство, особенно конвертерное, которое пришло на смену еще более «грязному» мартеновскому. По сравнению с мартеновским конвертерное производство характеризуется лучшими условиями труда и меньшим загрязнением окружающей природной среды, а также позволяет получать сталь с меньшими затратами. В тоже время обильное газовыделение является одним из главных недостатков конвертерного производства, а очистка газов и предшествующее их охлаждение продолжают оставаться сложными проблемами.

Современное состояние конвертерного производства Украины характеризуется словами «устаревшее» и «экологически опасное». Устаревшие технологические схемы выплавки стали в конвертерах, а также использование малоэффективных систем газоочисток приводит к значительным выбросам вредных веществ в атмосферу. Образующиеся после газоочистки железосодержащие шламы из-за отсутствия простых и экономически выгодных технологий их подготовки и утилизации очень часто остаются невостребованными и складываются в шламонакопителях. Конвертерный шлак, являющийся ценным обратным продуктом, не находит должного применения и накапливается в шлаковых отвалах предприятий.

Направления по повышению экологической безопасности в сталеплавильном производстве можно разделить на три группы:

- разработка малоотходных технологий производства металла;
- разработка принципиально новых производительных и экономичных схем очистки сбросов и выбросов загрязняющих веществ;

- полная комплексная переработка образующихся отходов.

Значительные резервы по организации малоотходного производства имеются в кислородно-конвертерном процессе. Повысить экологическую безопасность на украинских предприятиях можно за счет совершенствования и оптимизации технологии и технологических приемов, к которым можно отнести:

- технологию плавки с рафинированием и доводкой состава металла в ковше;
- комбинированную продувку, обеспечивающую экономию шлакообразующих, чугуна, ферросплавов и повышение выхода годного металла;
- оптимизацию режима продувки, обеспечивающую уменьшение потерь металла с выносами и выбросами;
- десульфурацию чугуна в ковше и доставку жидкого чугуна в ковшах миксерного типа для сохранения температуры чугуна;
- увеличение доли лома в шихте и предварительный его нагрев;
- ввод твёрдых углеродсодержащих добавок в агрегат;
- увеличение степени дожигания CO до CO₂ в полости конвертера или сбор конвертерных газов в газгольдере с последующим использованием CO;
- применение отходов в качестве шлакообразующих.

Конвертерный газ является высококачественным технологическим и энергетическим топливом. В нем в незначительном количестве (до 1%) содержатся азот, водород и кислород, а основной составляющей является CO (до 90%) и CO₂ (до 10%). Такой состав газа обуславливает высокую теплоту его сгорания (8,5-9,2 МДж/м³). Количество конвертерного газа, выходящее из конвертера составляет 60-80 м³ на 1 т садки, а температура близка к температуре металла в конвертере и составляет ~ 1400-1800°C. Выход газов и их состав переменны по ходу плавки. Для организации технологии их использования, как энергоносителя, потребуется герметизация существующих газоотводящих трактов для ликвидации несанкционированных подсосов воздуха (газовая смесь, содержащая больше 12% CO, становится взрывоопасной при концентрации кислорода больше 5 %) и установка специальных накопительных емкостей – газгольдеров для создания запаса газа и обеспечения бесперебойной подачи его потребителям.

Без очистки и охлаждения газ можно использовать для подогрева шихтовых материалов конвертерной плавки и как восстановитель железорудного сырья. Для использования конвертерного газа в качестве топлива или химического сырья он должен быть предварительно охлажден перед газоочисткой до 200-300°C и соответственно очищен от пыли. Для охлаждения применяются несколько способов: разбавление воздухом; впрыск воды; оборудование газохода водоохлаждаемыми каминами или

экранами; выработка пара в котлах-утилизаторах за счет физической теплоты конвертерных газов или продуктов их сгорания. Чаще всего эти способы комбинируются.

Газы на выходе из кислородного конвертера содержат энергию ~ 0,95-1,05 МДж/т стали (20% физического тепла и 80% химической энергии). Использование теплоты газов позволяет сэкономить до 30 тыс. т. условного топлива на 1 млн. т. стали. Таким образом, применение конвертерного газа в качестве топлива является одним из резервов топливно-энергетических ресурсов.

В конвертерном производстве особую сложность представляет улавливание, подготовка и утилизация технологических и аспирационных пылей и шламов, особенно с повышенным содержанием цветных металлов. Современная технология подготовки пылей и шламов конвертерного производства, разработанная в ДонНТУ, была реализована на меткомбинате им. Дзержинского. Основной задачей этого комплекса являлась рациональная подготовка к утилизации в аглопроизводстве всех железосодержащих отходов кислородно-конвертерного цеха: шламов, известковой пыли, пыли аспирационных систем, отсевов извести и известняка, а также гранулированного конвертерного шлака. Совместная подготовка сухой известковой пыли известково-обжигового участка и влажного конвертерного шлама позволила значительно сократить расходы на подготовку отходов, по сравнению с технологией сушки шламов в сушильных барабанах. Кроме того, получаемая гомогенная сыпучая шламоизвестковая смесь пригодна для использования в агломерации, в то время как укрупненные и упрочненные гранулы конвертерного шлама после сушки не пригодны для агломерации.

В связи с увеличением в шихте конвертеров доли лома, загрязненного цветными металлами и вредными примесями, содержание цинка в пылевыносе может достигать 4-6%. Утилизировать такие шламы в строительной индустрии при производстве цемента не рационально, так как это приведет к безвозвратным потерям ценных компонентов, содержащихся в них. При переработке железосодержащих шламов с повышенным содержанием цинка в агломерационном производстве по обычной технологии спекания удаление цинка практически не происходит и он попадает вместе с агломератом в доменные печи. При попадании цинка в доменную печь происходит его накопление в пространстве печи, а о его вредном влиянии хорошо известно специалистам.

Такие шламы, загрязненные цинком, не пригодны для переработки в аглодоменном производстве. Их необходимо окусковывать и подвергать рециклингу с целью накопления интересующего компонента. По достижении необходимой для извлечения концентрации (15% и более) его отправляют на предприятия цветной металлургии. Но при использовании в сталеплавильных агрегатах таких железосодержащих отходов возникает

ряд технологических трудностей связанных с их транспортировкой, загрузкой в агрегат, предотвращением выбросов, вторичным пылением.

Чтобы уменьшить содержание цинка в сталеплавильных шлаках, необходимо не допустить попадания его в сталеплавильный агрегат вместе с металлоломом. Для этого необходимо удалить его с поверхности металлолома еще на стадии подготовки и нагрева. Нами предлагается оцинкованный металлолом предварительно подогреть конвертерным газом в восстановительной атмосфере на отдельно стоящих установках с газоочистками для улавливания возгонов. Для создания восстановительной атмосферы внутрь пакета предлагается запрессовывать твердые углеродсодержащие материалы в кусковом виде (дешевые сорта углей). В процессе подогрева лома, в результате присутствия угля будет поддерживаться восстановительная атмосфера, которая способствует эффективному удалению цинка с поверхности металла. Кроме того, этот прием позволяет максимально снизить окисление металлолома при его нагреве, а значит, и снизить потери металла на угар. Уловленные возгоны цинка и свинца периодически выгружаются и направляются на дальнейшую переработку. Такая технология позволит удалять с поверхности металлолома до 90% цинка, улавливать его в отдельной газоочистке, исключая, тем самым, попадание его в шлак основной газоочистки, который может быть утилизирован в аглопроизводстве без ограничений.

Если организация таких мероприятий затруднительна, предлагается второй вариант, по которому цинк можно извлекать из шламов при организации рециклинга пылевыноса с дальнейшим его окислением и обработкой огненно-жидкими шлаками. Цинксодержащие пыли и шламы, смешанные с восстановителем заливаются жидким шлаком в шлаковне. Такая технология может быть осуществлена как при сливе шлака из сталеплавильного агрегата, так и при переливе шлака из шлаковой чаши на отдельном участке. Важным элементом технологии является дозирование отходов по ходу слива. Теплотехнические расчеты показали, что одной тонной огненно-жидких шлаков, в которых саккумулировано до 2 ГДж физической теплоты, можно обрабатывать от 180 кг шламов с влажностью 10% без добавки углерода и до 1500 кг с добавкой 20% углерода. При этом происходит сухая грануляция шлака, обогащение их оксидами железа и возгонка цветных металлов. Уловленные в газоочистном аппарате (рукавный фильтр) возгоны, содержащие 30-45% цинка и 5-10% свинца, накапливаются в бункере и периодически отгружаются на заводы цветной металлургии или на специальные участки для переработки в товарный продукт. Гранулированный шлак выгружается из реактора (шлаковозной чаши) охлаждается и после грохочения может в значительных количествах (в зависимости от баланса фосфора) использоваться в аглодоменном переделе.

Удельный выход конвертерного шлака определяется сырьевой базой и техническим уровнем развития конвертерного передела, а накапливаемое (неиспользуемое) количество – уровнем шлакопереработки и готовности предприятий к применению способов и мер, обеспечивающих максимальное использование шлаков в качестве оборотного продукта.

Конвертерный шлак ценен благодаря наличию в нем ценных для металлургического передела компонентов, таких как CaO, MgO, MnO, CaF₂, FeO. Кроме того, в конвертерном шлаке текущего производства содержится от 5 до 20% железа в виде «корольков». Содержание CaO в известняке и в конвертерном шлаке находится примерно на одном уровне (46-52%). Это позволяет использовать конвертерный шлак взамен известняка в аглодоменном производстве, в вагранках литейных цехов, в мартеновских печах.

Как показывают термодинамические расчеты, затраты тепла на диссоциацию известняка и получение шлакового расплава примерно в 1,5-1,7 раза больше, чем при применении конвертерного шлака.

Если учесть еще и то, что известняк природный материал, запасы которого, в конечном счете, ограничены, а конвертерный шлак является отходом производства, преимущество его использования в металлургическом переделе вместо известняка бесспорно.

Переработка конвертерного шлака текущего производства производится на стационарном участке шлакопереработки с использованием способа термодробления. Предусмотрена отдельная переработка жидкого шлака и ковшевых остатков. К технологии первичной переработки конвертерных шлаков на стационарном участке относятся:

- транспортировка шлака на участок;
- слив шлака в ямы-траншеи;
- передвижение шлаковозов в секцию для выбивки ковшевых остатков и выбивка последних;
- термодробление и охлаждение шлака водой;
- разработка остывшего шлака экскаватором;
- извлечение крупногабаритного скрапа;
- транспортировка остывшего шлака автотранспортом на дробильно-сортировочный участок.

Как показывает опыт работы Енакиевского металлургического завода, в аглошихте можно использовать конвертерный шлак фракции 0-10 мм с расходом 30-50 кг/т агломерата без ухудшения технико-экономических показателей работы аглофабрики. В доменные печи и вагранки литейных цехов отправляется конвертерный шлак фракции 10-40 мм. При использовании конвертерного шлака в мартеновских печах вместо известняка за счет более раннего шлакообразования наблюдается более полное удаление фосфора в шлак.

Таким образом, с экономической и экологической точек зрения использование конвертерного шлака взамен известняка в металлургическом переделе очень выгодно, так как позволит снизить расход природных шихтовых материалов и кокса, а также сократить выбросы углекислого газа и пыли. Использование высокоэффективных газоочистных систем с организацией полной и комплексной утилизацией отходов позволит увеличить технико-экономические показатели производства стали и значительно снизить уровень загрязнения окружающей среды. Организация процессов, контролирующая движение цинка в металлургических процессах, позволит существенно снизить отрицательное влияние цинка на технологию доменного производства при утилизации пылевыноса сталеплавильных агрегатов, а также рационально решить вопрос получения дополнительного количества дефицитного цинка из отходов черной металлургии. Комплексный подход к решению экологических проблем конвертерного производства позволит существенно улучшить экологическую обстановку на металлургических комбинатах страны.

Поступила в редакцию 13.05.04

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ УГЛЕБОГАЩЕНИЯ

И.А.Аровин, В.Г.Чехута

МП ООО “Опытное производство”

В.И.Саранчук

Донецкий научно-технический университет

С.В.Ганюков

КП “Укринвестпроект”

В настоящее время в результате многолетней работы углеобогачительных фабрик в Донбассе накоплены сотни миллионов тонн отходов в виде крупной породы и шлама, в составе которых содержится до 60 % угля. Твердые отходы находятся в отвалах и шламонакопителях открытого типа, причем в качестве последних используются естественные складки местности. Сезонные колебания температуры и влажности инициируют процесс окисления угля, происходит самовозгорание отвалов, продукты окисления поступают в атмосферу, почву и грунтовые воды. Продукты горения породных отвалов загрязняют окружающую среду, в атмосферу выделяются десятки тонн вредных газов.

Отсутствие или прекращение на отвалах работ по профилактике самовозгорания приводит к интенсификации процесса горения и многократному возрастанию количества вредных газов, выделяющихся из отвалов. В условиях Донбасса, составляющего огромный промышленный мегаполис, выделяющиеся из горящих отвалов вредные газы являются одним из основных загрязнителей атмосферы, почвы и подземных вод. Породный отвал ОАО “ЦОФ Донецкая”, высотой до 31 м, находящийся в черте города Тореза, до 01.02.98 г. складировался с применением мероприятий по предупреждению самовозгорания и относился к негорящим. Некачественная изоляция породного отвала от доступа воздуха перегоревшей породой, а затем и полное прекращение профилактических мероприятий привели к тому, что отвал загорелся и из-за интенсивного горения его эксплуатация была прекращена в конце 2001 года.

На основании визуального осмотра породного отвала и температурной съемки было установлено, что часть отвала интенсивно горит, практически весь верхний ярус. Валовые выбросы вредных газов составляли $\text{CO} - 1380$, $\text{SO}_2 - 300$, $\text{H}_2\text{S} - 65$, $\text{NO}_x - 2$ т/год, т.е. суммарные выбросы составляли 1250 т/год или 55 г/с.

Полученные результаты были использованы для разработки проекта тушения и профилактики самовозгорания породного отвала, разработанного в мае 2002 г. КП “Укринвестпроект”. Однако вследствие отсутствия финансирования в 2002 г. работы по тушению и профилактике самовозгорания на отвале не были начаты и не производятся до сих пор.

Повторный осмотр отвала и температурная съемка на нем в декабре 2002 г. показали, что площадь горения на отвале выросла в 3 раза, а количество выделяющихся при горении отвала вредных газов в 4 раза.

Приведенный пример доказывает необходимость своевременного выполнения работ по предупреждению самовозгорания и тушению породных отвалов углеобогатительных фабрик.

Основным способом предупреждения самовозгорания породных отвалов является снижение их воздухопроницаемости. Для снижения воздухопроницаемости породных отвалов могут быть использованы различные мероприятия, применение которых зависит от места заложения отвала, способа его формирования, склонности отвальной массы к самовозгоранию (химической активности), источников получения отвальной массы.

Форма отвала влияет на воздухопроницаемость краевых, наиболее подверженных самовозгоранию, частей отвала. Для снижения воздухопроницаемости необходимо, чтобы отвал имел круглую или овальную форму без резких выступов в угловых частях. Ликвидация резкого перехода от горизонтальной части к откосу также значительно снижает количество воздуха, поступающего в отвал за счет ветрового напора.

Уменьшение угла откоса отвала до 20-25 град снижает в 1,5–2,0 раза перепады давлений под действием ветра и позволяет производить укатку склона бульдозером, повышая одновременно устойчивость откосов отвала.

Для снижения воздухопроницаемости отвалов во многих странах (Бельгия, Англия и др.) порода перед подачей на отвал дробится до крупности менее 50 мм. Дроблению породы обычно предшествует выборка угля и древесины.

Значительное снижение проницаемости отвала происходит при укатке слоев породы транспортными средствами, бульдозерами, скреперами и специальными катками. Так, после укатки бульдозером слоя породы толщиной 0,5-1,0 м его проницаемость снижается в пять-десять раз. Эффективное уплотнение достигается при толщине слоя не более 1,5-2,0 м. При большом содержании глинистых пород эффективность уплотнения повышается при обильном смачивании породы водой.

Для снижения воздухопроницаемости откосов рекомендуется производить их закрытие после отсыпки очередного слоя породы труднопроницаемыми негорючими материалами (глиной, песком, глинистым грунтом, мелкой перегоревшей породой). Толщина слоя инертного материала зависит от коэффициента его проницаемости. Перегоревшая порода должна применяться для изоляции только после дробления или отсеивания до размеров менее 50 мм при условии, что содержание горючих веществ в ней не превышает 15 %. Толщина изолирующего слоя в этом случае должна быть не менее 1,0-1,5 м.

В некоторых случаях для снижения воздухопроницаемости породных отвалов рекомендуется применять сгущенные хвосты флотации, однако в связи с большим содержанием в них горючих веществ и влаги эта рекомендация нуждается в дополнительной проверке. Флотохвосты можно использовать только в смеси с другими изолирующими материалами или с отвальной массой в соотношении 1 : 3 при условии, что зольность смеси будет не менее 80, а влажность – не более 10 %. На территории ЦОФ “Донецкая” находится двадцать шламоотстойников, в которых складировано 250 тыс. т шлама зольностью около 50 %. Как следует из вышесказанного применение таких шламов запрещено. Следует отметить, что в отстойниках ЦОФ “Донецкая” содержится около 125 тыс. т мелкого антрацита, который можно после переобогащения шлама в качестве топлива. Переобогащение шламов, содержащихся в отстойниках этой и других обогатительных фабрик позволит получить дополнительное сырье для коксования и энергетики, а также высококачественный материал для изоляции породных отвалов.

В последние годы много внимания уделяют такому источнику вторичного сырья для энергетики и коксования как шламонакопители и илонакопители обогатительных фабрик. Исследованиями института Укрнииуглеобогащение установлено, что в 1999 г. в шламонакопителях содержалось 136 млн. тонн шлама с зольностью от 35 до 70 %, а расчетные ресурсы извлекаемого вторичного топлива зольностью 30 % составляют около 25 млн. тонн. В настоящее время ведутся работы по использованию этих отходов различными путями – от глубокого обогащения до шихтования шламов с другими продуктами.

Из шламонакопителей в последние годы извлекают 2,0-2,5 млн. тонн угля, который используется в коксохимии или энергетике и коммунальном хозяйстве. Используются различные варианты обогащения, как с применением основного оборудования обогатительных фабрик, так и с дополнением цикла грохотами, гидроциклонами, винтовыми сепараторами и т.д. Одним из используемых способов извлечения угля из шламонакопителей обогатительных фабрик является флотация.

Обогащение мелкого угля пенной флотацией происходит за счет различной гидрофобности поверхности частиц угля и породы. Угли, находящиеся в шламонакопителе в течение многих лет под воздействием атмосферных условий окисляются, на их поверхности образуются гидрофильные функциональные группы, что усложняет процесс флотации за счет уравнивания гидрофобности частиц угля и породы.

Лабораторные исследования обогатимости шламов из шламонакопителей 5 обогатительных фабрик показали, что прямая флотация идет очень слабо. Степень извлечения угля в концентрат составляет до 74 – 76 %, выход концентрата 36 – 64 % при зольности отходов 43 – 75 %, что четко видно по результатам флотации шлама ГП

“Антрацит” (табл.1), проведенной на флотомашине МФ-4 с использованием флотореагента УР-410 в сочетании с пенообразователем ПОД и без него. Аналогичные исследования, проведенные на шламе ЦОФ “Дзержинская” зольностью 25,45 % и 54,1 % подтверждают сложность проведения процесса обогащения шламов независимо от их первоначальной зольности.

Таблица 1. Результаты флотации шлама ГП “Антрацит” А^с 34,91 % флотореагентом УР-410 и раствором масла ПОД в УР-410

№	Флотореагент	расход флотореагента, кг/т	концентрат		расходы		степень извлечения угля %
			выход %	зольность %	выход %	зольность %	
1	УР-410	1,5	36,9	20,6	62,8	43,5	45,0
2	УР-410 1,25	2,0	48,1	13,8	51,6	54,8	63,7
3	15% р-р масла ПОД	1,5	62,5	13,1	37,2	71,8	83,4
4	15% р-р масла ПОД	1,25	44,3	17,0	55,4	49,4	56,5
5	10% р-р масла ПОД	1,5	43,3	20,6	56,5	46,0	52,8
6	10% р-р масла ПОД	1,5	64,6	13,3	35,1	75,0	86,0

В связи с этим были проведены исследования обогатимости шламов совместно с шихтой фракции менее 1 мм Авдеевского коксохимического завода (табл.3). При совместной флотации углей с зольностью 23 % выход концентрата с зольностью до 7 % составил 66-79 %, а степень извлечения угля - 86-97 %. Введение в пульпу от 2,5 до 10 % шлама приводит к увеличению выхода концентрата до 8 % и повышению зольности отходов при зольности концентрата до 8 % и практически неизменной степени извлечения угля в концентрат.

Аналогичные исследования, проведенные на шихте Авдеевского коксохимического завода со шламом Горловского КХЗ, содержащим класс – 1мм шихты для коксования, показал (табл.4), что введение шлама приводит к повышению зольности концентрата при одновременном повышении его выхода (расход УР-410 – 1 кг/т).

Запатентован способ совместной флотации угля и шлама, который использован на обогатительной фабрике АКХЗ, что позволило дополнительно получить несколько тысяч тонн шихты для коксования.

Таблица 2. Результаты флотации шламов ОФ “Дзержинская” А^с 25,45 % и 54,1 % флотореагентом УР-410 и раствором масла ПОД в УР-410

№	зольность шлама А ^с , %	флотореагент	расход флото реагента, кг/т	концентрат		расходы		степень извлечения угля %
				выход %	зольность %	выход %	зольность %	
1	25,45	УР-410	1,5	80,0	14,3	19,7	71,1	91,9
2	25,45	УР-410	1,0	42,9	13,5	56,8	34,6	49,8
3	25,45	УР-410	0,5	32,4	20,1	67,3	28,1	34,7
4	25,45	5% раствор масла ПОД	0,5	33,8	18,5	65,9	29,1	37,0
5	54,1	УР-410	1,5	35,0	25,8	64,7	69,5	58,1
6	54,1	УР-410	2,0	35,7	31,1	64,0	67,2	53,6
7	54,1	20% раствор масла ПОД	1,5	46,1	21,1	53,6	82,8	79,3
8	54,1	20% раствор масла ПОД	1,25	45,6	21,9	54,1	81,7	77,6
9	54,1	20% раствор масла ПОД	1,0	32,5	48,5	67,2	57,0	36,5

На данный момент ни одна из действующих установок по переработке шламов не использует законченного цикла, который обеспечил бы безотходную систему. Разжиженные отходы направляются обратно в шламонакопители, что усложняет их эксплуатацию и способствует загрязнению окружающей среды. Экологические проблемы на обогатительных фабриках возникают из-за необходимости сброса породы и жидких флотохвостов в отвалы и накопители длительного хранения, что требует отторжения значительных земельных площадей и угрожает проникновением шламовых вод в грунт. Все это приводит к поиску альтернативных способов использования высокозольной мелкозернистой массы.

Как указывалось выше в перечне рекомендованных для изоляции отвала материалов нет шламов флотации, так как они обычно содержат большое количество горючих веществ, хотя по изоляционным свойствам превосходят большинство рекомендованных инертных изоляторов. Снижение содержания горючих веществ в переобогащенном шламе до 20-15 % позволяет рекомендовать их для использования при изоляции склонов породных отвалов.

При подаче шламов в виде пульпы твердые частицы, эквивалентный диаметр которых 0,2 мм, будут глубоко проникать в тело отвала,

обволакивать частицы угля и горючих материалов, полностью предотвращая возможность их окисления и самовозгорания.

Технология использования шламов для предупреждения самовозгорания отвальных пород должна разрабатываться для каждого отвала отдельно с учетом способа его отсыпки, вида транспортирования шлама и комплекса противопожарных мероприятий. Толщина слоя шлама при его укладке в концентрированном виде должна составлять 0,15-0,20 м.

При закладке полигонов твердых бытовых отходов (ТБО) также рекомендуется переслаивать слои негорючими инертными материалами, в качестве которых могут использоваться переобогащенные шламы из близрасположенных шламоотстойников. Они могут применяться как основа противопожарных барьеров и перемычек, а также как изолирующий материал, если на отвале предусмотрен отбор свалочного газа.

Поступила в редакцию 13.05.04

Таблица 3. Результаты флотации шихты АКХЗ со шламом ЦОФ Дзержинская

№	Состав шихты, %	Зольность шихты, А ^с , %	Реагентный режим, кг/т	Концентрат		Отходы		Степень извлечения угля в концентрат, %	Количество угля, извлекаемого из 1т шлама, кг/т
				Выход, %	Зольность, %	Выход, %	Зольность, %		
1	Уголь 100 %	24,4	УР-410 - 1	72,0	5,6	27,7	73,6	88,4	-
2	Уголь 98 %, шлам 2 %	24,9	УР-410 – 1	70,9	5,8	28,8	72,2	88,9	433,4
3	Уголь 95 %, шлам 5 %	25,7	УР-410 – 1	71,9	6,1	27,8	76,7	90,8	435,8
4	Уголь 90 %, шлам 10%	27,0	УР-410 – 1	66,9	6,0	32,8	70,1	86,1	422,0
5	Шлам 100 %	51,0	УР-410 – 1	35,6	15,8	64,1	70,8	61,2	300,0
6	Уголь 100 %	24,4	УР-410 – 2	79,4	7,4	20,4	91,0	97,2	-
7	Уголь 98 %, шлам 2 %	24,9	УР-410 – 2	78,8	7,0	21,0	92,5	97,5	477,5
8	Уголь 95 %, шлам 5 %	25,7	УР-410 – 2	76,3	6,9	23,5	87,3	95,6	468,8
9	Уголь 90 %, шлам 10%	27,0	УР-410 – 2	73,9	7,0	25,8	84,6	94,1	461,1
10	Шлам 100 %	51,0	УР-410 – 2	36,6	14,9	68,1	68,0	54,9	269,2
11	Уголь 100 %	25,6	УР-410 – 1 ПОД – 0,1	73,6	9,2	23,5	79,1	92,6	-
12	Уголь 98 %, шлам 2 %	25,8	УР-410 – 1 ПОД – 0,1	75,3	9,1	24,5	77,2	92,0	450,8
13	Уголь 95 %, шлам 5 %	26,8	УР-410 – 1 ПОД – 0,1	75,5	8,8	24,2	82,2	93,7	459,1
14	Шлам 100 %	51,0	УР-410 – 1 ПОД – 0,1	54,5	22,3	45,2	86,0	86,0	421,3

Таблица 4. Результаты совместной флотации угля Авдеевской ОФ со шламом Горловского КХЗ

№	Флотируемый материал	Исходная зольность, %	Расход флото-реагента УР-410, кг/т	Концентрат		Отходы		Степень извлечения угля, %	Выход беззольного угля, кг/т
				Выход, %	Зольность, %	Выход, %	Зольность, %		
1	Уголь 100 %	25,4	1	67,4	6,6	32,3	64,8	88,4	629,9
2	Уголь 98 %, шлам 2 %	25,7	1	69,7	6,9	30,0	69,7	87,4	649,0
3	Уголь 95 %, шлам 5 %	26,2	1	72,2	7,7	27,5	75,2	90,3	666,6
4	Уголь 90 %, шлам 10%	27,0	1	71,2	8,1	28,5	74,5	89,6	654,0
5	Шлам 100 %	42,2	1	43,9	23,4	55,8	57,1	75,7	438,8
6	Уголь 100 %	25,2	1,5	74,5	6,9	25,2	79,6	92,7	693,4
7	Уголь 98 %, шлам 2 %	25,6	1,5	74,3	7,1	25,4	80,0	92,8	690,5
8	Уголь 95 %, шлам 5 %	26,1	1,5	72,5	7,2	27,2	76,9	91,06	672,9
9	Уголь 90 %, шлам 10%	27,0	1,5	73,6	7,7	26,1	81,6	93,0	679,1
10	Шлам 100 %	42,8	1,5	50,0	22,6	49,7	63,5	77,4	442,5

BRUCH- UND ABRIEBPHÄNOMENE BEI DER BEANSPRUCHUNG VON GRANULATEN

S. Antonyuk, J. Tomas

Otto-von-Guericke Universität Magdeburg, Institut für Verfahrenstechnik
Magdeburg, Deutschland

Die Granulate gewinnen mehr an Bedeutung in der industriellen Produktion als z.B. Katalysatoren, Adsorbentien, Keramik u a. Offensichtliche Vorteile der Granulate gegenüber Pulvern sind höhere Schüttdichte, günstige Korngrößenverteilung, besseres Fließ- und Dosierverhalten, geringe Staubbelastung. Damit einige verfahrenstechnischen Probleme vermeiden, wie z.B. die Zeitverfestigung und die Entmischung der Schüttgüter in Lager- und Transportbehältern. Außerdem erreicht man durch spezielle Herstellungsbedingungen bestimmte Materialeigenschaften wie eine regelmäßige Form, notwendige Porosität, innere Oberfläche. Durch Granulation erzeugt man auch verschiedene Waschmittelmittel und pharmazeutische Produkte.

Beim Transport oder Handhabung treten die Bruch- und Abriebprozesse der Granulat Körner auf. Damit ändert sich ihre Korngrößenverteilung bzw. Produktqualität, und es entsteht eine Gefahr für die Gesundheit durch die schädliche Staubbildung. Um diese Prozesse vermeiden zu können, müssen die mechanischen Bruchprozesse von Granulaten mit Hilfe des Experimentes physikalisch aufgeklärt werden.

Man unterscheidet grundsätzlich zwei verschiedenen Mechanismen der Korngrößenabnahme bei der Beanspruchung von Granulaten:

1) Der Abrieb der Granulate erfolgt unter der Wirkung von Reibungskräften und niedrigen Normalkräften. Größe und die Menge der dabei entstehenden Abriebpartikeln hängen von der Granulatkorneroberfläche ab und konnten in Abhängigkeit von der Beanspruchungshäufigkeit und -intensität bestimmt werden. Wenn die Granulat Körner eine glatte Oberfläche und eine runde Form oder sogar eine spezielle Hülle, wie es z.B. Tabletten haben, dann kann es nur während lange Abriebzeit kommen. Viele Granulate haben eine unregelmäßige Form und Oberfläche mit den Rauigkeitsspitzen oder Defekten (Abb.1 I), die bei der Granulatbewegung zum Abrieb kommen können. Dadurch wird nach dem Abrieb die Oberfläche glatter (Abb.1 II).

2. Der Bruch wird bei der Druck- oder Prallbeanspruchung mit großen Normalkräften erreicht. Das Bruchereignis kann auch bei niedrigen Kräften durch die Ermüdungsprozesse auftreten.

Für die Untersuchungen der Bruchprozesse bei der Druckbeanspruchung wurden 3 kugelförmige Granulate ausgesucht,

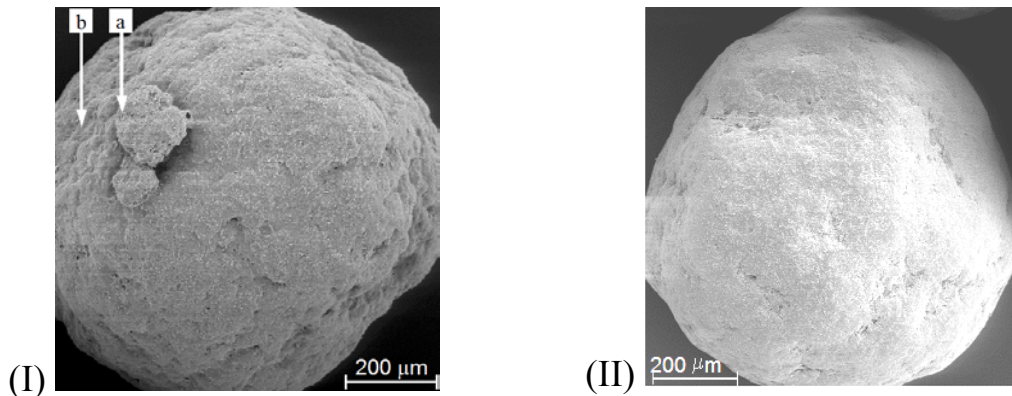
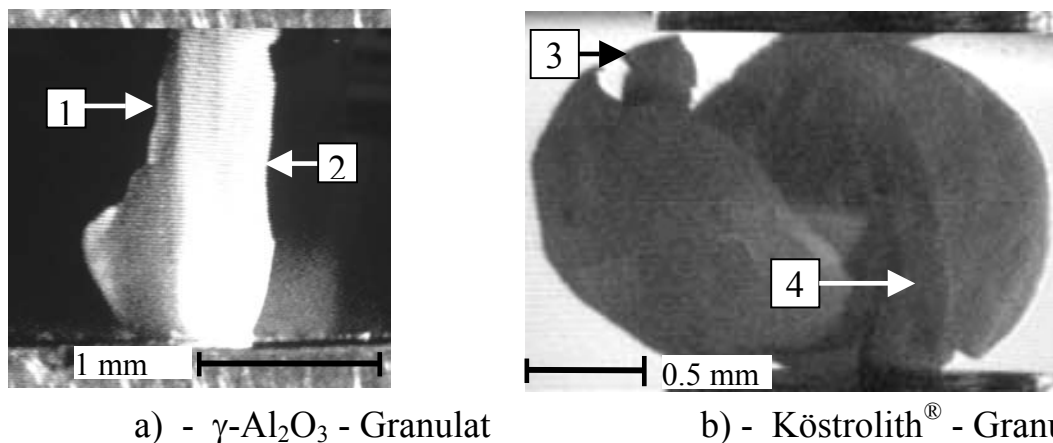


Abb. 1. Die REM-Aufnahmen der Oberfläche von einem Natriumbenzoat-Granulat Korn vor (I) und nach (II) der Abriebbeanspruchung: a - Defekte, b - die Rauigkeitsspitzen.

γ -Al₂O₃, das synthetische Alumosilikat Köstrolith[®] und Natriumbenzoat (C₆H₅COONa), um sowohl das elastisch-spröde, elastisch-plastische als auch das plastische Verhalten zu untersuchen. Die Versuche wurden mittels des Granulatfestigkeits-Prüfsystem (Fa. Etewe) durchgeführt, das den Test auf Druckfestigkeit ermöglicht.



a) - γ -Al₂O₃ - Granulat

b) - Köstrolith[®] - Granulat

Abb. 2 Bruchphänomene beim spröden (a) und elastisch-plastischen Materialverhalten (b) der Granulate: 1) die divergent zur Belastungsachse laufende Bruchfläche; 2) unzerkleinerte Achse; 3) unzerkleinerter Restkegel; 4) die Meridianbruchfläche.

Die Bruchphänomene bei der Druckbeanspruchung sind davon abhängig, ob das Granulat elastische oder plastische Verformungen vor dem Bruch hatte. Einige Bruchphänomene beim elastisch-spröden Verhalten zeigt Abb. 2.

Поступила в редакцию 13.05.04

ОБОСНОВАНИЕ АППАРАТУРНОГО ОФОРМЛЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НИЗКОСОРТНЫХ ВЫСОКОЗОЛЬНЫХ УГЛЕЙ И ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

М.А.Остапенко, М.П. Зборщик, А.Н.Нестеров
Донецкий национальный технический университет

Проведен анализ различных вариантов аппаратного оформления процессов термической переработки низкосортных высокозольных углей и органических отходов. Рассмотрена методика выбора аппаратного оформления, которая учитывает сырьевой, экологический, научно-технический, экономический, социальный и нормативно-правовой аспекты.

При решении проблемы повышения эффективности использования ресурсного потенциала низкосортных высокозольных каменных и бурых углей и органических отходов необходимо учитывать основные требования, предъявляемые к аппаратному оформлению термических процессов, которые заключаются в следующем: возможность переработки рядового (необогащенного) угля разной степени метаморфизма и органических отходов с зольностью до 50-60%; возможность работы в маневренном режиме с сохранением высоких технических и экономических показателей; значительное сокращение выбросов вредных веществ в окружающую среду; высокая степень использования органической массы угля и отходов. Указанным требованиям в различной мере отвечают следующие аппараты :

- с низкотемпературным кипящим слоем (НКС);
- с высокотемпературным кипящим слоем (ВКС);
- с циркулирующим кипящим слоем (ЦКС):
 - ЦКС с выносными циклонами:
 - а) «Лурги»(Германия);
 - б) «Пирофлоу»(Финляндия,США);
 - в) «Мультисолид»(США);
 - г) «Циркофлюид»(Германия);
 - ЦКС с жалюзийными пылеуловителями;
- с фонтанирующим слоем (ФС);
- с циркулирующим фонтанирующим слоем (ЦФС);
- с кипящим слоем под давлением (КСД);
- с циркулирующим кипящим слоем под давлением (ЦКСД).

Применение каждого из этих аппаратов в конкретных условиях требует специального обоснования с учетом сырьевого, экологического,

научно-технического, экономического, социального и нормативно - правового аспектов.

Сырьевой аспект предполагает, что при обосновании выбора аппаратного оформления для термической переработки углей и органических отходов необходимо учитывать их реакционную способность, зольность, содержание серы, состав органической и минеральной компонент.

Экологический аспект предъявляет следующие требования к аппаратному оформлению:

- содержание вредных газообразных выбросов (CO, CO₂, SO₂, NO_x, пыль) в атмосферу не должно превышать установленных нормативов во всем диапазоне рабочих нагрузок;
- возможность максимальной очистки и утилизации жидкостей, образующихся в процессе производства, с доведением вредных примесей до минимума, согласованным с региональными органами экологического надзора;
- наличие систем сбора, удаления и утилизации шлака и летучей золы после термического аппарата и систем газоочистки;
- утечки запаха в окружающую среду должны быть сведены к нормативному минимуму;
- уровень шума технологических установок не должен превышать нормативный или, по крайней мере, не превышать фоновые уровни шума в месте расположения объекта;
- технологические установки должны быть укомплектованы приборами и оборудованием для непрерывных и периодических измерений и регистрации содержания вредных примесей в газах, выбрасываемых в атмосферу.

Научно-технический аспект предполагает сравнение аппаратов по таким удельным и абсолютным показателям:

- производительность (массовая и тепловая) и диапазоны их изменения;
- термический КПД в рабочем диапазоне нагрузок, %;
- занимаемая площадь;
- численность обслуживающего персонала;
- уровень проработанности проекта (серийное производство, опытная серия, научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа и др.);
- сложность конструкции;
- абсолютное и удельное количество дополнительного топлива (природный газ, мазут и др.) при номинальной нагрузке;
- необходимость использования дополнительного сырья для обеспечения высокой эффективности технологических процессов (кислород, азот, растворители и др.);

- наличие опыта промышленной эксплуатации аппаратов рассматриваемого типа.

Экономический аспект характеризует абсолютные и удельные затраты на реализацию проекта промышленного внедрения аппарата с учетом всех капитальных и эксплуатационных расходов, а также возможной прибыли от производства тепловой и электрической энергий и утилизации отходов технологического цикла. К сальдовым экономическим показателям относятся: годовой экономический эффект; уровень рентабельности проекта; срок окупаемости проекта.

Социальный аспект включает в себя совокупность показателей, которые имеют какую-либо социальную направленность. При этом принимаются во внимание социальные факторы, которые проявляются только при реализации конкретного проекта. Например, одним из таких социальных показателей является возможность выполнения проектной документации, изготовления части оборудования силами проектных организаций и машиностроительных заводов Украины, что обеспечит их заказами, приведет к увеличению дополнительных рабочих мест и изменению структуры производственного персонала, развитию инфраструктуры региональных населенных пунктов и улучшению жилищных и культурно-бытовых условий.

Нормативно-правовой аспект учитывает необходимость разработки и принятия дополнительных правовых актов, нормативных документов, регулирующих различные стороны реализации проекта, наличие поддержки на уровне государственной и региональной инвестиционной политики (льготное кредитование), возможность формирования новых организационно-производственных структур.

Анализ показал, что аппарат с низкотемпературным кипящим слоем (НКС) целесообразно использовать для термической переработки каменных, бурых углей и отходов углеобогащения с зольностью 20-60% при малой и средней тепловой мощности технологических установок. При этом возможны два варианта применения аппаратов НКС: как первая ступень двухступенчатой термической переработки углей (газификация + сжигание); локальное использование при производстве синтез-газа.

Аппараты с высокотемпературным кипящим слоем (ВКС) могут найти применение для термической переработки низкорекреационных и низкокалорийных каменных углей при малой тепловой мощности. Аппараты ВКС имеют неудовлетворительные экологические показатели (большие выбросы NO_x) и малую степень использования органической массы угля (большие потери углерода в уносе), что ограничивает перспективы их использования.

Аппараты с циркулирующим кипящим слоем (ЦКС) находят в настоящее время широкое распространение во многих странах Европы, Азии и Америки. Они могут быть применимы для термической

переработки высокозольных каменных и бурых углей различной степени метаморфизма с зольностью 20-60%, а также промышленных углеродосодержащих твердых отходов.

Установки с аппаратами ЦКС имеют высокие экологические показатели, что делает целесообразным их использование при средней и большой тепловой мощности. Аппараты ЦКС могут быть также использованы для воздушной и паровоздушной газификации углей, биомассы и других органических отходов.

Аппараты ЦКС типа "Лурги" и "Пирофлоу" в последние годы находят широкое распространение для сжигания твердых топлив разной степени метаморфизма (от бурых углей и лигнитов до антрацитов), а также отходов их углеобогащения при производительности 50-750 тонн пара в час.

Аппараты "Циркофлюид" целесообразно использовать для термической переработки бурых и каменных углей с зольностью до 40-45% при малой и средней мощности (до 350 тонн пара в час).

Аппараты типа "Мультисолид" имеют сложное аппаратурное оформление, высокую металлоемкость, требуют больших капитальных затрат, поэтому применение их в настоящее время в Украине не целесообразно.

Аппараты с фонтанирующим слоем (ФС) целесообразны как устройства малой мощности для дожигания коксозольного остатка после его вывода из зоны кипящего слоя аппаратов НКС, ЦКС, КСД, ЦКСД, а также для сжигания полукокса, образующегося при полукоксовании бурых углей.

Установки с аппаратами КСД и ЦКСД имеют сложное аппаратурное оформление, требуют больших капитальных затрат, а отдельные элементы конструкции и технологической схемы еще требуют доработки, что не позволяет планировать их использование в настоящее время. В тоже время эти аппараты имеют высокие технико-экономические и экологические показатели и поэтому являются достаточно перспективными в ближайшем будущем энергетики Украины, что диктует необходимость создания межрегиональной экспериментальной базы на уровне лабораторных и опытно-промышленных установок для испытания различных аппаратов для термической переработки бурого и низкосортных высокозольных каменных углей и твердых органических отходов.

При принятии решения о выборе аппаратурного оформления процессов термической переработки низкосортных высокозольных углей и органических отходов использовался подход, при котором качественные характеристики указанных аспектов оцениваются факторами приоритета Φ_i , а степень соответствия различных вариантов аппаратурного

оформления качественным характеристикам этих аспектов - с помощью количественных коэффициентов K_i .

Количественные коэффициенты K_i оцениваются по единой шкале значений. Если в рассматриваемом варианте аппаратного оформления характеристики рассматриваемого аспекта удовлетворяются максимальным образом, то количественному коэффициенту присваивается значение +1, если не удовлетворяется вовсе, то - значение 0. Если характеристика в данном аппарате удовлетворяется частично, то величина коэффициента K_i принимается равной в диапазоне значений $0 < K_i < 1$.

Численные значения факторов приоритета Φ_i и коэффициентов K_i принимались с учетом экспертных оценок специалистов ГХК «Александрияуголь» и ДонНТУ.

Результирующий критерий определялся по формуле

$$R_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n K_i * \Phi_i,$$

где n – общее количество качественных характеристик по всем аспектам.

Расчет показывает, что в современных экономических условиях Украины максимальный результирующий критерий имеет аппаратное оформление с циркулирующим кипящим слоем с выносными циклонами (“Лурги”), которое позволяет реализовать комбинированную технологию полукоксования и газификации бурого угля. Агрегат для полукоксования устанавливается на тракте возврата коксозольного остатка вместо выносного теплообменника кипящего слоя. При этом тепло коксозольного остатка используется для нагрева угля до температуры полукоксования $500 - 550^{\circ}\text{C}$.

Поступила в редакцию 13.05.04

БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ САМОВОЗГОРАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД, СПОСОБЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВОЗГОРАНИЯ И ТУШЕНИЯ ГОРЯЩИХ ОТВАЛОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

М.П.Зборщик, д.т.н., проф.,
Донецкий национальный технический университет
В.В.Осокин, д.т.н., проф.

Донецкий государственный университет экономики и торговли

Изложены условия, особенности и закономерности самонагревания и возгорания горных пород, их взаимосвязи. Определены пути и новые способы предотвращения и подавления этих опасных и вредных природных проявлений на шахтах углепромышленных районов.

Проблема предотвращения самовозгорания осадочных горных пород и тушения пожаров является одной из наиболее крупных и актуальных в жизни и производственной деятельности густонаселенных углепромышленных районов Донецкого региона. Решение этой проблемы обеспечивает повышение безопасности труда подземных горнорабочих, существенно уменьшает количество сложных и опасных аварий на угольных шахтах, предотвращает большие материальные убытки и резко уменьшает загрязнение окружающей техногенной и природной среды. За последнее десятилетие в угольных шахтах ежегодно происходило от 15 до 40 эндогенных пожаров (вследствие самовозгорания угля или углесто-глинистых пород). На территории Украинского Донбасса имеется около 1100 породных отвалов, в которых заскладировано более 1 млрд.м³ породы, занимающей площадь 5526 гектаров. С отвалов (терриконов) ветер сдувает сотни тысяч тонн пыли, примерно третья часть их (около 360) являются горящими. При сгорании 1 кг породы происходит загрязнение до опасного предела от 6,7 до 8,7 млн. м³ атмосферного воздуха. Из горящих отвалов в атмосферу выделяется около двух десятков вредных веществ: оксид углерода, углекислый газ, сернистый газ, серный ангидрид, сероводород, сероуглерод, серооксид углерода, оксиды азота, серная кислота, цианводород, аммиак, цианиды, тиоцианаты и др.

В настоящее время пока нет единого мнения о природе самовозгорания осадочных горных пород. Многие специалисты считают, что причиной самовозгорания пород является их взаимодействие с

кислородом атмосферного воздуха. Не вдаваясь в особенности доказательств кислородной теории самовозгорания углей и углистоглинистых пород, отметим лишь один решающий довод о ее весьма недостаточной обоснованности и достоверности. За всю историю существования кислородной теории нет ни единого экспериментального доказательства, чтобы при насыщении угля кислородом произошло его самовозгорание. Имеется также ряд других предположений и попыток объяснить природу самовозгорания твердых горючих ископаемых (пиритная гипотеза разложения в угле вследствие экзотермической реакции дисульфида железа при участии влаги и кислорода, воспламенения при обычной температуре образующегося при выщелачивании пирита пиррофорного железа и др.), но все они не имеют убедительных обоснований и остаются лишь предметом научных дискуссий.

Согласно практике, самовозгораются обычно влажные горные породы при слабой аэрации их поверхности. Очаги самонагревания пород часто обнаруживаются по выделениям сульфатов железа и серной кислоты. Образование этих веществ, естественно, возможно только при окислительном выщелачивании содержащегося в породах пирита.

В теоретическом плане для целостного представления о закономерностях и условиях протекания в горных породах опасных и вредных геохимических процессов и существенных связях действительности самонагревания и самовозгорания пород авторами выполнен комплекс исследований [1, 2, 3]. Микробиологическими исследованиями установлено, что в шахтных водах Донбасса имеются палочковидные тионовые бактерии (*Th.ferrooxidans*). Влага и бактерии проникают в породы при конденсации паров, фильтрации воды из затопленных выработок, орошении угля, высоконапорном его увлажнении и процессах обогащения. Микротрещины и макропоры прослоев и линз пирита благоприятны для жизнедеятельности тионовых бактерий. В среде обитания таких бактерий обязательно должны быть следующие два компонента: растворенный кислород и уголекислота. Важнейшее условие существования тионовых бактерий – это наличие кислой среды. Растворенный уголекислый газ является источником углерода для развития бактерий, а источником энергии для них являются процессы окисления железа (II) и элементной серы.

Лабораторные эксперименты показали, что при самонагревании породы происходит изменение морфологии (формы существования) тионовых бактерий в поровом растворе в зависимости от изменения его параметров (температуры, кислотности, наличия питательных субстратов и источников энергии). Суть этого ранее неизвестного природного явления в том, что по мере роста температуры бактерии последовательно приобретают следующие формы: подвижные палочки средних размеров,

переходные (раздутые) формы и длинные палочки, нитчатые структуры, сферические формы. Тионовые бактерии таких форм подобны аэробным хемолитотрофным бактериям, которые способны окислять в гидротермах восстановленные соединения серы и железа при температурах от 30 до 99-100⁰С и рН от 1 до 6,5-7. Установлено также и второе ранее неизвестное явление выделения из пиритсодержащей горной породы элементной серы под действием тионовых бактерий [4], заключающееся в том, что в естественных водно-воздушных условиях тионовые бактерии разлагают в порах породы микрокристаллы пирита по их внешней поверхности на элементную серу и сопутствующие компоненты (серную кислоту, сульфаты, гидроксид железа и др.).

В целом процесс бактериального окислительного выщелачивания пирита (сульфидных минералов) включает две тесно связанные и параллельно протекающие стадии: непосредственное окисление минерала и деструкция кристаллической решетки; окисление образующихся при этом новых веществ (двухвалентного железа и серы). При этом вследствие выделения серной кислоты образуются сернокислотные поровые растворы. Часть неокисленной серы образует с ионами трехвалентного железа и сульфат-ионами коллоидный раствор. Все реакции, связанные с окислительным выщелачиванием пирита, протекают самопроизвольно и являются экзотермическими. В процессах самонагревания пород роль бактерий заключается в следующем: расчленение поверхности пирита и увеличение его реакционноспособной поверхности; окисление серы и двухвалентного железа (в условиях невозможного их чисто химического окисления); предотвращение отложения веществ новообразования на поверхности минерала; непосредственное участие в экзотермических реакциях. Тионовые бактерии, образно говоря, “запускают” экзотермические процессы окислительного выщелачивания пирита, без участия бактерий такие процессы не протекают. Следует отметить, что в кислой среде чисто химическое окисление двухвалентного железа протекает очень медленно. При воздействии же бактерий окисление двухвалентного железа до трехвалентного протекает со скоростью примерно в 500 тыс.раз большей скорости чисто химического окисления. Вместе с тем биохимические процессы, увеличивая реакционную способность поверхности пирита и повышая температуру, интенсифицируют чисто химические процессы окислительного выщелачивания этого минерала, которые способствуют дальнейшему росту температуры и выделению веществ новообразования (серы, серной кислоты и соединений железа).

В естественных условиях самонагревающаяся порода представляет собой биохимический реактор, который затем при температуре более 100⁰С становится чисто химическим реактором. В нем протекает автоклавный процесс окислительного выщелачивания пирита и роста

температуры породы. При дальнейшем нагревании пород элементная сера испаряется. Когда породы прогреются до 248-261⁰С, пары серы воспламеняются на воздухе. От пламени серы воспламеняется десорбирующийся из породы метан, самонагревание породы переходит в ее возгорание. При температуре горения около 300⁰С и более из углей и углеглинистых пород выделяется большое количество весьма опасных и вредных веществ новообразований (перечень многих из них указан в первом абзаце).

Предотвратить самонагревание горных пород (начальную стадию их самовозгорания) в принципе можно двумя путями: исключить проникновение в породы вод, содержащих тионовые бактерии и необходимые для их жизнедеятельности растворенные газы; целенаправленно воздействовать на среду обитания бактерий (подавить их активность). Практически более приемлем второй путь – это значит увеличить рН жидкой среды (кислую среду превратить в щелочную) или резко уменьшить содержание кислорода и углекислого газа.

Достаточно просто повысить рН среды – надо в воду добавить гидроксиды или карбонаты натрия, калия, кальция, т.е. NaOH, KOH, Ca(OH)₂, Na₂CO₃, K₂CO₃, CaCO₃. При воздействии такой водой на пиритсодержащие породы декарбонизируются поровые растворы и происходит связывание веществ новообразования. Если использовать растворы NaOH или KOH, то процесс декарбонизации поровых растворов сопровождается образованием на поверхности горной породы защитного слоя из карбоната кальция CaCO₃ и гидроксида магния Mg(OH)₂. При декарбонизации порового раствора гидроксидом кальция Ca(OH)₂, т.е. известковой суспензией, также образуется защитный слой из карбоната кальция, а в случае избытка извести может образоваться защитный слой из CaCO₃ и Mg(OH)₂. Когда вода с указанными выше добавками попадает в пиритсодержащие породы и в них уже начали протекать биохимические процессы окислительного выщелачивания пирита, происходят реакции взаимодействия этих веществ с сульфатами железа и образуется гидроксид железа (III), выпадающий в осадок. Нейтрализация серной кислоты известковой суспензией сопровождается образованием защитного гипсового слоя CaSO₄·2H₂O на поверхности горной породы. Эффективность использования возможных других веществ для предотвращения самовозгорания углей и углисто-глинистых пород достаточно полно рассмотрена в работе [5].

Растворы и суспензии гидроксидов и карбонатов N, K, Ca в равной мере можно использовать и для тушения очагов горения горных пород. При этом одновременно происходит охлаждение породы жидкостью и нейтрализация содержащихся в ней веществ новообразования. Следует отметить, что на всех стадиях самонагревания и горения пиритсодержащих горных пород эти растворы и суспензии являются наилучшими

ингибиторами по полноте и эффективности нейтрализации процессов образования вредных веществ (опасных и вредных газов, серной кислоты, серы и т.д.).

Новые способы профилактики самовозгорания и тушения горящих породных отвалов испытаны и использованы на ряде угольных шахт. Во всех случаях в качестве щелочной жидкости применяли воду с добавками извести (известковой суспензии). Известь – достаточно дешевое сырье, ее имеется много как отходов металлургического производства. Обработывали породу 3-5-процентной известковой суспензией. Расход гашеной извести 30-50 кг на 1 м³ воды и 6-15 кг на 1 м³ горной породы.

В объединении “Донецкуголь” впервые предварительная обработка породы перед складированием ее на плоском отвале испытана на шахте “Заперевальная” ш/у им. газеты “Социалистический Донбасс”. Заскладировано 10 тыс.т обработанной породы, в течение трех лет наблюдений не было никаких признаков ее самонагревания. На шахте “Трудовская” потушена порода в плоской части отвала на площади примерно 1800 м². На шахтах №9 “Капитальная”, №6 “Красная Звезда”, №12 “Наклонная” произведено тушение породы в конических частях горящих отвалов. Осуществлено тушение породного отвала шахты “Гуковская” и ЦОФ “Гуковская” объединения “Гуковуголь” (Россия).

Новые способы профилактики самовозгорания горных пород и тушения горящих породных отвалов достаточно простые, надежные и малозатратные. Для их крайне необходимого и повсеместного внедрения в углепромышленных районах Донбасса и других регионов не требуется создания какого – либо специального оборудования и машин. Уже есть весь комплекс серийно выпускаемых машин, изделий, приборов для технического оснащения установок профилактики самовозгорания пород и тушения горящих отвалов (электродвигатели, насосы, вакуумнасосы, трубы и т. д.). В качестве веществ-ингибиторов представляется возможность использовать отходы ряда отраслей промышленности. Сооружение промышленных установок вполне посильно даже структурным подразделениям действующих шахт или управлениям по реструктуризации и закрытию шахт. Использование новых способов во многом предопределяет успех озеленения породных отвалов и оздоровления окружающей природной среды.

В силу кризисного состояния угольной отрасли и в целом народного хозяйства Украины в последнее десятилетие использование новых способов и технологий профилактики самовозгорания и тушения горящих породных отвалов практически прекращено (главным образом из-за причин финансового и социального характера). В последующие годы при нормальных экономических условиях функционирования угольной отрасли значимость этих способов остается неизменной, а необходимость их использования будет непременно возрастать.

Литература

1. Зборщик М.П., Осокин В.В. Предотвращение самовозгорания горных пород, - К.: Техника, 1990. – 176 с.
2. Зборщик М.П., Осокин В.В. Предотвращение экологически вредных проявлений в породах угольных месторождений. – Донецк: ДонНТУ. – 178 с.
3. Зборщик М.П., Осокин В.В. Горение пород угольных месторождений и их тушение. – Донецк: ДонНТУ, 2000. – 180 с.
4. Зборщик М.П., Осокин В.В. Явление выделения из пиритсодержащей горной породы элементной серы под действием тионовых бактерий. – М.: Международная ассоциация авторов научных открытий, диплом №79 на открытие, 1998.
5. Зборщик М.П., Осокин В.В. О веществах, предотвращающих и подавляющих опасные и вредные проявления в пиритсодержащих горных породах // Уголь Украины. – 1997.- №12. – С.40-41.

Поступила в редакцию 13.05.04

ПРИМЕНЕНИЕ МЕМБРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ

д.т.н. Высоцкий С.П., инж. Фаткулина А.В.
Автомобильно-дорожный институт ДонНТУ

В настоящее время в мировой практике широко используются мембранные технологии, которые позволяют успешно решать проблемы предотвращения загрязнения окружающей среды: воды и воздуха.

Наибольшее распространение получили мембранные технологии очистки водных растворов. В ряде случаев эти технологии являются безальтернативными, например, при необходимости получения глубокообессоленной и питьевой воды при высокой минерализации исходной воды. Самыми доступными и относительно простыми в эксплуатации являются обратноосмотическая и нанофильтрационная технологии. Это позволяет использовать их даже в домашних условиях. Важным обстоятельством при этом является то, что мембраны задерживают также вирусы и микробы.

Разница между обратноосмотической и нанофильтрационной технологией состоит в различии пор в используемых мембранах. Благодаря большим размерам пор в нанофильтрационных мембранах последние обладают способностью пропускать через себя большую часть однозарядных ионов и задерживать двух- и трехзарядные ионы. Наиболее широко этот вид мембран применяется во Франции для умягчения воды.

Обратноосмотические мембраны на 92-98% задерживают практически все соли и пропускают через себя, в основном, только молекулы воды.

Основным преимуществом мембранных технологий является почти полное исключение потребления реагентов и резкое сокращение количества солей, сбрасываемых в поверхностные водные источники. В отечественной практике и в практике водоподготовки в странах СНГ до настоящего времени самой распространенной технологией очистки воды от солей, в том числе и катионов жесткости, является ионообменная технология. Недостатком этой технологии является необходимость использования значительного количества реагентов для регенерации фильтров и сброс большого количества засоленных стоков в поверхностные водоемы. При этом масса сбрасываемых солей в 3-4 раза превышает массу солей извлекаемой из обрабатываемой воды. Недостатком ионообменной технологии является также периодичность процессов взрыхления, регенерации и отмывки, а также рабочего процесса

фильтрации воды, что усложняет технологические операции эксплуатации фильтров, в частности, контроль качества фильтрата и автоматизацию работы фильтров.

Преимуществом мембранных технологий является также непрерывность технологического процесса очистки воды, отсутствие необходимости периодического выполнения операции по регенерации материалов.

Несмотря на ряд указанных явных преимуществ мембранных технологий, последние имеют некоторые недостатки. Основным недостатком является необходимость более тщательной, по сравнению с ионитной технологией, предочистки воды во избежание загрязнения мембран и снижения их пропускной способности и селективности. Большая чувствительность к загрязнениям обуславливает также меньший, по сравнению с ионообменными смолами, срок службы мембран - 2-3 года по сравнению с 6-7 годами для ионообменных материалов.

Аппараты мембранной технологии являются достаточно дорогим оборудованием. При его эксплуатации это оборудование необходимо использовать с одной стороны интенсивно, для возврата капитальных вложений, и с другой стороны квалифицированно, во избежание быстрой потери его служебных характеристик.

Основываясь на данных зарубежных фирм-изготовителей мембран и данных эксплуатации обратноосмотических установок в отечественной практике, определены основные факторы, влияющие на технологические параметры работы мембран. При обработке эксплуатационных данных использованы данные затрат по обратноосмотической установке производительностью 700 т/ч концерна «Стирол» (фирма «Осмоникс») и данные по обратноосмотическим аппаратам производительностью до 1 т/ч фирм «Rain Soft» и «Eco water».

Обработаны данные фирмы «Filmtec» - изготовителя пленочных рулонных элементов и «Metito» - (дочерняя компания фирмы «Dupont») – по волоконным и рулонным элементам.

Производительность обратноосмотических элементов в значительной степени зависит от температуры. При повышении температуры обрабатываемой воды проницаемость мембран увеличивается обратнопропорционально вязкости раствора. Однако для полимерных мембран, которые склонны к размягчению при повышении температуры выше предельного значения ($>40^{\circ}$) происходит снижение проницаемости мембран и даже её падение до полного прекращения расхода. Это объясняется усиленной усадкой материала мембраны (крипом) и полным разрушением пористой структуры.

Для мембран фирмы «Filmtec» зависимость безразмерного коэффициента проницаемости мембран «К» от температуры « t° С» выражается следующей формулой:

$$K = 0.000032 \exp [0.0347 (t + 273)] \quad (1)$$

При этом зависимость расхода воды от температуры описывается следующим уравнением:

$$Q = Q_0 0.000032 \exp [0.0347 (t + 273)] , \quad (2)$$

где Q_0 – расход воды при температуре 25°C .

Повышение температуры наряду с увеличением производительности мембранных элементов несколько уменьшает селективность мембраны – их способность задерживать соли.

Действующей силой обратноосмотического обессоливания воды является давление обрабатываемой воды. Зависимость расхода воды (Q в $\text{м}^3/\text{год}$) через мембранный элемент от давления показана на рисунке 1 и выражается следующей формулой:

$$Q = 0.00215 P^{2.438} , \quad (3)$$

где P – давление в барах.

С другой стороны, если сравнить эксплуатационные характеристики мембранных элементов, которые используются при отличающейся минерализации исходной воды, необходимо учитывать изменение осмотического перепада давления на мембране так как расход воды определяется следующей теоретической зависимостью:

$$Q = K \cdot (\Delta P - \Delta \pi) T \cdot M \cdot A / \delta , \quad (4)$$

где Q – расход воды через мембранный элемент;

K – коэффициент проницаемости для воды;

A – поверхность мембраны;

δ - толщина мембраны;

ΔP – гидравлический перепад давления на мембране;

$\Delta \pi$ - осмотический перепад давления на мембране (в зависимости от минерализации воды по обе стороны мембраны).

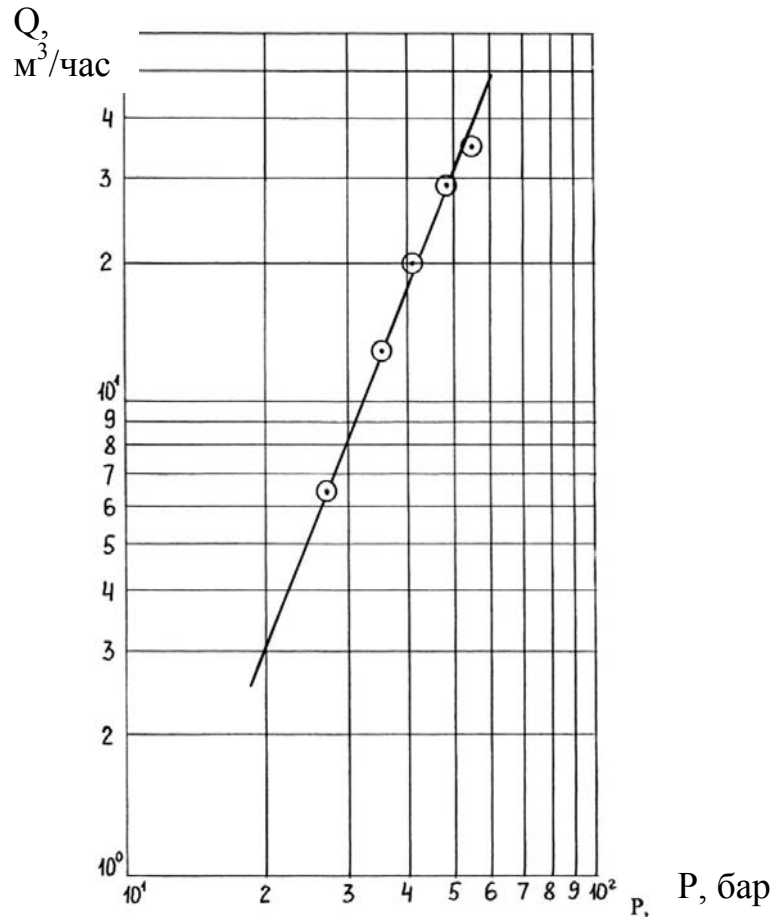


Рисунок 1 – Зависимость соотношения C_0/C от рабочего давления

По формуле (4) повышение минерализации исходной воды приводит к снижению перепада давления на мембране ($\Delta P - \Delta \pi$), что обуславливает снижение производительности установки. Например, при одинаковом давлении исходной воды 4 бар (типичном давлении в водопроводной сети) при солесодержании воды 350 мг/кг – 3500 мг/кг производительность обратноосмотической установки в последнем случае снижается в 3.74 раза. Повышение рабочего давления нивелирует производительность мембранных элементов при разных солесодержаниях.

Увеличение давления обрабатываемой воды увеличивает также степень обессоливания пермиата. Эта зависимость параметра C_0/C от рабочего давления воды показана на рисунке 2. Она описывается формулой:

$$C_0/C = 2.87 \exp(0.079 \cdot P), \quad (5)$$

где C_0, C – соответственно солесодержание обрабатываемой воды и пермиата, мг/ кг;

P – давление обрабатываемой воды, бар.

$$C_0/C$$

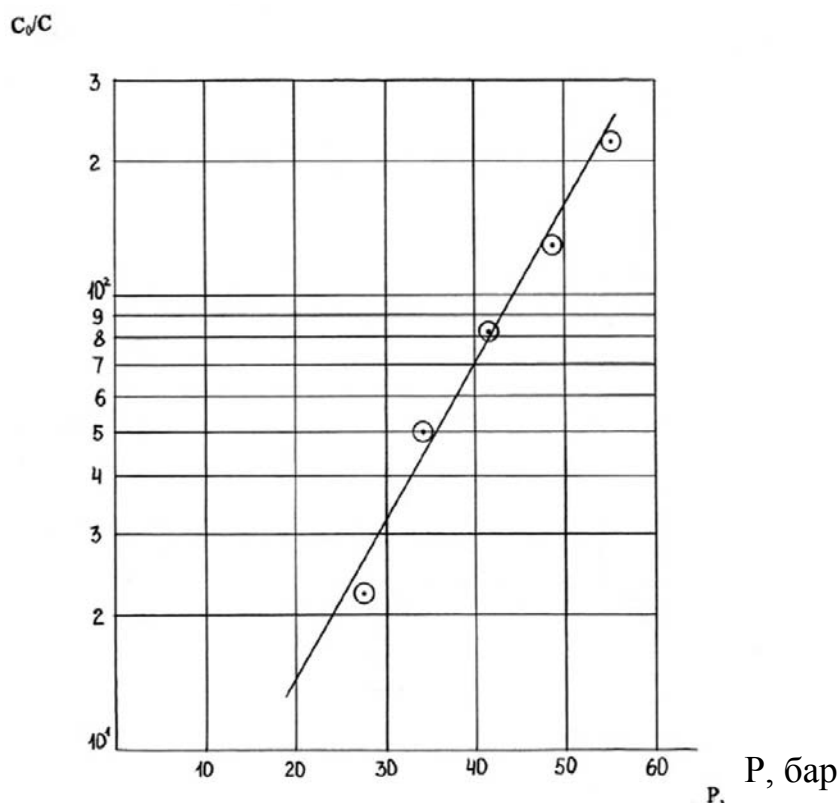


Рисунок 2 – Зависимость производительности мембранного элемента от рабочего давления

Зависимость степени обессоливания от давления обрабатываемой воды выражается формулой:

$$\alpha = 1 - 0.35 \exp(-0.079 P) \quad (6)$$

Следует отметить, что при стремлении к повышению производительности обратноосмотических установок за счет увеличения давления подаваемой воды необходимо учитывать следующие ограничения. Под действием высокого давления (до 50-100 бар) в полимерных мембранах также происходят значительные и необратимые деформации (усадки) и закупорка пор в мембранах.

Следующим перспективным направлением применения мембранных технологий является концентрирование газовых потоков из низкоконцентрированных газовых выбросов. Эта технология может использоваться, например, для концентрирования метана из вентиляционных выбросов шахт.

В процессе разделения сбросной газ разделяется на два потока: пермиат и ретентат. Мембраны в разделительной установке обладают высокой проницаемостью по отношению к углеводородам и относительно низкой по отношению к азоту и кислороду.

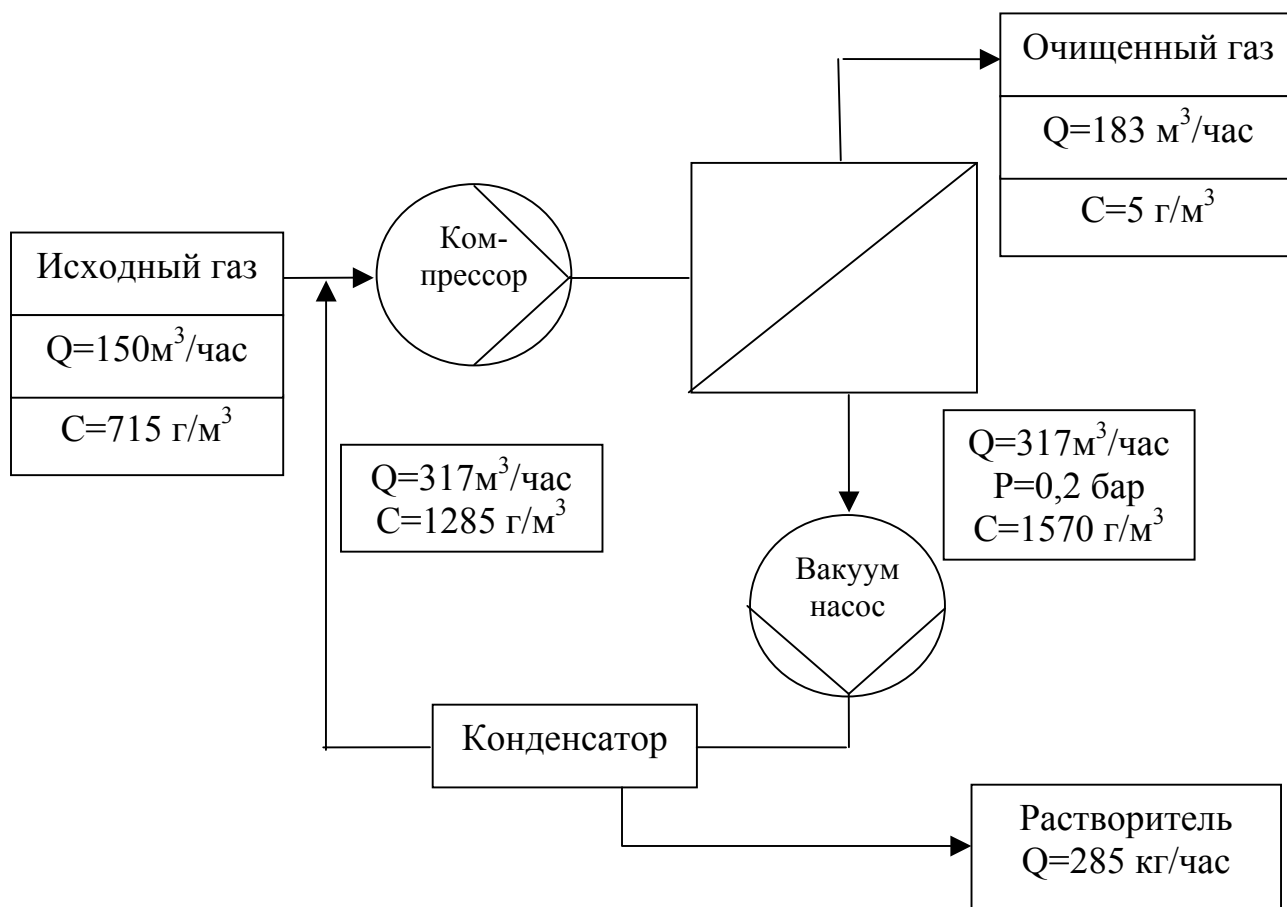
Движущей силой процесса является различие парциальных давлений со стороны пермиата и ретентата. Углеводороды концентрируются со стороны пермиата, а ретентат обогащается азотом и кислородом.

Имеется два альтернативных решения применения мембранных технологий для концентрирования углеводородных соединений: увеличение давления сбросного воздуха и снижение давления пермиата.

При концентрировании углеводород в контуре пермиата этот контур может работать в режиме рециркуляции для повышения концентрации углеводородов.

Эта технология может использоваться, например, для рекуперации растворителей, например, при лакокрасочных работах.

Блок-схема процесса показана на рисунке 3.



Поступила в редакцию 13.05.04

О ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ ДОНЕЦКОГО МЕГАПОЛИСА

Б.С.Панов

Донецкий национальный технический университет

Приведены данные о состоянии воздушной среды Донецкого мегаполиса. Особо выделены приземной озон и ксенобиотики, т.е. химические элементы (ртуть, свинец, цинк и другие), поражающие стенки сосудов сердца и легких, что является одной из главных причин повышенной смертности населения региона.

Донецкий индустриальный мегаполис является одним из крупнейших в Европе и мире, где за более 200 лет промышленной разработки добыто свыше 8млрд.т каменных углей и антрацитов. Он сыграл видную в становлении угольной, металлургической, иных видов промышленности, развитии геологической, горной и других наук, основании университетов, институтов и колледжей. В Донецком мегаполисе доминирует Донецкая область, где проживает 10% населения страны и размещено 20% промышленного потенциала Украины. За долгие годы усиленной разработки углей Донбасса и других его минерально-сырьевых ресурсов, сосредоточенных в более 800 месторождений (ртутные и другие руды, соль, известняки и доломиты, огнеупорные глины и т.д.) возникла экстремальная ситуация с природной средой, особенно с атмосферным воздухом. Каждый из нас его использует почти ежесекундно независимо от нашего желания. Основными загрязнителями атмосферного воздуха являются предприятия угольной и металлургической промышленности, тепловые электростанции, автотранспорт и другие источники. Ежегодно в области выбрасывается около 1,6млн.т вредных для здоровья веществ, что приближается к 40% от общих выбросов по Украине. Наблюдается постоянное в 1,5-2 раза больше по сравнению с нормами загрязнение диоксидами азота, серы, формальдегидом, оксидом углерода, аммиаком, фенолом и пылью в городах Донецке, Макеевке, Горловке, Енакиево, Дзержинске, Мариуполе и других [1, 4]. А ведь превышение ПДК до 1,5-2 раз в окружающей среде по заключению медиков приводит к негативным изменениям, пагубным для здоровья. В Донбассе практически от старости не умирают, с девяностых годов XXв. причинами смерти на 95% являются болезни, связанные с ухудшением среды обитания. Средняя продолжительность жизни мужчин в регионе составляет около 55 лет, что сходно со средним возрастом обитателей Папуа Новой Гвинеи [5] и недостойно цивилизованного общества.

Помимо загрязнения атмосферного воздуха мегаполиса, фиксируемого постами наблюдений в крупных городах, необходимо отметить высокие концентрации в нем ртути и других ксенобиотиков.

Ксенобиотики – химические элементы и вещества, попадающие в организм человека из загрязненной среды, особенно воздушной (свинец, ртуть, цинк, нитраты и т.д.) и являющиеся мощными первичными стимулами поражения стенок сосудов сердца и других органов. Ксенобиотики, циркулируя в крови, поражают всю сосудистую систему, «бьют» по сосудам, их стенке. Это страшнее курения, в котором очень опасен не никотин, а набор тяжелых металлов в табаке и бумаге. В Украине и Донбассе нарастает количество инсультов и других болезней. Если в Западной Европе на 100000 мужчин среднего возраста (45-54 года) приходится около 24 случаев, то у нас 190! У женщин – тоже 20 и 103 случаев. В Украине от инсульта мужчины (45-54г) умирают в 12 раз чаще, чем в Нидерландах или Норвегии, а в возрасте 55-64 года в 17 раз чаще, чем в Швейцарии. Это объясняется резким и прогрессирующим ухудшением экологической ситуации.

Сходная картина с инфарктом (И.М.) в нем тоже виноваты ксенобиотики, поражающие венечные артерии, вызывающие их сужение. По данным Д.Зербино (чл.корр. НАН и АМН Украины) количество умерших от И.М. во Львове за 40 лет (1950-1989) выросло в 10 раз, И.М. резко помолодел. В Украине и Донбассе постоянно растет количество страдающих гипертонической болезнью, ИБС, острым инфарктом, инсультом и другими болезнями сердечно-сосудистой системы и органов дыхания, в том числе туберкулезом. Это объясняется хроническим воздействием ксенобиотиков и другими факторами, которые необходимо знать и выявлять их конкретные группы, вызывающие поражения сосудов и других органов.

Загрязнение окружающей среды привело также к возникновению новых болезней под влиянием ксенобиотиков (метилртуть – болезнь Миномата; соединения кадмия – болезнь итай-итай; токсикодермия в Первомайском районе Николаевской обл.; Черновицкая химическая болезнь – таллий – лысые дети и др.). Химические болезни – новая большая группа заболеваний, многие из них еще не известны. Любые ксенобиотики в организме включаются в обмен веществ и приводят к заболеваниям. В мире ежегодно вырабатывается несколько тысяч новых химических соединений, которые могут негативно влиять на здоровье человека. Грядет век химических болезней, а мы их не знаем. Необходимо создание стационарных и мобильных лабораторий по выявлению химсоединений в воде, почве, воздухе с помощью атомно-адсорбционных спектрографов и др. видов анализа крови, волос, выделений человека. Нужны специалисты, их очень мало, как и приборов, т.е. необходимы средства.

Впервые нами было определено с помощью установленного на автомашине передвижного автоматического газоанализатора ИМГРЭ-8 количество ртути в атмосферном воздухе в г.г.Донецке, Горловке, а также в районе Никитовского ртутного комбината (аналитик В.З.Фурсов). В г.Донецке определения приводились от западной границы города до его центра и обратно. Содержание паров ртути в воздухе здесь составило 27пг/л (пг/л= $1 \cdot 10^{-12}$ г) при фоновых концентрациях этого элемента за пределами промышленных регионов до 2,2пг/л. Еще более значительные содержания ртути в воздухе были выявлены в г.Горловка, особенно вблизи Никитовского ртутного комбината: от 150-300 до 1500-1680пг/л. Эти высокие содержания ртути в воздухе являются причиной ртутной интоксикации жителей города, особенно Никитовского района, их повышенной заболеваемости и детской смертности. Ведь пары ртути при попадании в организм человека сорбируются белковыми молекулами, переходя в токсичную метилртуть. А она поражает все его органы, нарушает иммунную систему и способна накапливаться в плоде беременных женщин, отравляя его в утробе матери.

Сегодня Украина и Донецкий мегаполис идут по пути рыночной экономики и вступления в ЕС. Исходя из рекомендаций Всемирного банка МВФ и др. финансовых организаций, правительство страны нацелено на увеличение объемов производств в черной металлургии, топливно-энергетическом и горно-добывающем комплексах, химической и нефтехимической промышленности (табл.1) а не на то, чтобы сделать жизнь экологически безопасной, духовно богатой, удовлетворяющей потребности людей с наименьшими потерями для окружающей среды. Если, например, в Дании или Швеции плата за выброс 1т SO₂ в окружающую среду при промышленном производстве электроэнергии, удобрений, стали и т.д. составляют, соответственно, 5400 и 6940 евро, то в Украине всего 9,63. Это неизбежно приводит к еще большей деградации окружающей среды и негативным для экологии изменениям

Таблица 1

Структура производства промышленной продукции в Украине [2]

Группа отраслей промышленности	Доля в выпуске продукции, %			
	1991г	1994г	1998г	2002г
I группа: топливно-энергетический комплекс, черная металлургия, химическая и нефтехимическая промышленность	23,2	49,5	55,8	59,1
II группа: машиностроение, лесная и деревообрабатывающая,				

легкая и пищевая промышленность	76,8	50,5	44,2	40,9
---------------------------------	------	------	------	------

Источник: Еженедельник «Зеркало недели», №13, 03.04.2004г

4 февраля 2004г Верховная рада Украины ратифицировала Киотский протокол к Рамочной конвенции ООН об изменении климата Земли, поэтому государство должно разработать политику, отвечающую его национальным интересам. Имеются два возможных сценария структурных изменений в экономике Украины: «грязный» и «чистый». По первому из них I группа отраслей промышленности в 2005-2015г.г увеличит свою долю с 60 до 75%, тогда как по «чистому» сценарию произойдет уменьшение процентного участия I группы до 30% в 2015г. Это позволит Украине снизить по «чистому» сценарию выбросы «энергетического» углерода до 150млн.т при разрешенном в соответствии с Киотским протоколом базовым уровнем 1990г 200млн.т. При общем потенциале сокращения в 2008-2012г.г парниковых выбросов в атмосферу до 750млн.т CO₂ при ожидаемой рыночной цене не менее 8 долларов США за 1т CO₂, Украина сможет получить финансовые поступления, при продаже развитым странам части своей разрешено доли выбросов, соизмеримые и иностранными инвестициями за весь период её существования [3].

В наше время в XXIв следует расширить перечень компонентов воздушной среды, измеряемых стационарными постами в Донецком мегаполисе. Необходимо постоянно измерять количества приповерхностного озона, являющегося важным компонентом в городском смоге и негативно влияющего на здоровье человека. Образуется этот озон в нижней части атмосферы под влиянием автомобильных выбросов гидроуглерода и азот, промышленных газов и солнечных лучей. Он является серьезной загрязняющей проблемой многих главных городов мира. Предельно допустимые концентрации (ПДК) озона в воздухе составляют по данным ВОЗ 100мкг/м³ при среднем показателе на всей нашей планете 60мкг/м³ [2]. В густонаселенных районах Европы содержание озона в 5-10 раз превышает эти нормы, а ведь даже при 200мкг/м³ в воздухе начинают гибнуть сосны и другие растения, в том числе злаковые. В Европе за приземным озоном наблюдают более 200 специализированных станций в США, Чили, Аргентине и других странах Америки примерно столько же, у нас такие станции отсутствуют. А ведь избыточные дозы приземного озона крайне опасны для здоровья, т.к. поражают дыхательные пути и усиливают процесс их «старения», приводят к сердечным и другим недугам. Вот почему данные о его присутствии в приземной воздушной среде постоянно, наряду со сводками погоды, передаются жителям городов Западной Европы, Канады и США с целью принятия ими соответствующих мер предосторожности.

Важнейшим объективным показателем экологической ситуации в том или ином регионе является состояние здоровья его населения. Одним из наиболее информативных показателей при этом являются количество первичной заболеваемости. В структуре первичной заболеваемости Донецкого региона ведущее место занимают болезни органов дыхания (41,1%), системы кровообращения (7,6%) и мочеполовой системы (6,3%), что в сумме составляет 55%. В сравнении с 2000г в 2001г и далее происходило увеличение не только их уровня, что свидетельствует о резком снижении адаптационных функций населения в связи с ухудшающимися экологическими условиями проживания. Темпы прироста в 2001г по сравнению с 2000г увеличились от 7,9% (заболевания системы кровообращения) до 5-5,5% (болезни органов выделения и мочеполовой системы). На 10тыс. жителей Донецкой области в 2001г приходилось 2650 заболеваний органов дыхания, 487 болезней системы кровообращения, 407 случаев болезни мочеполовой системы, а также около 1650 других болезней, что в сумме превышает 5тыс. первичных болезней [1].

Неблагоприятная экологическая и экономическая ситуация отрицательно отразилась в первую очередь на основной работоспособности части населения области. С конца XXв. в Донецком мегаполисе отмечен значительный рост хронических болезней, особенно туберкулеза. Ежегодный прирост этой болезни составляет 20-25%, так что возникла угроза эпидемии туберкулеза, особенно в таких городах как Донецк, Краматорск и другие. Показатель заболеваемости в Донецкой области превышает допустимый эпидемичный порог вдвое, а с учетом не выявленных больных – втрое и более. Заболеваемость туберкулезом в Донецкой области более чем на 12% выше среднего уровня по Украине. От почти миллионного числа зарегистрированных больных туберкулезом региону в 2002г нанесен экономический ущерб почти в 240млн.грв. Донецкая область с почти пятимиллионным населением оказалась в эпицентре эпидемии туберкулеза, зарегистрированной в Украине в 1995г и неуклонно прогрессирующей до настоящего времени. Заболеваемость в Украине за 1991-2002 годы выросла с 32,5 до 71,9 на 100 000 населения, а смертность – с 9,3 до 20,4. Еще более опасна ситуация в Донецкой области, которое оказалось в эпицентре эпидемии, вот почему ВОЗ (Всемирная Организация Здравоохранения) организовала в г.Донецке свое бюро по борьбе с этим заболеванием. С 2001 года бюро ВОЗ начало обучение специалистов, а с 2002 года – внедрение в Донецкой области, как пилотном регионе, эффективной стратегии по борьбе с туберкулезом, разработанной и рекомендованной экспертами этой организации.

Американские и русские ученые утверждают, что за последние два года количество солнечного света, падающего на Землю, уменьшилось почти на 20%. К этому привело загрязнение воздуха копотью, пылью, различными химическими соединениями, из-за чего солнечный свет

отражается обратно в космическое пространство, усиливая парниковый эффект, глобальное потемнение негативно сказывается на жизнедеятельности не только человека. Поэтому приведенные данные необходимо учитывать при разработке и осуществлении программы устойчивого экологического развития Донбасса на период до 2020г и далее.

Литература

1. Земля тривоги нашої. Донецьк, 2003, с.157.
2. Панов Б.С. О проблеме защиты озонового слоя Земли. Ж. «Проблемы экологии». Донецк, ДонГУ, 1998, №1. –С.20-23.
3. Руденко Г., Дюканов В. Где взять деньги на «декарбонизацию» экономики Украины. «Зеркало недели», №13, 03.04.04г, с.10.
4. Третьяков С. Край заботы нашей. Журнал «Все», 2004, №1-2, с.12-14.
5. Year Book Australia №84. Australian Bureau of Statistics, Canberra, 2002, p.1120.

Поступила в редакцию 13.04.04

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧНОСТИ РАБОТЫ ВОДООТЛИВНОГО КОМПЛЕКСА ШАХТ В УСЛОВИЯХ РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

К.т.н. Матлак Е.С., к.т.н. Беляева Е.Л.,
асп. Явруян А.Ю., асп. Юрков В.В.

Донецкий национальный технический университет

Среди различных экологических факторов, подлежащих учету при оценке воздействия угольных предприятий на окружающую природную среду и нейтрализации важнейшим является эколого-гидрогеологический. В статье рассмотрена экологическая проблема, включающая процесс откачивания вод, их очистка и использование в народно-хозяйственных целях.

Рассматриваемая экологическая проблема включает ряд отдельных составляющих: процессы откачивания вод, очистка вод, их использование в народнохозяйственных целях и др. Решение задач по каждой составляющей тесно связано с рассмотрением вопросов генезиса шахтных вод, движения последних по шахтному полю до главной водоотливной установки, изучением причин загрязнения вод, выбором методов их очистки, а также новых схем и оборудования шахтного водоотлива.

Решение экологической задачи очистки шахтных вод от взвешенных веществ коррелирует с обеспечением надежности и долговечности работы водоотливных установок.

Это объясняется тем, что секционные центробежные насосы могут надежно работать только на осветленной воде, а зашламление и чистка водосборников уменьшает их регулировочную и аварийную вместимость, что увеличивает частоту включения насосов в работу, ускоряет износ насосов и двигателей в пусковых режимах, повышает гидроабразивный износ оборудования, приводит к материальным затратам, а также затратам ручного труда на чистку водоотливных емкостей.

Опыт показал, что в соответствии со СНиП II 94-80 на ряде шахт сооружение предварительных отстойников горизонтального типа не обеспечивает зачастую требуемую степень очистки шахтных вод, не исключает заиливания водосборников, не решает вопроса их чистки от шлама и дополнительно порождает проблему чистки самого предварительного отстойника, из-за отсутствия средств механизации этого процесса. В то же время капитальные затраты на сооружение предварительного отстойника высоки, достигая 40 % стоимости выработок водосборника.

Для обеспечения требуемого эффекта осветления воды в подземных условиях необходим поиск новых подходов и решений. С учетом современных тенденций такие решения могут быть плодотворны на стыке различных направлений, в данном случае природоохранного аспекта и обеспечения надежной работы водоотливного хозяйства шахт.

Применяемые на шахтах поверхностные очистные сооружения, как правило, не обеспечивают современные значения показателей качества осветленной воды. Анализ их конструктивных решений и технологического регламента работы позволяет заключить, что последним присущи крупные недостатки, что приводит к двум отрицательным последствиям, а именно:

- несоответствию проектной эффективности очистных сооружений реальной эффективности (как правило, в натуральных условиях она значительно ниже проектной);

- ограничению применения в полном объеме технологических схем и сооружений для очистки вод.

ДонНТУ обосновано, что одним из нетрадиционных подходов к снижению загрязненности шахтных вод взвешенными веществами является перенос первой ступени гидроохранных мероприятий с земной поверхности в подземные горные выработки.

Вторая ступень снижения загрязненности шахтных вод, т.е. их глубокая доочистка от взвешенных веществ должна осуществляться лишь в случае необходимости в наземных условиях (с помощью фильтрования и др.).

Важным преимуществом такого подхода является то, что снижение загрязненности шахтных вод в подземных условиях, можно рассматривать, как комплексное решение вопросов нормальной работы водоотлива, охраны окружающей природной среды от отходов предприятий угольной промышленности и возможности использования очищенных вод на технологические нужды шахты (прежде всего пылеподавление).

Результаты ранее выполненных исследований указывают, что для реализации предложенного подхода имеются определенные специфические предпосылки. К ним относятся для условий большинства действующих шахт Донбасса:

1. Относительно стабильное соотношение между водопритоками в разные системы горных выработок, в котором существенно превалирует доля так называемых условно чистых вод (содержание ВЗВ не менее 30 мг/л). Так, притоки воды в подготовительные выработки и капитальные горные выработки составляют, в основном, 3-5% общешахтных, т.е. являются незначительными; в действующие очистные – 20-30%; в погашенные (отработанные) – 65-76% (в отдельных случаях до 90%). Именно водопритоки из погашенных выработок практически не содержат

или в отдельных случаях содержат незначительные (≤ 30 мг/л) количества ВЗВ. Такие воды можно классифицировать, как условно чистые.

2. Существенное снижение объемов очищаемых шахтных вод (на 65-75%, а по отдельным шахтам на 90%).

3. Большая, на несколько порядков, крупность взвесей, содержащихся в подземных потоках шахтных вод на участковых водотранспортных цепочках, по сравнению с частицами в водах, откачиваемых на поверхности земли, что резко увеличивает эффективность седиментации таких взвесей в подземных отстойных сооружениях, особенно при расположении последних на действующих горизонтах.

4. Наличие на каждой шахте обширного водоотливного хозяйства, элементам которого при соответствующей модернизации могут быть приданы осветляющие и обеззараживающие функции с помощью малогабаритных водоочистных сооружений.

Изложенные предпосылки указывают на возможность одновременного использования двух направлений решения проблемы снижения загрязненности шахтных вод взвешенными веществами, а именно профилактического и очистного.

Очистное направление связано с осветлением малых объемов загрязненных вод, стекающих с действующих горизонтов шахт.

Смешивание больших объемов условно чистых вод и малых объемов загрязненных вод, стекающих с действующих горизонтов, должно производиться в водосборниках главной водоотливной установки только после предварительного осветления загрязненных вод.

Степень осветления малых объемов шахтных вод перед их сливом в водосборник главного (центрального) водоотлива определяется:

- требуемой величиной остаточной загрязненности шахтных вод, откачиваемых на поверхность земли; величиной разбавления (после смешивания в водосборнике) малых объемов осветленной воды с большими объемами условно чистых вод;

- требованиями возможных потребителей к качеству осветляемых вод, используемых на технологические нужды предприятия.

Остаточное содержание взвешенных веществ в шахтных водах, откачиваемых на поверхность земли, определяется параметрами эффективной и надежной работы второй наземной ступени доочистки. При отсутствии второй ступени очистки эта величина регламентируется требованиями по охране каждого вида водного объекта к качеству шахтных вод, допущенных к спуску в водоемы на основании "Правил охраны поверхностных вод от загрязнения возвратными водами " и СанПиН № 4630-88.

Перечень ссылок

1. Матлак Е.С., Малеев В.В. Снижение загрязненности шахтных вод в подземных условиях. – К.:Техника, 1991. – 136с.
2. Матлак Е.С., Явруян А.Ю., Моргунов В.М., Беляева Е.Л. О нетрадиционном подходе к решению проблемы снижения загрязненности шахтных вод взвешенными веществами на основе концепции устойчивого эколого-экономического развития// Известия Донецкого горного института, 2003 - №2 – с.23-28.
3. Макаров Ю.С., Неволин Н.В., Фаткуллин У.М., Баткин В.С. Осветление шахтных вод в подземных условиях // Сборник научных трудов "Комплексные проблемы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов в угольной промышленности" - Пермь, 1986. - 174 с.
4. Макаров Ю.С., Неволин Н.В., Фаткуллин У.М., Баткин В.С. Осветление шахтных вод в подземных условиях // Сборник научных трудов "Комплексные проблемы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов в угольной промышленности" - Пермь, 1986. - 174 с.

Поступила в редакцию 13.05.04

СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВОДЫ ДЛЯ ПОДПИТКИ ТЕПЛОСЕТЕЙ С ОТКРЫТЫМ ВОДОСБОРОМ

д.т.н., проф. С.П. Высоцкий, к.т.н., проф. М.Н. Чальцев
Автомобильно-дорожный институт
Донецкого национального технического университета

Рассмотрены альтернативные технологии очистки воды для тепловых целей. Показано, что применение водород-катионирования на карбоксильных катионитах позволяет существенно снизить затраты на обессоливание воды и уменьшить сброс засоленных стоков в поверхностные водоемы.

В настоящее время при обработке воды для подпитки теплосети используется, в основном, схема обработки воды методом ее умягчения в натрий-катионитных фильтрах. Применение указанной технологии было оправдано в прошлые десятилетия при существенно осуществляющихся экономической и экологической ситуациях.

В нынешнее время цены на реагенты, исходную воду и плата за сброс засоленных стоков выросли в несколько раз. Коренным образом изменившаяся ситуация, заставляет искать другие технические решения при выборе схем обработки воды.

Нами предложены новые технические решения для обработки воды, которые одобрены украинским научно-гигиеническим центром и утверждены главным санитарным врачом Минздрава Украины.

В основу выбора технологии положены знания закономерностей накипеобразования. Известно, что интенсивность накипеобразования зависит от произведения кальциевой жесткости на квадрат щелочности исходной воды.

Если сравнивать три технологии очистки воды:

- а) умягчение в натрий-катионитных фильтрах;
- б) умягчение в фильтрах загруженных карбоксильным катионитом;
- в) подкисление с периодической дозировкой диспергантов при повышенных температурах воды,

то индекс интенсивности накипеобразования для общепринятой в настоящее время схемы при умягчении воды до жесткости 0,05 мг х экв/л для имеющегося в настоящее время качества воды составит: $ж \times щ^2 = 0,05 \times 16 = 0,8$ (мг х экв/л)³

При обработке воды на карбоксильном (слабокислотном) катионите указанный индекс составит:

$$\Delta ж \times щ^2 = (ж_{исх} - ж_{ф}) \times щ^2 = 3,2 \times 0,04 = 0,128 (\text{мг х экв/л})^3$$

Для схемы подкисления с буферным нерегенерируемым катионированием:

$$ж \times щ^2 = 7 \times 0,04 = 0,28 \text{ (мг} \times \text{ экв/л)}^3$$

Становится очевидным, что по интенсивности накипеобразования существующая схема проигрывает по крайней мере в несколько раз двум новым схемам.

Важным экологическим обстоятельством, показывающим на недостатки применяемой схемы, является значительное потребление реагентов и сброс засоленных стоков, а также опасность загрязнения умягченной воды диоксинами. Последняя проявляется в результате использования загрузок в фильтрах сульфоуглей. При поступлении на фильтры воды с остаточным содержанием хлора последний взаимодействует с производными фенолов, содержащимся в сульфоуглях. При этом образуется самый токсичный из всех "рукотворных" токсикантов.

Можно отметить, что максимально допустимая годовая норма потребления самого токсичного диоксина для всего населения Украины составляет 0,17 г.

Теперь рассмотрим экономические характеристики применения традиционной схемы (натрий-катионирования) и самой простой из рассматриваемых схем – подкисления с буферным (нерегенерируемым) катионированием.

Приведем сопоставление затрат для средней установки производительностью 200 т/ч. Затраты на реагенты приняты по данным отдела снабжения концерна "Стирол"

соль поваренная	6,52 у.е./т (дол/т)
кислота серная	10,99 у.е./т (дол/т)

Стоимость воды принята по данным "Донецкводоканала" 3,52 грн/т (включая затраты на сброс стоков).

1. При умягчении воды в натрий-катионитных фильтрах затраты на очистку складываются из затрат на реагенты, исходную воду (расход на собственные нужды), а также экологических платежей. Затраты на реагенты составят:

$$Зр = Q \times ж \times d \times \tau \times \text{Э} \times \text{Цр} \times 10^{-6} = 200 \times 7 \times 3 \times 8600 \times 10^{-6} \times 6,52 = 13777 \text{ у.е. в год}$$

где Q – расход обрабатываемой воды, т/ч;

ж – жесткость исходной воды, мг * экв/л;

d – удельный расход поваренной соли на регенерацию, г х экв/г х экв;

τ - число часов работы установки за год, час;

Э – эквивалентная масса поваренной соли, 58,5;

Цр – цена поваренной соли, грн/т.

При расходе воды на собственные нужды 10 % (см. "Справочник химика энергетика")

$$Z_{сп} = Q \times \alpha \times \tau \times Цв = 200 \times 0,1 \times 8600 \times 3,5 = 602000 \text{ грн/год}$$

Суммарные затраты составят:

$$\sum Z_{н} = Z_{р} + Z_{сн} = 602000 + 75774 = 677774 \text{ грн/год}^*$$

2. При подкислении воды с буферным катионированием затраты на кислоту составят:

$$Z_{к} = Q \times (\psi_{исх} - \psi_{обр}) \times \tau \times \mathcal{E} \times Цп \times 100/к \times 10^{-6} = 200 \times (4-0,4) \times 8600 \times 49 - 10,99 \times 100/95 \times 10^{-6} = 3510 \text{ у.е./год}$$

где $\psi_{исх}$, $\psi_{обр}$ –соответственно, щелочность исходной и обработанной воды, мг х экв/л

\mathcal{E} – эквивалентная масса кислоты, 49;

к – концентрация технической серной кислоты (95%)

Годовая экономия затрат по рассмотренной установке составит:

$$\mathcal{E} = \sum Z_{н} - Z_{к} = 677774 - 3510 \times 5,5 = 658469 \text{ гривен}$$

*Курс долара принят 5,5грн/дол.

Следует отметить еще одно важное обстоятельство грузовые перевозки, которые осуществляются, в основном, автотранспортом в предлагаемом варианте сокращаются в 40 раз (!), а именно, в т х км с 63390 до 1597. При нынешней ситуации с увеличением цены топлива для автотранспорта это обстоятельство является весьма существенным.

На основании вышеизложенного можно отметить следующее:

1. Новые, изменившиеся условия хозяйствования и ухудшившаяся экологическая ситуация в регионе требует внедрения новых технических решений в технологиях обработки воды для теплосети.
2. Переход на предлагаемую для условий Донбасса технологию обработки воды позволяет значительно сократить затраты на обработку воды. Для установки 200 т/ч затраты сокращаются на 658 тыс. гривен.
3. Грузовые перевозки реагентов сокращаются в 40 раз.
4. Переход на новую технологию позволяет исключить загрязнение воды диоксинами, сброс засоленных стоков в поверхностные водоемы.

Поступила в редакцию 13.05.04

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД АКВА-ЧИСТКИ И СТИРКИ НА ЛОКАЛЬНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Н. И. Миташова, М.В. Бибаева МГУИЭ
Московский государственный университет инженерной экологии,
ФГУП ЦНИИбыт, г. Москва, Россия

Рассматриваются вопросы применения современных методов чистки одежды и технологии совместной очистки стоков прачечных и химчисток

Индикатором совершенства технологического процесса, в том числе и на предприятиях бытового обслуживания горожан, служит количество образующихся отходов (жидких и твёрдых), и загрязнённость сточных вод.

Аква – чистка нетрадиционная, водная, оригинальная, перспективная технология чистки изделий. Каждый технологический режим обработки изделий различного ассортимента с применением разных препаратов даёт совершенно иные характеристики химического состава образующихся сточных вод, аква – чистки.

Аква – чистка в растворах моющих средств и отделочных препаратов является экологически более безопасной, чем химчистка в хлорорганическом растворителе (ПХЭ). Объясняется это отсутствием выбросов токсичных веществ в воздух рабочей зоны и атмосферный воздух, а так же отсутствием образования токсичных отходов – шламов. Однако количество образующихся «жидких» отходов – сточных вод – достаточно, чтобы оказать вредное влияние на окружающую среду при их сбросе в городской коллектор.

Составы применяемых препаратов, поступающих от различных фирм, при соблюдении ими общих основополагающих принципов, всё же значительно различаются по эффективности действия и токсико – гигиеническим характеристикам.

В частности, детергенты для мойки текстильных изделий по технологии «Акватекс» содержат 5 – 15% АПАВ НПАВ, менее 5% гидролизованных протеинов, растворов полиоксиэтиленовых соединений и др. В детергентах для обработки кожи, в дополнение к НПАВ ИАПАВ, присутствуют алифатические спирты и стабилизирующие добавки. Наиболее проблемным в плане токсико – гигиенических характеристик является «финишер» для обработки кожи, содержащей в своём составе только растительные масла, эфиры различных жирных кислот, но и другие добавки.

В стоках аква – чистки наблюдается щелочная реакция среды, так же как и в стоках прачечных. Оба стока непрозрачные, мутные, грязно – серые. При этом, сток аква – чистки по цвету имеет молочный оттенок и

опалесцирует, что связано с нахождением в воде вымываемых жирующих и гидрофобизирующих веществ. В настоящее время состав сточных вод аква – чистки свидетельствует не только о несоответствии стока требуемым нормам, но и о возможных причинах этого феномена: перерасхода моющих, жирующих и гидрофобизирующих средств, нарушении водных модулей, несбалансированных режимах при использовании различных препаратов для различного ассортимента изделий.

Таким образом, сточные воды аква – чистки и стирки нуждаются в очистке перед сбросом в горколлектор. Анализ показывает, что сточные воды аква – чистки и прачечных имеют схожие загрязнители. Способ аква – чистки в настоящее время не вытеснил в нашей стране способ химической чистки и является лишь дополнением, в определённой мере, к химической чистке и стирке.

Технология аква – чистки предполагает обработку изделий только в водных растворах специализированных биоразлагаемых детергентов, что исключает применение экотоксикантов, канцерогенных веществ (ТХЭ, ПХЭ), а, следовательно, и образование токсичных отходов – шламов, и выбросов загрязняющих веществ.

Основным вводом отходов при функционировании производства аква – чистки изделий являются образующиеся загрязнённые сточные воды. Уровень ХПК, в частности, как интегральный показатель загрязнения стока трудно окисляемыми органическими соединениями, многократно превышает установленные ПДК сброса в горколлектор.

Химический анализ стоков аква – чистки, проведённый в лаборатории ФГУП ЦНИИбыт, показал необходимость создания локальных очистных сооружений. Было показано так же, что поскольку сточные воды аква – чистки в определённой мере коррелируют со стоками прачечных. Это предполагает возможность разработки локальных очистных сооружений для «смешанного» стока.

В лаборатории ФГУП ЦНИИбыт были проведены исследования «смешанного» стока аква – чистки и прачечной до и после прохождения ими двух ступеней локальной чистки, а именно – реагентной очистки стока (коагулянт – аураг и сульфидом алюминия) и последующей доочистки на нетрадиционных сорбентах.

В результате исследования были найдены оптимальные дозы коагулянта и сорбентов.

Общий эффект очистки стока, включая доочистку, составил 90 – 91%, что даёт возможность существенно снизить нагрузку на городские очистные сооружения при сбросе в городской коллектор.

Поступила в редакцию 13.05.04

ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ «КОНТАКТНЫХ» ВОД ОТ МАШИН ХИМИЧЕСКОЙ ЧИСТКИ

Н.И. Миташова

Московский государственный университет инженерной экологии,
г. Москва, Россия

Рассматриваются технологии очистки контактных вод предприятий химической чистки одежды

Непременным атрибутом мегаполисов является наличие развитой системы предприятий бытового обслуживания населения, в т.ч. предприятий химической чистки одежды и прачечных.

Предприятия химической чистки при несоблюдении установленных нормативов могут являться источниками загрязнения окружающей природной среды, в частности, атмосферного воздуха, почвы, грунтовых вод и др.

Источником загрязнения окружающей среды «контактными» водами (КВ) может являться:

- вода из водоотделителей машин химчистки;
- вода из сушильно – рекуперационной системы;
- вода после пропаривания адсорбентов, загрязнённых ПХЭ;
- вода из дистиллятора машины химической чистки (в случае аварии).

Вода может попадать в растворитель во время работы машины химической чистки, как из очищаемой одежды, так и из препаратов – усилителей и воздуха, насыщенного парами воды. Разделение воды и растворителя происходит в специальном устройстве – водоотделителе и основано оно на разнице плотности воды и растворителя.

Более плотный ПХЭ скапливается внизу, менее плотная вода занимает верхнее положение. Смесь растворителя и воды, поступающая в водоотводитель, представляет собой эмульсию, в которой находится во взвешенном состоянии микроскопические капельки другой жидкости. После определённого времени отстаивания (а водоотводитель работает по принципу отстойников непрерывного действия) эмульсия расслаивается с образованием внизу растворителя а над ним воды. Растворитель может содержаться в оде не только в каплеобразном и тонкодисперсном состоянии, но и в связанном, растворённом виде. Реально на предприятиях химической чистки концентрация ПХЭ может составлять более 10 мг/л.

Водоотводитель состоит из сварного корпуса коробчатой или цилиндрической формы из нержавеющей стали. В корпусе имеются патрубки для вывода воды и растворителя. Для ускорения осаждения ПХЭ внутри корпуса находится различное количество перегородок. Это

увеличивает продолжительность прохождения эмульсии, обеспечивая полноту отделения воды.

В последние годы КВ разбавляют шламы в сборнике – накопителе. Все это создаёт серьёзный прецедент для загрязнения растворителями окружающей среды при сбросе «контактных» вод.

За последние 15 лет в Западной Европе резко ужесточились нормативные требования к содержанию в воде хлорорганических растворителей. В Германии в 1985 году содержание ПХЭ в сбросной воде нормировалось как 5 промилле (т.е. 33,5 мг/л), а к концу 90-х годов содержание галогенорганических растворителей в сбросных КВ нормируется не более 0,5 мг/л.

Запрещается сброс КВ без предварительной их чистки на специальных очистных угольных модулях. Экспорт оборудования новых поколений машин в нашу страну Германия осуществляет с учётом этих устройств, входящих в комплект машины химической чистки. В России имеет место более жесткое нормирование при сбросе стоков, содержащих хлорорганические растворители. Сброс этих стоков в городской коллектор полностью запрещен. Ориентировочно допустимый уровень (ОДУ) (напр. ПХЭ) в воде водных объектов хозяйственно – питьевого и культурно – бытового водопользования (гигиенический) составляет 0,02 мг/л, класс опасности 2 (чрезвычайно опасные).

Несколько западных фирм, независимо друг от друга, разработали устройства, включающие в себя аварийный водоотводитель, адсорбент и приёмную ванну, которые образуют единое целое.

КВ сливают в аварийный водоотводитель, где происходит осаждение дисперсной фазы растворителя на дно. Надсадочный слой воды из водоотводителя поступает на 4 сменных модуля, заполненных активированным углём (АУ). Модули подключены последовательно и заменяются на новые по мере их заполнения. Причём модуль со свежим АУ подключают на конечной стадии очистки. Аналогичный принцип действия заложен в устройстве, отличающимся лишь габаритами отстойной ёмкости и камер узла адсорбции. Узел адсорбции состоит из последовательно подключённых камер объёмом 14л каждая, при одновременной загрузке АУ в сетках на 4,5 кг.

АУ в сетках способен поглотить 470 г ПХЭ, а производительность установки – 120 л КВ в день.

В ЦНИИбыт разработано современное отечественное приспособление БР – 1 для обезвреживания контактных вод.

Поступила в редакцию 13.05.04

ВОДА: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

к.т.н. Приходько С.Ю.

Донецкий национальный технический университет

Природная вода создает всю биосферу, основные черты земной коры вплоть до магматической оболочки.

В. И. Вернадский

Развитие техногенеза сопровождается ростом сброса в гидrolитосферу токсичных промстоков. В настоящей статье анализируется состояние гидrolитосферы и возможные пути решения данной проблемы.

В процессе урбанизации населения, роста поселков, городов и промышленности, увеличивается и объем опасных для окружающей среды сточных вод. Сточные воды представляют собой один из видов жидких или разбавленных водой твердых отходов. К таким отбросам относятся физиологические отбросы человека и животных, а также всякого рода загрязненные воды: сточные воды бань, прачечных, душей, мытья продуктов питания, посуды, помещений, уличных покрытий, сплавляемый в канализацию бытовой мусор и другие виды отходов. На промышленных предприятиях в ходе технологических процессов происходит загрязнение сточных вод вредными веществами.

Самое сильное повреждающее воздействие человек оказывает на поверхностные воды, загрязняя их, а иногда и уничтожая реки и водоемы. Научно-техническая революция привела к тому, что наряду с естественными продуктами жизнедеятельности биосистем в гидросферу поступают искусственные вещества, к переработке которых природа не подготовлена. Выпадают кислотные осадки, содержащие серную и азотную кислоты. Промышленные и бытовые сточные воды, стоки с полей и животноводческих ферм вносят в гидросферу огромное количество органических и неорганических соединений, бактерий и вирусов, которые в процессе размножения в водоемах потребляют много кислорода, видоизменяют и губят водные системы. Опасное загрязнение природных вод вызывает также утечка углеводородов: нефти, бензина, керосина, мазута и т.д. Именно с загрязнением связана угроза истощения водных ресурсов, необратимого изменения экосистем, всей гидросферы.

Зона техногенеза континентальной гидrolитосферы отличается высоким уровнем изъятия подземных вод. На рис.1 показана динамика

изъятия подземных вод из зоны техногенеза континентальной гидролитосферы.

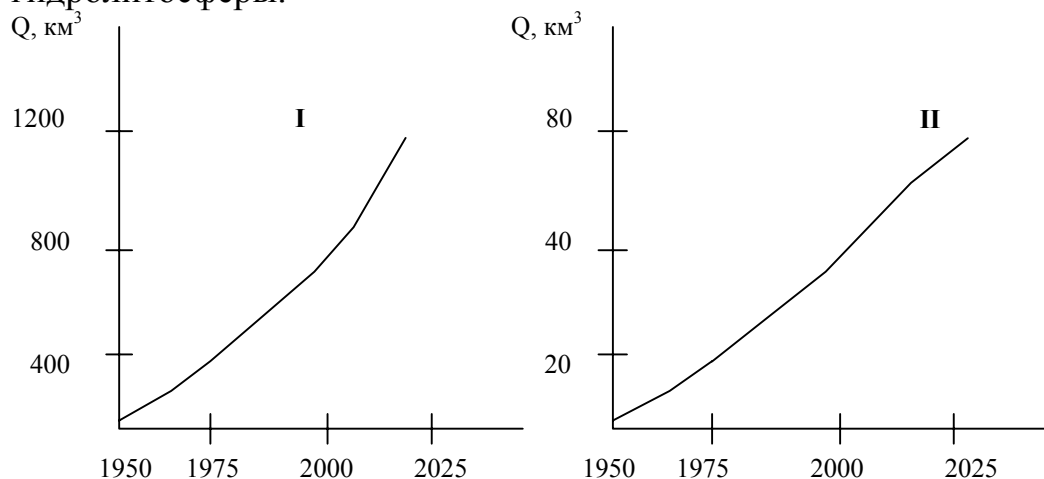


Рис.1 . Динамика изъятия подземных вод из зоны техногенеза континентальной гидролитосферы.

I - пресные воды хозяйственно-питьевого назначения;

II - шахтные и карьерные воды угле- и сланцедобычи.

На рис.2 показана динамика поступления сточных и природных вод в зону техногенеза континентальной гидролитосферы.

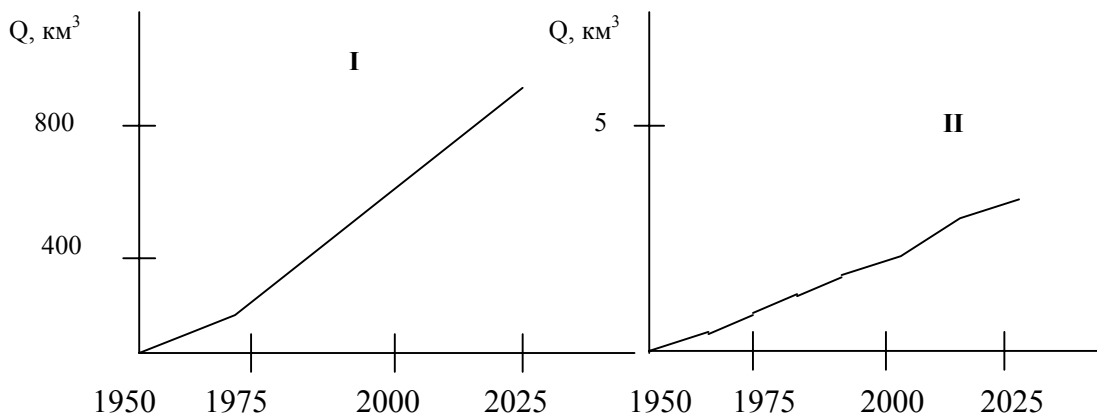


Рис.2 . Динамика поступления сточных вод в зону техногенеза континентальной гидролитосферы

I - сточные воды, инфильтрующиеся из накопителей отходов ;

II - особо токсичные сточные воды, закачиваемые в непродуктивные пласты с целью их захоронения.

Каковы реальные и потенциальные последствия для человечества техногенных преобразований гидролитосферы ? Их можно перечислить уже сейчас :

- сокращение запасов невозполняемых и видового состава восполняемых природных ресурсов ;
- сокращение эксплуатационных запасов и ухудшение качества

подземных вод, являющихся стратегическим источником водоснабжения, восстановление которых естественным путем происходит в течении жизни нескольких человеческих поколений ;

- введение в природные геохимические циклы соединений, не имеющих аналогов в природной обстановке ;
- изменения генофонда экосистем, генерация техногенных микробиоценозов ;
- необратимые изменения природной геологической обстановки и возникновение новых природно-техногенных явлений (например, таких как техногенные землетрясения силой до 5 баллов в районах шахтных разработок полезных ископаемых и интенсивной нефтегазодобычи), существенно ухудшающие и осложняющие условия жизни населения.

Из изложенного следует необходимость разработки и реализации действенной стратегии экологической безопасности мирового сообщества. Ее краеугольным камнем, безусловно, должен быть комплексный мониторинг взаимосвязанных систем.

Рис.3. Принципиальная схема комплексного мониторинга биосферы

Основные задачи комплексного мониторинга можно сформулировать следующим образом :

- создание перманентного банка данных по приоритетным показателям состояния объектов мониторинга ;
- разработка оценочно-прогнозных моделей эволюции объектов мониторинга в условиях техногенеза ;
- создание теоретических основ управления объектами

мониторинга с эколого-геологических, эколого-экономических и социальных позиций и реализация управления.

Основной задачей поддержания экологического благополучия окружающей среды при попадании в нее сточных вод, является их очистка. Сложность физико-химического состава сточных вод (промывных и концентрированных) обуславливает необходимость использования нескольких методов очистки, скомбинированных в разных сочетаниях, дающих большое количество возможных технологических схем.

Нормативы качества воды включают в себя:

- общие физико-химические показатели;
- органолептические показатели;
- бактериологические и паразитологические показатели;
- радиологические показатели;
- содержание неорганических примесей.

Оборудование для очистки воды различается не только по конструктивному исполнению, но и по принципу действия. Наиболее распространенными стали механические, химические, адсорбционные и мембранные методы очистки. При механической очистке происходит удаление из воды механических частиц, песка, ржавчины и коллоидных веществ. Химическая очистка подразумевает добавку коагулянтов с последующим отстаиванием и фильтрацией воды. Адсорбционный метод основан на свойстве активированного угля поглощать различные (избыточные элементы): хлор, органику, пестициды, гербициды. При мембранном способе очистки (обратный осмос) в качестве фильтрующего элемента используется мембрана с порами диаметром 3-5 ангстрем. Очистка происходит практически на молекулярном уровне, так как поры мембраны пропускают только молекулы воды. В зависимости от производительности мембраны, эти фильтры можно использовать как в квартирах и коттеджах, так и на производстве. У всех этих технологий очистки воды есть свои преимущества. Однако для достижения лучшего результата чаще всего приходится принимать решения о комбинировании разных методов в очистительных системах. Обычно фильтры совмещают в себе 2 или более способов, например, механическую очистку, ионный обмен, сорбцию.

Литература

1. Современные проблемы изучения и сохранения биосферы (в 3-х томах) С.Петербург, 1992.

2. Тютюнова Ф.И. Гидрогеохимия техногенеза.- М.: Наука,1987.- 335 с.

Поступила в редакцию 13.05.04

РАЦИОНАЛЬНОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ НА ПРОМПРЕДПРИЯТИЯХ. ДООЧИСТКА ТЕХНИЧЕСКОЙ ВОДЫ ДО КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ

к.т.н. Омельченко Н.П., к.т.н. Коваленко Л.И.
Донецкий национальный технический университет

Предложено техническое решение по оптимизации водного баланса промышленных предприятий: за счет уменьшения потребления технической воды готовить из нее воду питьевого качества. В качестве основных водоочистных аппаратов рекомендуется использовать напорные двухступенчатые зернистые фильтры.

Последнее время водный баланс промышленных предприятий претерпевает изменения, связанные с уменьшением потребления воды технического качества из-за сокращения производственных программ и внедрения водосберегающих технологий. Вместе с тем остается значительным потребление предприятиями воды питьевого качества, используемой для хозяйственно-питьевых нужд, для сохранения и повышения уровня условий труда и быта персонала. Если и техническая, и питьевая вода закупаются на стороне у водопоставляющих организаций, то наблюдается ценовой перекоп, при котором предприятия сокращают потребление дешевой технической воды и сохраняют или увеличивают потребление дорогой питьевой воды. По данным [1] в настоящее время цена 1 м³ воды питьевого качества, отпускаемой предприятиям, составляет 3,24 грн., а технической – 0,5 грн. Поэтому, на наш взгляд, становится актуальным решение вопроса доочистки технической воды до качества питьевой на самом предприятии. Подтверждением такого вывода является строительство и пуск в эксплуатацию в 2002 году заводских фильтровальных станций по подготовке питьевой воды на ОАО «Точмаш» (г.Донецк), Ясиновском коксохимическом заводе (г.Макеевка). Реализованные установки базируются на технике зарубежного изготовления, хотя уровень развития отечественного водоочистного оборудования позволяет отказаться от импорта и удешевить строительство.

Традиционные технологии подготовки питьевой воды в заводских условиях являются неэффективными, так как предусматривают применение громоздких водоочистных сооружений при малых значениях показателя мутности. Затруднено и применение упрощенных технологий для станций малой производительности, так как в технической воде, забираемой из канала Северский Донец – Донбасс, возможно кратковременное в период паводка повышение мутности до 100 мг/л.

Авторами исследована и разработана новая технология подготовки питьевой воды при ее исходной мутности до 300 мг/л и малой производительности станции (до 3...5 тыс. м³ в сутки) с применением напорных двухступенчатых зернистых фильтров [2]. К ее достоинствам относятся компактность и заводское изготовление установки, отсутствие заглубленных емкостных сооружений, возможность отказа от насосной станции второго подъема, простота автоматизации технологических процессов, экономия реагентов для очистки воды. По этой технологии в Якутии запроектированы, построены и эксплуатируются ряд малых водоочистных станций для снабжения питьевой водой северных поселков. Эти устройства могут с успехом использоваться и для доочистки технической воды до качества питьевой непосредственно на площадках предприятий.

По предлагаемой технологии техническая вода поступает на водоочистную установку по водоводам под оставшимся напором или же от насосов из резервуара технической воды. При этом важно сохранять постоянство напора и расхода подаваемой воды. Требуемое давление на входе составляет 0,15...0,20 МПа при сборе очищенной воды в резервуаре и 0,4...0,5 МПа при подаче фильтрата без разрыва струи в бак водонапорной башни. При наличии в технической воде крупных примесей целесообразно устройство на вводе напорных конусных сеток для их изъятия.

В исходную воду под давлением (например, насосом-дозатором) вводится раствор коагулянта или флокулянта, который перемешивается входными запорными устройствами, в самой трубе (если расстояние от точки ввода до фильтров превышает 50 диаметров подводящего трубопровода) или специальными дроссельными устройствами.

Далее вода фильтруется через две ступени напорных фильтров: на первой ступени фильтровальный поток движется в направлении сверху вниз, на второй ступени устраивается восходящее движение потока. При значительных мутностях технической воды желательна двухслойная, например керамзито-песчаная загрузка фильтров первой ступени, что обеспечит ее высокую грязеемкость и большую длительность фильтроцикла. Скорость фильтрования на ступенях различны, причем на первой ступени она может достигать 15...20 м/час, на второй – не превышает 6 м/час. Поэтому диаметры напорных фильтров первой и второй ступени различны, каждая такая пара последовательно соединенных фильтров составляет блок. Увеличение производительности установки достигается наращиванием количества блоков. В зависимости от качества исходной технической воды возможны различные схемы ввода реагентов, полностью или частично они могут вводиться в так называемый промежуточный фильтрат между фильтрами первой и второй ступени.

В загрузке фильтров происходит изъятие из воды взвешенных и коллоидных загрязнений за счет действия контактной коагуляции. Как известно, при таком механизме на процессы очистки в меньшей степени влияют температура и щелочность очищаемой воды и требуются меньшие дозы коагулянта. Фильтрат второй ступени имеет мутность, гарантированно не превышающую 1,5 мг/л. В периоды малой мутности технической воды требуемое качество фильтрата может достигаться уже после первой ступени и вторая в этом случае может отключаться из работы.

Фильтрат обрабатывается дезинфицирующим агентом и направляется в резервуар чистой воды или в бак водонапорной башни, где обеспечивается контакт для обеззараживания воды. Во втором случае отсутствуют насосы для подачи полученной питьевой воды потребителям. В качестве дезинфеканта рекомендуется жидкий хлор, если есть возможность устройства на заводской площадке хлорного хозяйства с необходимой зоной безопасности, или гипохлорит натрия, получаемый на электролизерах из раствора поваренной соли. Последний вариант также предпочтительнее при наличии на предприятии химводоочистки с натрий-катионитовыми фильтрами, для регенерации которых используется раствор поваренной соли.

Для хранения, растворения, разбавления и дозирования реагентов, вводимых в воду, необходимо устройство компактного реагентного хозяйства. Наиболее эффективно в заданных условиях применение катионных флокулянтов, которые отличаются малыми дозами (на порядок меньше доз традиционных коагулянтов), плотностью осадка в порах загрузки фильтров, простотой хозяйства.

Чистка загрузок фильтров производится обратной промывкой каждой ступени в отдельности. Причем, фильтры первой ступени могут промываться чаще, чем второй. Промывная вода подводится или от башни, если она есть, или от промывных насосов при отводе фильтрата в резервуар. Сброс грязной промывной воды рекомендуется в систему промканализации.

Экономические расчеты показывают, что при использовании существующей инфраструктуры предприятий и приспособлении имеющихся свободных помещений и сооружений (типа водонапорной башни, резервуаров), то-есть при минимизации капитальных затрат, предложенная технология может быть экономически выгодной. Предприятие может отказаться от закупки питьевой воды по все возрастающим тарифам и быть независимым от поставщиков (водоканалов) с их лимитами водопотребления.

Проектное предложение по предлагаемой технологии разработано для Харцызского сталепроволочно-канатного завода (ОАО «Силур»).

Литература

1. Матлак Е.С., Карягин А.В., Романова В.Ю. О проблеме вовлечения шахтных вод в хозяйственное водоснабжение Донбасса. // Проблемы экологии, 2001. - №1.- С. 3-8.
2. А.С. СССР №971813. Способ очистки воды от взвешенных веществ / Омельченко Н.П., Григорянц Е.И. Опубликовано в «Бюллетене изобретений», 1982. №41.

Поступила в редакцию 13.05.04

КАЧЕСТВО ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

Пата О.Г., Селиванова Е.Н.
Автомобильно-дорожный институт
Донецкого национального технического университета

Рассмотрено влияние качества питьевой воды на состояние здоровья человека. Приведены данные, характеризующие качество питьевой воды в различных странах. рассмотрены достоинства и недостатки основных технологий кондиционирования воды.

Основные органы человеческого тела на 60-80% состоят из воды. Один из самых важных элементов человека – кровь на 95% состоит из воды. Она выполняет следующие основные функции в человеческом организме: транспорт физиологически активных веществ, газов (кислорода и углекислого газа); энергетических (глюкоза, жиры) и других соединений, обеспечивающих метаболизм (аминокислоты, витамины, микроэлементы, минеральные соли); перенос продуктов метаболизма к органам выделения; обеспечение требуемого кислотно-щелочного баланса в живых тканях; вместе с плазмой выполняет роли среды, в которой протекают все физико-химические и биологические процессы во внутри- и внеклеточных пространствах, а также в мембранах.

Водным растворам принадлежит основная роль в системах жизнеобеспечения: обмен веществ и регулирование функций органов человеческого тела. Все живое на нашей планете существует в водной среде или непосредственно под защитным покровом.

В развивающихся странах 80% всех болезней уже сейчас возникают из-за употребления загрязненной воды. Благополучие с потреблением чистой воды даже в развитых странах в большинстве случаев кажущееся.

В табл. 1 представлены нормы качества питьевой воды в разных странах. Обращает на себя внимание значительное отличие отдельных показателей качества питьевой воды: жесткости, мутности, солесодержания, хлоридов, аммония и пр.

Даже принятое в США понятие жесткой воды (от 2,4 до 3,6 мг·экв/л) и очень жесткой (более 3,6 мг·экв/л) для осведомленного отечественного потребителя кажется странным. Во многих городах Украины население потребляет воду по жесткости в несколько раз превышающую эти значения.

Учитывая то, что вода, вернее, водные растворы занимают особое место в системе жизнеобеспечения, включая пищеварение, усвоение про-

дуктов питания, кровообращения и процесса выделения, в настоящее время в мировой практике используют ряд систем очистки поверхностных вод и их кондиционирования, коагуляцию, отстаивание, механическую фильтрацию, обеззараживание (хлорирование). В последние годы в Украине находят распространение методы доочистки воды умягчением с использованием натрий-катионитных фильтров, обезжелезивание с использованием сорбента «грин-санд», тонкая фильтрация на патронных фильтрах и обратноосмотическое обессоливание.

Преимущество умягченной, то есть натрий-катионированной воды состоит в том, что помимо кальция и магния, из исходной воды удаляется целый ряд весьма токсичных компонентов, таких как свинец, кадмий, радиоактивные вещества. Кадмий, к примеру, вызывает повышение кровяного давления, хромосомные нарушения, повреждения почек, инициирует возникновение саркомы и рака. Свинец имеет свойство накапливаться в организме с вызывать тяжелейшие отравления.

Таблица 1

Элемент	Ед. измер	ВОЗ 1984 [1]	ЕЭС (1980)		США 12/89	Япония	Германия	Канада
		РЗ	РЗ	ПДК	ПДК	ПДК	ПДК	ПДК
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Температура	°С	НУЗ		25			25	15
рН	-	6,5-8,5	6,5-8,5		6,5-8,5	6,8-8,6	6,5-9,5	6,5-8,5
Вкус и запах	-		0					
Цвет	По коб. шкале	15	1	20		5		15
Мутность	Нефелометр.	5	0,4	4		2	1,5	5
Хлорбензол		НУЗ						
Детергент		НУЗ		0,2				
Кислород растворимый	мг/л	НУЗ						
Проводимость	См/см		400				2000	
Общее солесодержание	мг/л	1000		1500	500	500		500
Общая жесткость	мг/л	500				300		
Щелочность	мг/л							
Кальций	мг/л		100				400	
Магний	мг/л		30	50			50	
Стронций	мг/л							
Натрий	мг/л	200	20	(150)			150	
Калий	мг/л		10	12			12	
Амоний	мг/л		0,05	0,5			0,5	

Элемент	Ед. измер	ВОЗ 1984 [1]	ЕЭС (1980)		США 12/89	Япония	Германия	Канада
		РЗ	РЗ	ПДК	ПДК	ПДК	ПДК	ПДК
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Фосфор	мг/л		0,4	5			5	
Железо	мг/л	0,3	0,05	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3
Марганец	мг/л	0,1	0,02	0,05	0,05	0,3	0,05	0,05
Цинк	мг/л	5	0,1		5	1	5	5
Медь	мг/л	1	0,1		1	1	3	1
Алюминий	мг/л	0,2	0,05	0,2			0,2	
Хлориды	мг/л	250	25	(200)	250	200	250	250
Сульфаты	мг/л	400	25	250	250		240	500
Гидрокарбонаты	мг/л							
Гидросульфиды	мг/л							
Сурьма	мг/л			0,01			0,01	
Мышьяк	мг/л	0,05		0,05	0,05	0,05	0,01	0,05
Барий	мг/л	НУЗ	0,1		1		1	1
Бериллий	мг/л	НУЗ						
Бор	мг/л		1				1	5
Кадмий	мг/л	0,005		0,005	0,01	0,01	0,005	0,005
Хром	мг/л	0,05		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Цианид	мг/л	0,1		0,05		НДП	0,05	0,2
Фторид	мг/л	1,5		1,5	2	0,8	1,5	1,5
Олово	мг/л	0,05		0,05	0,05		0,04	0,05
Ртуть	мг/л	0,001		0,001	0,002	НДП	0,001	0,001
Никель	мг/л	НУЗ		0,05			0,05	
Нитрат	мг/л	10	25	50	10	>10	50	10
Нитрит	мг/л	НУЗ		0,1			0,1	1
Азот	мг/л			1			1	
Перманганат калия $KMnO_4$	мг/л		2	5		10	5	
Селен	мг/л	0,01		0,01	0,01		0,01	0,01
Серебро	мг/л	НУЗ		0,01	0,05		0,01	0,05

Примечание: **НДП** – не должно присутствовать; **НУЗ** – не установленное значение; **ПДК** – предельно допустимая концентрация; **РЗ** – рекомендуемое значение

Однако следует учитывать так называемое «вторичное» загрязнение воды продуктами синтеза ионообменных смол, которые могут вызвать весьма нежелательные последствия. Поступление этих продуктов в очищаемую воду увеличивается при снижении скорости пропускания воды через ионообменную колонну, т.е. увеличении времени контакта воды с ионитом. О вторичном загрязнении свидетельствует, например, неприятный запах воды после ее контакта с ионитом в течение нескольких часов.

В настоящее время значительное количество больших городов на земном шаре употребляют для питья воду низкого или очень низкого соле-содержания. Такие города, как Санкт-Петербург, Нью-Йорк, Сиэтл, Бос-тон, Балтимор, Дэнвер, Сан-Франциско, большинство городов Сибири употребляют для питья воду с низкой жесткостью и солесодержанием от 30 до 90 мг/л. На военных кораблях США в течение более 50 лет использу-ется вода с солесодержанием менее 3 мг/л. Национальное агентство США по авиации и космическому пространству (NASA) уже длительное время в космических полетах использует воду с солесодержанием менее 0,05 мг/л. При самом тщательном медицинском контроле не обнаружено какого-либо неблагоприятного влияния в результате употребления воды даже с очень низким солесодержанием.

Уместно вспомнить великого исследователя Поля Брега. Он в воз-расте 96 лет мог переносить такие физические нагрузки, которые были не-доступны молодым и опытным спортсменам. Употребление дистиллиро-ванной воды и дозированное (лечебное) голодание сохраняли его организм в совершенной форме.

Расчеты физиологических равновесий в человеческом организме по-казывают, что если в межклеточное пространство будет введен 1 л абсо-лютно чистой воды, осмолярность межклеточной жидкости останется в гомеостатических пределах и составит 293 мОсм/л (нормальное значение осмолярности внеклеточной жидкости составляет 300 мОсм/л). При низ-ком содержании натрия в плазме происходит секреция альдостерона и на-трий реабсорбируется, вызывая образование более разбавленной мочи. Благодаря механизму гомеостаза концентрация натрия поддерживается в пределах $\pm 3\%$, а калия $\pm 7\%$. Концентрация кальция поддерживается гор-монами паращитовидной железы в пределах нескольких процентов. Эти показатели поддерживаются практически независимо от солесодержания питьевой воды.

В странах с дефицитом пресной воды, которые широко используют обратноосмотические установки для опреснения минерализованных вод, для коррекции ионного состава воды используют фильтры, загруженные «ньютралайзером». Фильтрация через этот материал позволяет добавить в очищенную воду такие важные для гомеостаза химические элементы, как кальций и магний.

В Украине в настоящее время находят широкое применение уста-новки обратноосмотического обессоливания водопроводной воды, постав-ляемые зарубежными фирмами (Eco Soft, Rain Soft, Eco Water и др.). К со-жалению, в указанных установках отсутствуют указанные «ньютралайзе-ры». При использовании домашних установок обратного осмоса также следует учитывать отмеченное выше «вторичное» загрязнение воды про-дуктами вымываемыми из мембран при длительном простое установок. Необходимо отметить, что указанное вторичное загрязнение при использо-

вании мембранных методов существенно меньше по сравнению с использованием ионообменных технологий.

При наличии развитого рынка приготовление питьевой воды с ее доставкой потребителю предпочтение следует отдать этому методу получения питьевой воды.

В заключение авторы выражают искреннюю благодарность проф. Высоцкому С.П. за руководство и критические замечания при подготовке данной статьи.

Поступила в редакцию 13.05.04

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕК ТЕХНОГЕННО РАЗВИТЫХ РЕГИОНОВ В СИСТЕМЕ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Л.Г. Голубева

Донецкий национальный технический университет

Изложены результаты научных исследований динамики качества воды водотоков промышленно развитых регионов на примере реки Кальмиус. Описанные методы и процедуры моделирования предлагается использовать для прогнозирования и оценки динамики гидрохимических показателей состояния водных объектов в региональной системе мониторинга.

Современная антропогенная нагрузка на речные водные объекты промышленно развитых регионов по многим показателям превышает допустимый уровень и нуждается в строгом контроле. Анализ современного экологического состояния бассейнов рек Украины показал, что, помимо наднормативного загрязнения водоисточников, одной из важнейших проблем является отсутствие эффективной системы мониторинга состояния водных объектов (особенно в области оценки, анализа и прогноза) и, как следствие, недееспособность системы управления их качеством.

Водные ресурсы Донецкой области формируются за счет транзитного притока поверхностных вод, в основном по реке Северский Донец из Харьковской области, местного речного стока, сточных, шахтных и карьерных вод, а также эксплуатационных запасов подземных вод. Экстенсивный характер использования водных ресурсов во всех областях народного хозяйства предопределяет значительное напряжение в водоснабжении области. Вода всех рек области отличается высокой концентрацией солей. Одной из основных причин этого является сброс в природные водные объекты высокоминерализованных шахтно-рудничных вод, с которыми в водоемы и водотоки Донецкой области попадает около 1 млн. т солей в год. Основными загрязнителями водных объектов являются предприятия металлургической и горнодобывающей отраслей промышленности.

Большинство существующих моделей качества речной воды предполагают использование для их идентификации дополнительной информации [1 - 2], получение которой сопряжено со значительными трудностями для государственных субъектов мониторинга. В этом плане использование системного анализа совместно со статистическими

методами часто является оправданным при прогнозе состояния водных объектов со сходными гидрологическими характеристиками [3]. В настоящее время не существует эффективных методов экологической оценки качества воды водотоков с высокой антропогенной нагрузкой, в основу которых положен комплексный подход, при котором оценки проводятся по ряду динамически изменяющихся показателей загрязнения.

Исследования динамики качества воды рек бассейна р. Кальмиус проводились на основе данных государственных субъектов мониторинга. База данных включала информацию о загрязнении водных объектов в среднем по 17 показателям на 17 постах с 1992 по 2003 г. Общий объем информации составил около 50 тыс. замеров. Используя сортировку и выборку данных, были сформированы 17 файлов в виде двумерных массивов 148×17 , состоящих из временных рядов показателей загрязнения воды.

При анализе динамики главных ионов установлено, что содержание анионов (хлориды, сульфаты, фосфаты) в воде р. Кальмиус проявляет сходную динамику изменения во времени (рис. 1), которая может быть описана моделью авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего вида АРПСС (1,1,1):

$$\Delta x_{15(1)} = 0,5369x_{t-1} + \varepsilon_t - 0,8736\varepsilon_{t-1},$$

$$\Delta x_{14(1)} = 0,3888\phi_1 x_{t-1} + \varepsilon_t - 0,8536\varepsilon_{t-1},$$

$$\Delta x_{12(1)} = 0,2863x_{t-1} + \varepsilon_t - 0,7467\varepsilon_{t-1},$$

где $\Delta x_{15(1)}$, $\Delta x_{14(1)}$ и $\Delta x_{12(1)}$ - первые разности значений концентрации хлоридов, фосфатов и сульфатов соответственно в первой точке.

В нижнем течении реки (точка 2) структура моделей у части ионов (хлориды, фосфаты) сохраняется.

$$\Delta x_{15(2)} = 0,4416x_{t-1} + \varepsilon_t - 0,888\varepsilon_{t-1},$$

$$\Delta x_{14(2)} = 0,5948x_{t-1} + \varepsilon_t - 0,9269\varepsilon_{t-1},$$

где $\Delta x_{15(2)}$ и $\Delta x_{14(2)}$ - первые разности значений концентрации хлоридов и фосфатов во второй точке (выше г. Мариуполь) соответственно.

Исключение составляют сульфаты, динамика которых описывается в нижнем течении моделью вида $(2,1,0) \times (1,0,0)_8$ с тремя параметрами авторегрессии. Третий параметр (сезонный) отражает периодичность с лагом 8 месяцев, что может быть вызвано изменениями сбросов сточных вод:

$$\Delta x_{12(2)} = -0,3234x_{t-1} - 0,1966x_{t-2} - 0,2164x_{t-8} + \varepsilon_t,$$

$\Delta x_{12(2)}$ - первые разности значений концентрации сульфатов во второй точке.

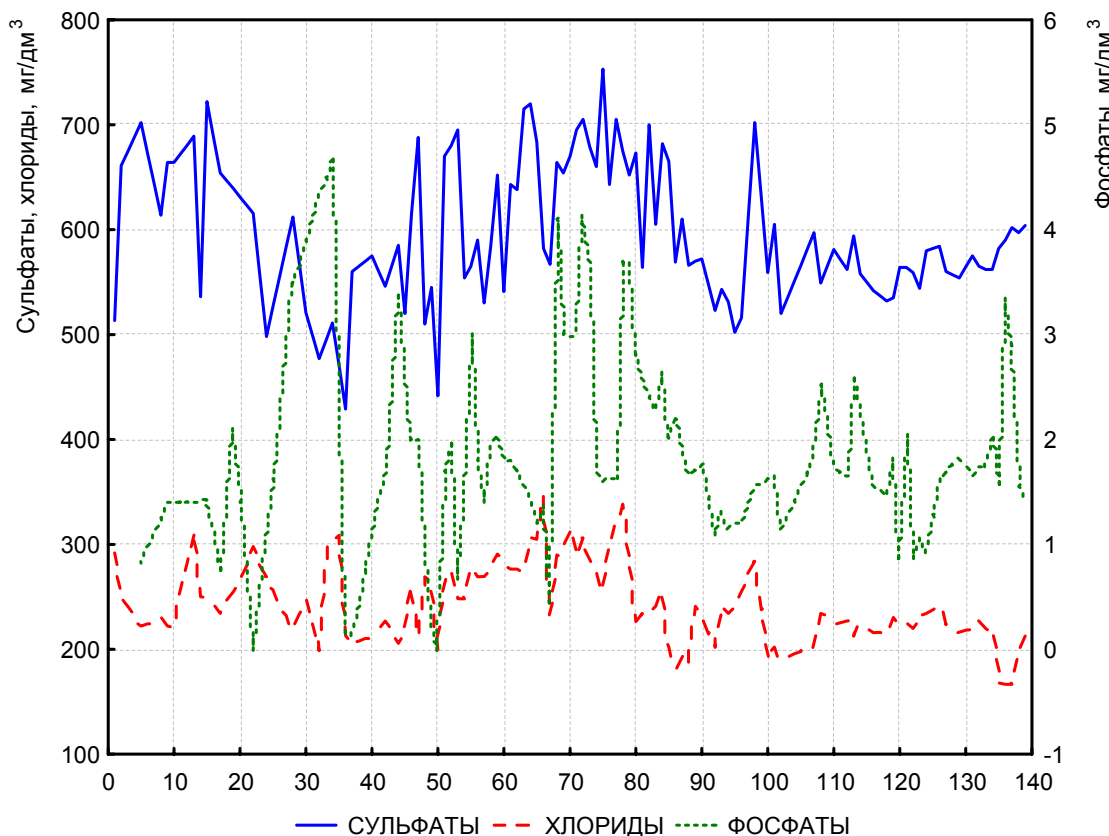


Рис. 1 – Изменение содержания анионов в воде р. Кальмиус ниже г. Донецка (1992 – 2003 гг.).

Анализ динамики изменения концентрации катионов (магний, кальций) показал, что изменение концентрации магния характеризуется моделью авторегрессии (2,0,0) по всей длине водотока с постоянными параметрами авторегрессии, а изменение содержания кальция моделируется мультипликативной моделью с сезонной составляющей вида АРСС $(0,0,2) \times (1,0,0)_{12}$:

$$x_{7(1)} = 0,7542x_{t-1} + 0,2355x_{t-2} + \varepsilon_t,$$

$$x_{7(2)} = 0,7325x_{t-1} + 0,2608x_{t-2} + \varepsilon_t,$$

где $x_{7(1)}$ и $x_{7(2)}$ - значения концентрации магния в первой и второй точках соответственно.

$$x_{6(1)} = \varepsilon_t - 0,2434\varepsilon_{t-1} - 0,3145\varepsilon_{t-2} + 0,1748\varepsilon_{t-12}.$$

$$x_{6(2)} = \varepsilon_t - 0,4427\varepsilon_{t-1} - 0,2865\varepsilon_{t-2} - 0,2880\varepsilon_{t-12},$$

где $x_{6(1)}$ и $x_{6(2)}$ - значения концентрации кальция в первой и второй точках соответственно.

В группе биогенных элементов динамика концентрации солей аммония описывается моделями авторегрессии не выше второго порядка:

$$x_{1(1)} - x_{t-1} = -0,5485x_{t-1} - 0,3364x_{t-2} + \varepsilon_t,$$

$$x_{1(2)} = 0,7319 + 0,7886x_{t-1} + \varepsilon_t,$$

где $x_{1(1)}$ и $x_{1(2)}$ - значения концентрации аммоний-ионов в первой и второй точках соответственно.

Здесь функция воздействия может моделироваться распределением со средними параметрами $a = 0,0034$; $\delta = 0,3438$. Параметры модели экстраполируются линейно по длине водотока.

Изменение концентрации нитрат-ионов определяется авторегрессионной моделью не выше первого порядка с явно выраженной нестационарностью в виде линейного тренда; в нижнем течении реки наблюдается также сезонность в виде авторегрессии, отражаемой мультипликативной моделью вида $AR(1,0,0) \times (1,0,0)_{12}$:

$$x_{9(1)} = 0,6172x_{t-1} + \varepsilon_t + (17,69 + 0,201 \cdot t),$$

$$x_{9(2)} = 0,8592x_{t-1} + 0,2957x_{t-12} + \varepsilon_t + (1,65 + 0,209 \cdot t),$$

где $x_{9(1)}$ и $x_{9(2)}$ - значения концентрации нитрат-ионов в первой и второй точках соответственно.

Динамика концентраций нитритов отражает сезонность по всей длине водотока, прогнозируемую функцией авторегрессии с постоянным по длине водотока параметром авторегрессии, общая модель динамики представляется мультипликативной моделью вида $AR(1,1,1) \times (1,0,0)_6$:

$$x_{10(1)} - x_{t-1} = 0,2928x_{t-6} + \varepsilon_t - 0,5953\varepsilon_{t-1},$$

$$x_{10(2)} = 0,2674 + 0,6927x_{t-1} + 0,2984x_{t-6} + \varepsilon_t,$$

где $x_{10(1)}$ и $x_{10(2)}$ - значения концентрации нитрит-ионов в первой и второй точках соответственно.

Содержание общего железа в верховьях реки моделируется уравнением $AR(1,0,0)$, а в нижнем течении - моделью $AR(1,1,1) \times (1,0,0)_{12}$ с годовой периодичностью.

$$x_{4(1)} = 0,0865 + 0,8408x_{t-1} + \varepsilon_t,$$

$$x_{4(2)} - x_{t-1} = 0,6586x_{t-1} - 0,2687x_{t-12} + \varepsilon_t - 0,8912\varepsilon_{t-1},$$

где $x_{4(1)}$ и $x_{4(2)}$ - значения концентрации общего железа в первой и второй точках соответственно.

В группе интегральных показателей изменение содержания взвешенных веществ в верховьях характеризуется уравнением $AR(1,1,2) \times (1,0,0)_{12}$, а в низовьях - уравнением $AR(1,1,1)$:

$$x_{3(1)} - x_{t-1} = 0,2586x_{t-12} + \varepsilon_t - 0,3334\varepsilon_{t-1} - 0,4459\varepsilon_{t-2},$$

$$x_{3(2)} - x_{t-1} = 0,5766x_{t-1} + \varepsilon_t - 0,9087\varepsilon_{t-1},$$

где $x_{3(1)}$ и $x_{3(2)}$ - значения содержания взвешенных веществ в первой и второй точках соответственно.

Динамика изменения щелочности описывается функцией $AR(1,1,1)$:

$$\Delta x_{16(1)} = 0,6275x_{t-1} + \varepsilon_t - 0,9301\varepsilon_{t-1},$$

$$\Delta x_{16(2)} = 0,3578x_{t-1} - 0,8967\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t,$$

где $x_{16(1)}$ и $x_{16(2)}$ - значения щелочности в первой и второй точках соответственно.

Показатели кислородного баланса и окислительно-восстановительных условий (рН и содержание растворенного кислорода) описываются моделью АРПСС не выше порядка (2,1,1):

$$x_{17(1)} = 0,9995x_{t-1} + \varepsilon_t,$$

$$x_{17(2)} - x_{t-1} = 0,3990 + \varepsilon_t,$$

$$\Delta x_{11(1)} = 0,4361x_{t-1} + \varepsilon_t - 0,9604\varepsilon_{t-1},$$

$$\Delta x_{11(2)} = -0,4412x_{t-1} - 0,2476x_{t-2} - 0,3613x_{t-7} + \varepsilon_t,$$

где $x_{17(1)}$ и $x_{17(2)}$ - значения рН в первой и второй точках соответственно, $x_{11(1)}$ и $x_{11(2)}$ - значения концентрации растворенного кислорода в первой и второй точках соответственно.

Содержание нефтепродуктов описывается моделью не выше порядка АРПСС (1,1,1):

$$x_{8(1)} = 13,255 + 0,6818x_{t-1} + \varepsilon_t + 0,2604\varepsilon_{t-1},$$

$$x_{8(2)} - x_{t-1} = \varepsilon_t - 0,3436\varepsilon_{t-1},$$

где $x_{8(1)}$ и $x_{8(2)}$ - значения концентрации нефтепродуктов в первой и второй точках соответственно.

В группе общего солесодержания динамика изменения количества сухого остатка характеризуется уравнением авторегрессии не выше первого порядка АР (1,1,0):

$$x_{13(1)} - x_{t-1} = -0,2752x_{t-1} + \varepsilon_t,$$

$$x_{13(2)} - x_{t-1} = -0,2405x_{t-1} + \varepsilon_t,$$

где $x_{13(1)}$ и $x_{13(2)}$ - значения количества сухого остатка в первой и второй точках соответственно.

Показатели окислительно-восстановительных условий – БПК-5 и щелочность воды описывается следующими моделями. Для показателя БПК-5 установлены зависимости вида:

$$x_{2(1)} = 0,7192x_{t-1} - 0,3539x_{t-2} + \varepsilon_t + 0,7371\varepsilon_{t-1},$$

$$x_{2(2)} - x_{t-1} = 0,5214x_{t-1} + \varepsilon_t - 0,9722\varepsilon_{t-1},$$

где $x_{2(1)}$ и $x_{2(2)}$ - значения БПК-5 в первой и второй точках соответственно.

Динамика изменения жесткости воды в верхнем течении характеризуется функцией вида АРПСС (1,0,1), а в нижнем – ПСС (0,1,1):

$$x_{5(1)} = 13,255 + 0,6818x_{t-1} + \varepsilon_t + 0,2604\varepsilon_{t-1},$$

$$x_{5(2)} - x_{t-1} = \varepsilon_t - 0,3436\varepsilon_{t-1},$$

где $x_{5(1)}$ и $x_{5(2)}$ - значения жесткости воды в первой и второй точках соответственно.

В результате проведенных исследований предложен стохастический метод краткосрочного прогноза качества воды в речных водных объектах с высокой антропогенной нагрузкой, отличающийся использованием совокупности математических моделей динамики изменения концентрации загрязняющих веществ, представляющих собой передаточные функции, основанные на применении линейного фильтра и фильтра авторегрессии.

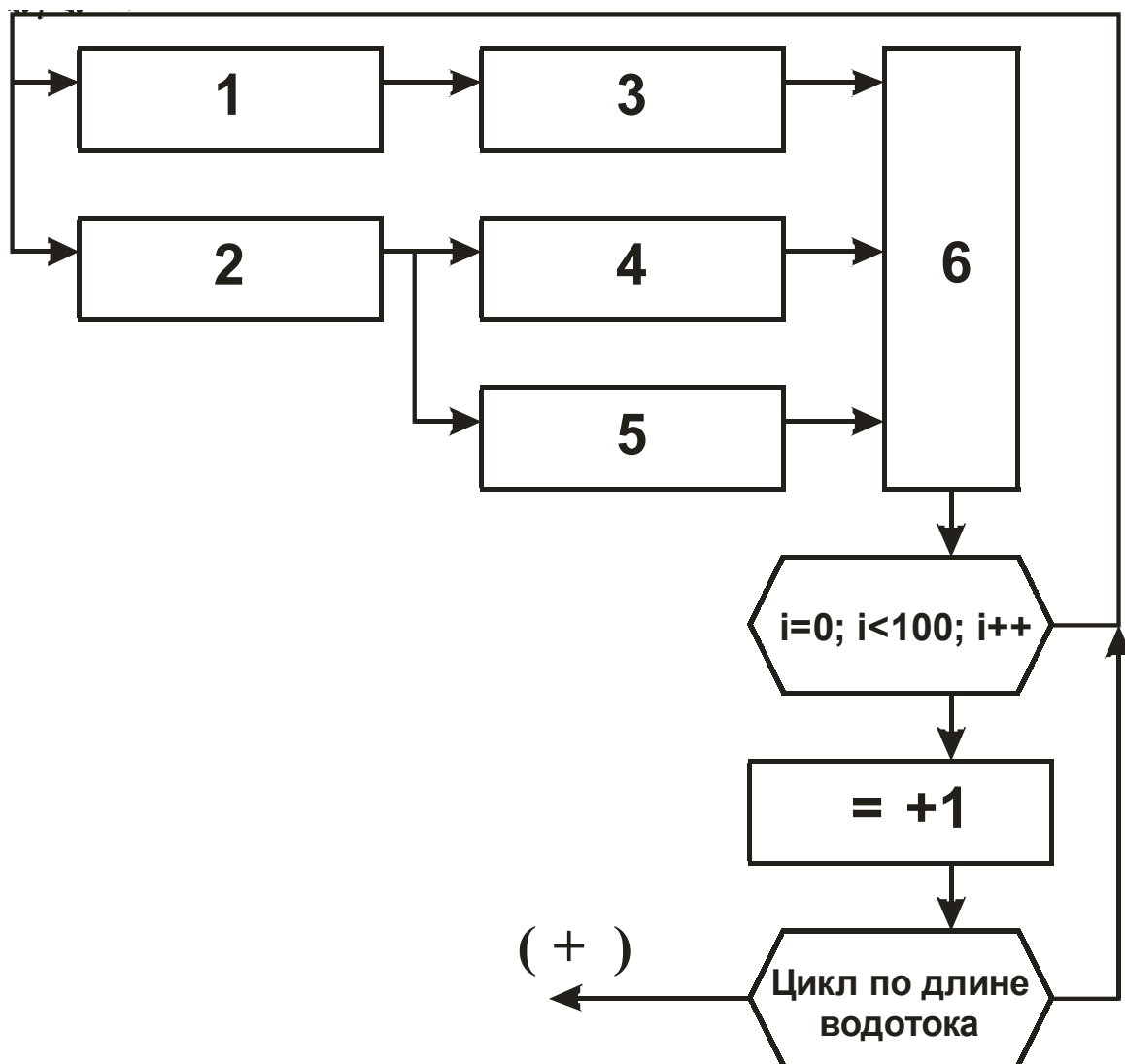
В основе прогнозирования лежит создание выборочной траектории смешанного процесса авторегрессии и скользящего среднего вида:

$$x_{i(z)}(t) = a_0 + p_1 x_{i(z)}(t-1) + p_2 x_{i(z)}(t-2) + \varepsilon(t) - q_1 \varepsilon(t-1) - q_2 \varepsilon(t-2) + P_S x_{i(z)}(t-S) - Q_S \varepsilon(t-S) \quad (1)$$

где z - длина водотока; i - индекс показателя загрязнения; ε_t - функция воздействия; S - сезонный лаг; t - время.

Функция воздействия ε_t генерируется в виде значений независимых стандартных нормальных величин со средним a и среднеквадратичным отклонением σ . Общая модель вида (1) представляет собой сумму передаточных функций использующих линейный фильтр, фильтр авторегрессии и нестационарный периодический фильтр.

Общий алгоритм прогноза параметров $x_{i(z)}$ на k шагов вперед для системы моделей (1) представлен на рис. 2.



1 – генератор случайных чисел в виде нормального распределения с заданным средним и дисперсией для i -го параметра; 2 – запись в массив показателей загрязнения по данным замеров на k шагов назад во времени; 3 – линейный фильтр вида $\varepsilon(t) - q_1\varepsilon(t-1) - q_2\varepsilon(t-2)$; 4 – фильтр авторегрессии вида $a_0 + p_1x_{i(z)}(t-1) + p_2x_{i(z)}(t-2)$; 5 – нестационарный периодический фильтр вида $P_Sx_{i(z)}(t-S) - Q_S\varepsilon(t-S)$; 6 – общий фильтр суммирования.

Рис. 2. – Стохастический алгоритм прогноза показателей качества воды при антропогенном загрязнении речных водных объектов

На основе приведенного алгоритма были проведены прогнозные расчеты по оценке уровня антропогенного загрязнения реки Кальмиус [4].

Выполненные оценки показали, что разработанный стохастический метод прогноза достаточно достоверен и может быть использован для оценки антропогенного загрязнения на краткосрочные периоды 6-12 месяцев.

Описанные методы и процедуры моделирования и прогнозирования

качества воды рек предлагается использовать для прогнозирования и оценки динамики гидрохимических показателей состояния водных объектов в региональной системе мониторинга вод.

Перечень ссылок:

1. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. – К.: Ніка-Центр, 2001. – 264 с.
2. Яцык А.В. Экологические основы рационального водопользования. — К.: Генеза, 1997. — 628 с.
3. Пропозиції щодо створення системи моніторингу довкілля промислового регіону (на прикладі Донецької області). Держуправління екології та природних ресурсів в Донецькій області. ДонНТУ. – Донецьк, 2003. – 40 с.
4. Голубева Л.Г. Мониторинг качества водных ресурсов техногенно развитых регионов с применением статистических методов моделирования // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. / Ин-т геотехнической механики им. М.С. Полякова НАН Украины. – Днепропетровск, 2004. – Вып. 48. - С. 222 – 227.

Поступила в редакцию 13.05.04

ПИТЬЕВАЯ ВОДА: ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА.

асс. Т.В.Андрійко

Донецкий национальный технический университет

Среди многочисленных факторов, отрицательно влияющих на здоровье населения, существенное значение принадлежит химическому загрязнению питьевой воды, особенно сверхтоксичными полихлорированными диоксидами и фуранами, соединениями тяжелых металлов и органическими веществами. От потребления некачественно питьевой воды ежегодно на нашей планете умирает 20 миллионов человек.

Донецкая область – крупнейший промышленный регион Украины. Действующие в области крупнейшие металлургические, машиностроительные, химические, обогатительные и энергетические предприятия, а также разрабатываемые месторождения угля (около 200 шахт), каменной соли, ртути, стройматериалов и других полезных ископаемых являются постоянными источниками загрязнения окружающей среды, в том числе и подземных вод. Особенно сильно это влияние проявляется в подземных водах.

На экологическую обстановку в подземных водах Донецкой области оказывают разное влияние различные химические элементы и соединения.

Аномалии фтора с содержанием, превышающем ПДК, вблизи г. Соледар встречаются очень часто. Ртуть в концентрации до 0,02 – 0,05 мг/л обнаружена в подземных водах Никитовского ртутного комбината, а также на Дружковско – Константиновской и Славянской антиклиналях, в северной части г. Мариуполя, в районе металлургического завода им. Ильича. Максимальные концентрации бора выявлены на побережье Азовского моря в районе г. Новоазовска (до 2,1 – 6,0 мг/л). Основными техногенными источниками цинка являются сточные воды заводов цветной и черной металлургии. Наиболее высокие его концентрации (50 – 60 мг/л) установлены в г. Константиновка и Артемовск. Максимальное содержание свинца – 0,25 мг/л обнаружено в г. Славянске, а наиболее высокие концентрации меди – в Артемовском районе (до 0,55 мг/л) и в Волновахском районе (1,7 мг/л). Загрязнение подземных вод соединениями азота вызывает большую обеспокоенность. На 50% территории области содержание нитратов в подземных водах превышает ПДК в 20 раз и более.

Основная экологическая роль подземных вод в жизни человека заключается в том, что они являются источником питьевого водоснабжения. Тревогу вызывает высокое содержание компонентов – загрязнителей во всех природных средах области. Ежегодно на территории Донецкой области складывается около 40 – 60 млн. тонн промышленных отходов, причем около 1 млн. тонн – это отходы 1 – 3 классов опасности.

Установлено повсеместное превышение предельно допустимых концентраций ртути, мышьяка, свинца, цинка и других токсичных химических элементов в почвах, атмосфере и гидросфере региона. Следует добавить к этому сброс неочищенных стоков, бессистемную распашку земель сельхозпредприятиями, в результате чего в водоемы попадают минеральные удобрения, ядохимикаты. Ежегодно в питьевые источники Донецкой области шахтами, металлургическими заводами, теплоэлектростанциями и другими предприятиями сбрасывается свыше одного миллиона тонн солей.

Прежде чем вода поступает в наши дома, она проходит очистку на водоочистительных сооружениях. Наличие надежных способов изъятия того или иного вещества из воды не решает проблему питьевого качества, так как сложность очистки связана с тем, что малые концентрации примесей находятся в огромных объемах. Для питьевых потребностей человек использует до 3 л воды в сутки, а население крупного города использует для питьевых целей только около 1% в сутки из водопроводной сети. Так стоит ли чистить до такой степени всю воду, чтобы потом этой водой поливать газон или мыть пол? Если учесть, от какого количества и состава загрязнения освободили ту воду, которая течет из кранов, то доочистить эту воду до качества, совершенно безопасного для питья можно решить только одним способом и в одном месте – на кухне. Для этого рекомендуется использовать бытовую систему очистки воды «Цептер».

Достоинства системы очистки воды «Цептер»:

1. не менее 90% эффективности при очистке воды от растворимых субстанций;
2. возможность монтажа на любой кухне;
3. отсутствие каких – либо химических субстанций в процессе очистки;
4. бесшумная работа;
5. водопроводное давление в качестве привода установки.

Система очистки воды «Цептер», основным компонентом которой является обратноосмотическая мембрана, устраняет около 96 – 99% компонентов загрязняющих воду.

Поступила в редакцию 13.05.04

РЕГУЛИРОВАНИЕ СОСТАВА ГАЗОВОЙ СРЕДЫ ХРАНИЛИЩ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ

Ю.Н. Белогуров, А.И. Панасенко
Донецкий национальный технический университет

Разработан узел поглощения диоксида углерода установки регулирования газового состава хранилищ сельскохозяйственной продукции с применением твердого регенерируемого поглотителя CO_2 . Гарантированный ресурс работы поглотителя в циклах сорбция CO_2 – регенерация поглотителя составляет 10000 часов. В 2-3 раза сокращаются потери сельскохозяйственной продукции.

Климат Украины позволяет выращивать значительное количество плодов и овощей. Однако их потребление в зимний период ограничено, а в осенне-зимний период могло быть значительным, однако также ограничено сроками хранения плодов и овощей. Поэтому большая часть плодов и овощей подвергается консервации и переработке в соки, при этом значительная часть витаминов в плодах и овощах теряется. Некоторые виды плодов (слива, абрикос, персик, лимон) и овощей (огурцы, перец, помидоры) имеют короткий период созревания и после их массового сбора наблюдаются значительные потери из-за порчи плодов и овощей при высоких летних температурах. В связи с этим целесообразным является хранение сельскохозяйственной продукции в специальных хранилищах. При этом естественные потери плодово-овощной продукции снижаются в 2-3 раза.

Наиболее перспективным является метод хранения плодов и овощей в холодильных камерах с регулируемой газовой средой. Температура хранения составляет 5-15 °С в зависимости от вида продукции.

Различают несколько типов газовых сред:

- нормальная газовая среда (концентрация диоксида углерода 5-10% об., кислорода 11-16 % об., остальное азот);
- субнормальная газовая среда (концентрация диоксида углерода 1-5% об., кислорода 2-3% об., остальное азот);
- азотная газовая среда (диоксид углерода отсутствует, концентрация кислорода 3% об., остальное азот).

Наибольший эффект достигается при создании субнормальной газовой среды: плоды и овощи хранятся на 40-90 дней дольше, чем в обычных холодильных камерах; до 35% увеличивается выход стандартной продукции.

После загрузки продукции на хранение и герметизации хранилища, в результате дыхания овощей и плодов наблюдается снижение концентрации кислорода и повышение концентрации диоксида углерода. При этом концентрация диоксида углерода достигает значения 7-8 % об. через трое суток, а концентрации кислорода 2-3 % об. достигается через 2-3 недели. Поэтому при достижении повышенной концентрации диоксида углерода требуется применение регулирования газовой среды, заключающееся в удалении избыточного диоксида углерода в начальный период и поддержании оптимальной для данного вида продукции температуры и концентрации CO_2 и O_2 в течении всего периода хранения плодов и овощей.

Создание газовой среды достигается активным и пассивным способами. При активном способе газовая среда направляется в газогенератор, где при взаимодействии топливного газа с кислородом газовой среды происходит снижение концентрации кислорода. Из газогенератора газовая смесь направляется (после ее охлаждения путем орошения водой) на поглощение CO_2 .

При пассивном способе создания оптимальной газовой среды газогенератор не используется (при этом поглощение кислорода происходит плодами или овощами).

Нами разработан узел поглощения диоксида углерода установки создания газовой среды в хранилищах плодово-овощной продукции с использованием твёрдого регенерируемого поглотителя диоксида углерода, созданного на кафедре "Технология неорганических веществ" Донецкого политехнического института (в настоящее время Донецкий национальный технический университет). Поглотитель на основе твёрдого карбоната калия с добавками имеет ёмкость по CO_2 80-120 л/кг в зависимости от условий сорбции. Величина поглощения диоксида углерода зависит от концентрации CO_2 , температуры и относительной влажности газовой среды, продолжительности процесса сорбции и может быть рассчитана по формуле:

$$V_{\text{CO}_2}^{\text{погл}} = 0,234 \left(\frac{C_{\text{CO}_2}}{C_{\text{CO}_2} + 1,44} \right) \cdot \left(\frac{\tau_{\text{сорбц}}}{\tau_{\text{сорбц}} + 104,1} \right) \cdot (0,995 \cdot \varphi + 30,2) \cdot \left(\frac{T}{343,5 - T} \right) \cdot m_{\text{погл}} ,$$

где $V_{\text{CO}_2}^{\text{погл}}$ - величина поглощения CO_2 , л;

C_{CO_2} - концентрация CO_2 в газовой среде, % об.;

$\tau_{\text{сорбц}}$ - длительность процесса сорбции, мин.;

φ - относительная влажность газовой среды, %;

T - температура газовой среды, К;

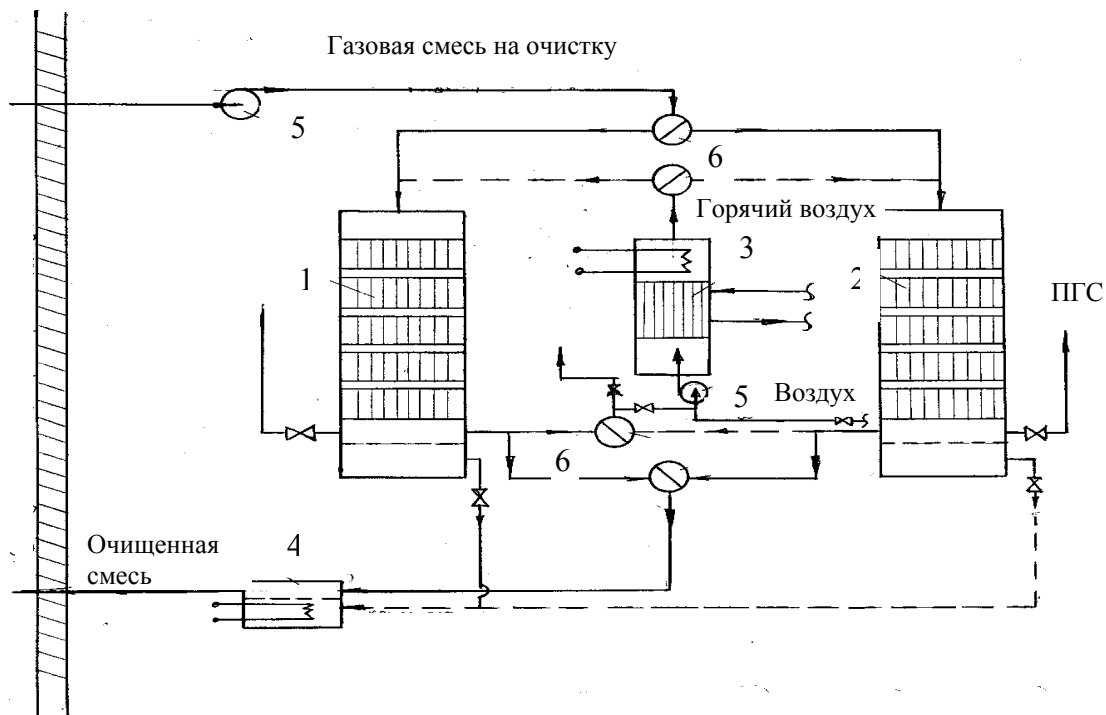
$m_{\text{погл}}$ - масса загрузки поглотителя в аппарате, кг.

При хранении 1000 т продукции требуемый газовый состав по диоксиду углерода обеспечивается 240 кг поглотителя, работающего в циклах поглощения CO_2 – регенерация поглотителя. Регулирование концентрации кислорода может осуществляться путём выжигания избыточного кислорода в генераторе, разработанном в Институте газа АН Украины.

При активном способе формирования газовой среды (создание оптимальной газовой среды за короткий период времени) забираемый вентилятором из холодильной камеры воздух направляется в газогенератор. В газогенератор подается также топливный газ (природный газ, сжиженный газ). При взаимодействии топливного газа с кислородом происходит снижение концентрации кислорода, повышение концентрации азота и образование продуктов горения (диоксид углерода, водяные пары). Продукты горения охлаждаются до 50-75 °С водой, подаваемой в форсунки, и через конденсатосборник, расположенный в нижней части газогенератора, направляют в контактный холодильник (орошение водой), где температура продуктов горения снижается до 20-25 °С. Охлажденные продукты горения, содержащие 1,5% об. кислорода до 15 % об. диоксида углерода и водяной пар, направляют в узел поглощения диоксида углерода.

Узел поглощения диоксида углерода состоит из нескольких аппаратов поглощения диоксида углерода снаряженных твердым регенерируемым поглотителем диоксида углерода и устройства для регенерации твердого регенерируемого поглотителя (вентилятор, подогреватель воздуха, система клапанов). Технологическая схема узла поглощения CO_2 приведена на рисунке 1.

При удалении диоксида углерода газовая смесь направляется в аппарат (аппараты), находящийся на стадии поглощения. При этом твердый регенерируемый поглотитель взаимодействует с диоксидом углерода и водяным паром и происходит снижение концентрации диоксида углерода в газовой среде до заданной нормы. После этого сухая газовая среда направляется в увлажнитель, где путём испарения добавляется необходимое количество водяного пара. После увлажнителя газовая смесь со всеми необходимыми параметрами по концентрации диоксида углерода, кислорода, азота и влажности направляется в холодильную камеру овощехранилища.



- 1 – аппарат поглощения, находящийся на хемосорбции CO_2 ;
 2 – аппарат поглощения, находящийся на регенерации поглотителя;
 3 - подогреватель воздуха; 4- увлажнитель; 5 – вентилятор;
 6 – переключающий клапан

Рисунок 1 – Технологическая схема узла поглощения диоксида углерода установки регулирования газового состава хранилищ сельскохозяйственной продукции

после насыщения твердого регенерируемого поглотителя диоксидом углерода проводится термическая регенерация поглотителя. Для этого в аппарат, находящийся на стадии регенерации поглотителя, подают нагретый воздух с определённой температурой (атмосферный воздух вентилятором подаётся в подогреватель воздуха, где подогрев до необходимой температуры ведётся с помощью электронагревателей или других источников тепла). Горячий воздух является там греющей средой при переводе поглотителя в активную форму. После регенерации поглотителя горячий воздух, содержащий диоксид углерода, в виде парогазовой смеси (ПГС) выбрасывается из аппарата в атмосферу или направляется в узел утилизации диоксида углерода, если в нем имеется потребность.

Переключение аппаратов из режима сорбции CO_2 на режим регенерации поглотителя (и наоборот) производится с помощью системы клапанов и пульта управления подогревателем. Управление узлом поглощения диоксида углерода может производиться автоматически.

Продолжительность работы узла поглощения диоксида углерода задается исходя из средней интенсивности выделения диоксида углерода плодами, ёмкости холодильной камеры, объёма холодильной камеры и длительности периода хранения плодов в холодильной камере.

Опытной эксплуатацией твёрдого регенерируемого поглотителя на основе карбоната калия в аппаратах поглощения с термической регенерацией поглотителя при 220-250 °С определён гарантийный срок службы поглотителя до 10000 часов. Такой поглотитель является эффективным средством для создания регулируемых газовых сред в холодильных камерах плодово-овощных хранилищ.

Полученные результаты исследований могут быть использованы при проектировании и эксплуатации систем создания регулируемых газовых сред в хранилищах сельскохозяйственной продукции. Экономическая эффективность предлагаемых решений заключается в улучшении процесса хранения плодов и овощей и увеличения выхода сельскохозяйственной продукции при их длительном хранении.

Установка создания газовой среды рекомендована для внедрения в плодово-овощных хозяйствах и специализированных хранилищах сельскохозяйственной продукции.

Литература

- 1 Миронов Е.П., Полегаев В.И. Хранение и переработка плодов и овощей – М.: Агропромиздат, 1989 – 303 с.
- 2 Коробкина З.В. Прогрессивные методы хранения плодов и овощей – К.: Урожай, 1989 – 217 с.
- 3 Тяжкороб А.Ф. Рециркуляционный генератор газовой среды с адсорбционным поглощением CO₂ // Журнал «Химическая технология», 1982, №6 – с. 36 -40.
- 4 А.с.58385 СССР. Способ очистки воздуха от двуокси углерода на твердом регенерируемом поглотителе на основе карбоната калия при предварительном подогреве очищаемого воздуха / В.С. Масляев, Ю.Н. Белогуров, П.М. Горовец (СССР) - № 1519874, заявлено 28.05.1970, опубликовано 31.07.1971.
- 5 А.с.58722 СССР. Способ регенерации поглотителя углекислого газа и паров воды на основе карбоната калия спеканием. / М.И. Кляшторный, В.С. Масляев, Ю.Н. Белогуров, В.А. Желудовский (СССР) - № 1521197, заявлено 26.06.1970, опубликовано 13.09.1971.

Поступила в редакцию 09.04.04

О ВЛИЯНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ОБОГРЕВА КОКСОВЫХ ПЕЧЕЙ НА МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ ОКСИДОВ АЗОТА

А.Л. Фидчунов, д.т.н. Ю.С. Васильев.
УХИН

В работе приведены результаты исследований по динамике содержания оксидов азота в дымовых газах из коксовых печей в течение периода коксования, по влиянию на содержание NO_x температуры, избытка воздуха, прососов в отопительную систему газа из камеры коксования. Оценена доля в общем количестве NO_x «термических» и суммы «быстрых» и «топливных» оксидов азота.

Определение количества «термических» оксидов азота и динамики образования оксидов азота в процессе коксования было проведено на коксовой батарее №6 ОАО «Авдеевский КХЗ» в печах типа ПВР с боковым подводом с печами высотой 5,5 м и полезным объемом камеры 30,3 м³.

Оборот печей составлял 21 ч 54 мин, заданные температуры в контрольных вертикалах на машинной стороне батареи - 1220 °С, на коксовой стороне – 1250 °С.

Для оценки влияния на процессы в вертикалах прососов сырого газа из одной камеры объектом исследования был взят крайний отопительный простенок.

Отбор проб дымовых газов на анализ проводился из вертикалов 15 и 25 отопительного простенка №1. кварцевыми трубками, опущенными через смотровые шахточки на глубину около 500 мм ниже уровня перевального окна. Контроль температуры вертикала определялся по температуре в 16 и 26 вертикалах как среднее значение температуры предыдущего и последующего кантовочных циклов, ввиду нежелательности манипулирования хрупкими кварцевыми трубками. Для устранения влияния падения температуры за время кантовки все температурные замеры осуществлялись строго на середине кантовки (11-я минута).

Анализ газа проводился газоанализатором TESTO–350, в течение двух оборотов печей. Пересчет показаний газоанализатора осуществлялся по формуле [1]:

$$C_{\text{NO}_x} = 2,05 \cdot \alpha \cdot C_{\text{NO}} \frac{21}{21-5},$$

где C_{NO_x} – содержание оксидов азота в сбрасываемых дымовых газах, приведенное к 5 % содержанию кислорода, мг/м³;

C_{NO} – содержание NO в дымовых газах, частей на миллион (ppm);

α – коэффициент избытка воздуха;

2,05 – пересчетный коэффициент NO в NO_x с ppm на миллиграммы на кубический метр;

21 и 5 – содержание кислорода в, соответственно, воздухе и дымовых газах, %.

Полученные данные представлены на рис. 1.

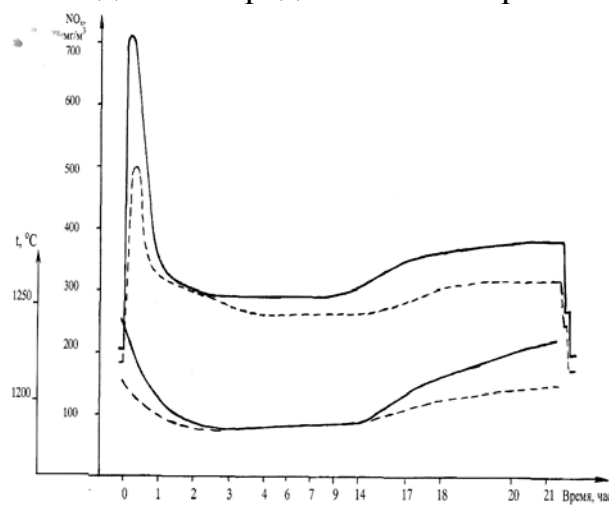


Рис. 1. Изменение содержания оксидов азота в продуктах горения и температуры в отопительных каналах за время коксования:

— отопительный канал 15;

— — отопительный канал 25

Характер полученных кривых указывает на наличие трех временных интервалов, характеризующихся разной динамикой содержания NO_x:

1. На начальном этапе коксования (первые 5-15 мин) имеет место резкий рост содержания NO_x и последующее его падение до среднего значения к концу первого часа коксования. Разница в содержании NO_x для обследуемых отопительных каналов (713 и 494 мг/м³) обусловлена, по нашему мнению, в основном за счет меньшей газоплотности кладки вертикалов 15 и 16 по сравнению с вертикалами 25 и 26. Проведенный сразу после загрузки печи №1 визуальный осмотр горения в этих отопительных каналах выявил прососы в отопительных каналах 15 и 16 в виде задымления и видимого потока дымовых газов из перевального окна. Для отопительных каналов 25 и 26 осмотр не показал видимых перетоков.

2. В период с 3-го до 15-го часа от начала коксования в обоих отопительных каналах температура не изменяется и составляет ~ 1180 °С. Содержание NO_x на втором часу в обоих отопительных каналах становится одинаковой и составляет ~ 308 мг/м³. Между вторым и четвертым часом для вертикалов 15 и 25 разница в содержании NO_x составляет 23 мг/м³, которая к 15-му часу периода коксования увеличивается до 38 мг/м³.

Более высокое содержание NO_x в дымовых газах вертикала 15 получается за счет «топливных» NO_x от прососов сырого газа. Тем не менее можно считать, что в этом интервале (5-14 ч) содержание NO_x практически не изменяется.

3. Начиная с 15-го часа (последняя треть периода коксования) температура в отопительных каналах начинает расти от 1180 °С до начальной – 1250 и 1210 °С соответственно в 15-м и 25-м вертикалах, что ведет к увеличению содержания NO_x на 60 - 75 мг/м³. В этот период перепад между содержанием NO_x в вертикалах 15 и 25 возрастает по сравнению с предыдущим периодом до 53 - 60 мг/м³.

На рост содержания NO_x в этот период влияет рост температуры в отопительных каналах. Большой рост в отопительном канале 15 обуславливает бóльшую величину NO_x . Вторым фактором, объясняющим повышение содержания NO_x , на наш взгляд, может быть увеличение содержания аммиака в прямом коксовом газе, связанное с ростом температуры коксового пирога. К 15-му часу от начала коксования температура по оси загрузки будет не менее 700 °С, а возле греющей стенки ~ 1000 -1100 °С.

Снижение содержания NO_x в последние 20 мин коксования с 375 до 270 мг/м³ (вертикал 15) и с 323 до 248 мг/м³ (вертикал 25) связано с падением давления в камере коксования и уменьшением прососов, так как печь отключается от газосборника и работает на открытые стояки. После выдачи кокса и постановки дверей, когда печь в течение 10 мин остается пустой, замеры содержания NO_x в дымовых газах показали, что в отопительном канале 15 ($t = 1145$ °С) содержание NO_x составляет 199-203 мг/м³, а в отопительном канале 25 ($t = 1140$ °С) – 170-180 мг/м³. Разница в концентрациях NO_x между этими отопительными каналами (~ 25 мг/м³), является иллюстрацией влияния температуры на содержание NO_x , поскольку коэффициент избытка воздуха α одинаков для обоих вертикалов и составляет $\sim 1,5$.

Имеющийся на 1-м часу периода коксования пик содержания NO_x в дымовых газах по времени совпадает с пиком газового давления в камере. Выполненные УХИНОм замеры газового давления в загрузке придверной зоны показали, что максимальная величина этого давления наблюдается на 1-м часу коксования и может достигать 15 000 Па. Этого достаточно для существенного увеличения прососов в отопительную систему, особенно при пониженной газоплотности кладки простенков.

Известно, что в начальный период из шихты выделяются в виде летучих веществ пары воды и окклюдированный воздух. При этом имеет место пусть и небольшое, но падение температуры в вертикалах (~ 40 °С за первый час). Увеличение содержания NO_x в дымовых газах на начальной стадии периода коксования может быть объяснено следующим образом.

После загрузки печи шихтой кислород находящегося в камере воздуха расходуется на частичное окисление угля. Поэтому прососы из камеры в отопительную систему в начале периода коксования представляют собой смесь водяных паров, CO , CO_2 и азота. Попадая в вертикале в восходящий поток (где имеется факел горения), прососы обуславливают:

- повышение концентрации N_2 в газовой смеси вне факела горения, инициирующее образование «термических» NO_x ;

- увеличение концентрации H_2O и CO_2 в газовой смеси вне факела горения, инициирующее поглощение этой смесью радиационного тепла от факела.

В результате температура газовой смеси вне факела горения повышается, что способствует увеличению содержания «термических» NO_x . В последующем, по мере развития процессов термической деструкции во всем объеме засыпи, концентрация N_2 в прососах уменьшается, что обуславливает уменьшение содержания NO_x . Однако нам представляется, что главной причиной практически мгновенного снижения содержания NO_x на 150-280 мг/м^3 является резкое увеличение газоплотности кладки простенка. Процесс размягчения угля до пластического состояния в пристеночном слое осуществляется очень быстро. Жидкоподвижные продукты заполняют все поры и трещины греющей стенки, затем образуется полукок, который становится непреодолимым препятствием для прососов. Пары воды и окклюдированных газов начинают эвакуироваться через шихту. А поскольку прососы из подсводного пространства могут происходить только в направлении нисходящего потока в вертикале, где факел отсутствует и нет условий для образования термических NO_x , то происходит резкое снижение их содержания. Следует отметить, что детальное изучение этого вопроса должно стать предметом самостоятельного исследования.

Влияние температуры на содержание NO_x иллюстрируется (см. рис. 1) данными о содержании NO_x в дымовых газах в то время, когда печь №1 не была загружена шихтой. Содержание NO_x составляло ~ 199 мг/м^3 (вертикал 15) и 173 мг/м^3 (вертикал 25), то есть изменение температуры на 10 °С обуславливало однонаправленное изменение содержания NO_x на ~ 7,5 мг/м^3 .

По данным замеров NO_x в течение кантовки (рис. 2) изменение температуры на 10°C дает однонаправленное изменение содержания NO_x на $\sim 14 \text{ мг/м}^3$.

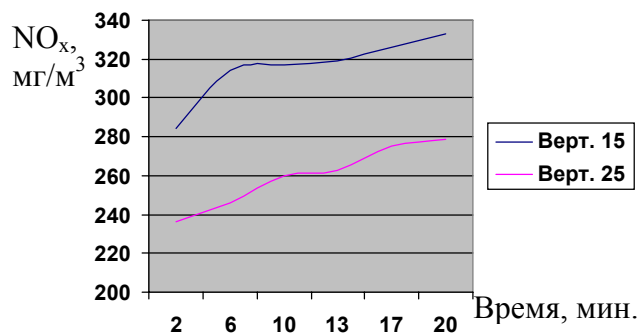


Рис. 2. Динамика содержания NO_x в дымовых газах в течение кантовки

Разная степень влияния температуры на содержание NO_x в пустой и загруженной печи может быть объяснена образованием дополнительного количества «быстрых» NO_x [1] за счет увеличения концентрации радикалов $\text{CH}_3\cdot$, $\text{CH}_2\cdot$, $\cdot\text{CH}$, $\cdot\text{C}$, образующихся при сгорании прососов сырого коксового газа. Этот вопрос также требует своего решения в отдельном исследовании.

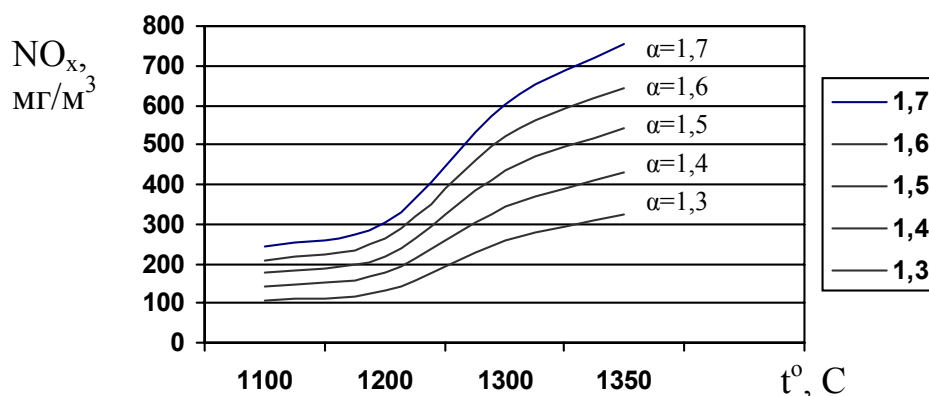
Реакция горения азота с образованием NO характеризуется очень малыми величинами степени превращения β исходных кислорода и азота в NO . Значения β в интервале температур 1500-2000 К (этому интервалу отвечают температурные условия отопительных каналов) изменяются от $1,6 \cdot 10^{-3}$ до $9,76 \cdot 10^{-3}$. Степень превращения показывает, какая доля кислорода (азота) перешла в NO [3].

Поскольку воздух, идущий на горение, содержит всего 21 % кислорода (остальное азот), который расходуется на сжигание отопительного газа, избыточный кислород, необходимый для образования «термических» NO_x , появляется только тогда, когда коэффициент избытка воздуха α становится больше единицы. А поскольку азота в реакционной смеси всегда больше, чем кислорода, то оценивать степень превращения N_2 в NO целесообразно по остаточному кислороду в дымовых газах.

Ниже (рис. 3) приведены расчетные данные по содержанию «термических» NO_x в дымовых газах коксовых печей для температур в отопительных каналах 1100-1350 $^\circ\text{C}$ и коэффициентов избытка воздуха α от 1,3 до 1,7.

Следует отметить, что данные рис. 3 получены без учета влияния коэффициента избытка воздуха α на температуру в вертикале. По мнению Б.Д. Зельдовича [1] в углеводородном пламени увеличение количества «термических» оксидов азота прекращается при достижении величины $\alpha = 1,8$ с дальнейшим незначительным уменьшением их количества по мере увеличения α . Снижение скорости образования «термических» оксидов азота при уменьшении температуры, обусловленной увеличением α , не компенсируется ростом количества оксидов за счет повышения концентрации кислорода.

Рис. 3. Содержание NO_x в дымовых газах коксовых печей при



различных температурах и значениях α в отопительных каналах для 5 %-ного содержания кислорода в дымовых газах

Представленные на рис. 3 данные указывают на очень сильное влияние температуры и коэффициента избытка воздуха на содержание в дымовых газах «термических» оксидов азота.

Сравнение экспериментальных данных по отопительным каналам 15 и 25 (соответственно 200 и 176 мг/м³) при незагруженной печи с расчетными данными для температуры 1250 и 1210 °С и $\alpha = 1,5$ (соответственно 327 и 238 мг/м³) указывает на необходимость использования при расчете «термических» NO_x более низкой «расчетной» температуры отопительных каналов.

Для данного случая расчетная температура должна быть на 100 °С ниже температуры в отопительных каналах 15 и 25 и составлять соответственно 1140 и 1110 °С. При таких условиях теоретически найденное содержание оксидов азота в дымовых газах составит 179 и 197 мг/м³.

Выводы

Экспериментально установлено, что содержание «термических» оксидов азота в дымовых газах из вертикалов с температурой 1210 – 1250 °С и коэффициентом избытка воздуха $\alpha = 1,5$ составляет 175 – 200 мг/м³.

Показано, что рост температуры в отопительном канале на 50 °С дает увеличение NO_x в дымовых газах на 100 – 125 мг/м³.

Для прогнозного расчета количества «термических» NO_x предлагается условная расчетная температура вертикала, которая должна быть меньше замеренной ~ на 100 °С.

Оценена доля «топливных» и «быстрых» NO_x в общем их содержании в дымовых газах. Суммарное содержание этих оксидов азота максимально на первом часу коксования и может достигать ~ 500 и > мг/м³, а усредненная по периоду коксования составляет величину ~ 250 мг/м³.

Полученные результаты могут быть использованы для прогноза выбросов NO_x коксовыми батареями при форсировании режима их работы.

Так, при переводе батареи №6 Авдеевского КХЗ на режим со среднебатареиной температурой контрольных вертикалов ~ 1350 °С содержание оксидов азота должно вырасти (в основном за счет «термических» NO_x) до 650 - 700 мг/м³. В результате фактический выброс NO_x в 1,5 – 2,0 раза превысит утвержденный норматив.

Литература

1 Карпов А.В. Влияние режима обогрева коксовых печей на содержание оксидов азота в продуктах сгорания коксового газа // Углекислотный журнал. – 2002. – №3-4. – С.18-22.

2 Зельдович Б.Д., Садовников П.Я., Франк-Каменецкий Л.А. Окисление азота при горении. – М.: Наука, 1974.

3. Справочник химика. Т. 3. – М. – Л.: Химия, 1964.

Поступила в редакцию 13.05.04

ОБОСНОВАНИЕ ЭКОЛОГО–ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШАХТНЫХ ВОД

асп. Романова В.Ю.
ДонНТУ

Розглянуто питання, які стосуються доцільності та безпеки використання шахтних вод у виробництві та господарському водопостачанні.

Низкое качество и дефицит поверхностных водных ресурсов в Донбассе обусловили необходимость поиска возможных решений по использованию местных подземных вод (в т.ч. шахтных), испытывающих негативное техногенное влияние на гидродинамический режим и имеющих изменённый химический состав, физические свойства.

Проблема использования шахтных вод для Донбасса стоит очень остро, т. к. экологические проблемы влияния шахтных вод на окружающую среду тесно увязаны с ограниченностью водных запасов чистой пресной воды в Донецкой области. Но в настоящее время отсутствие нормативной документации, регламентирующей водозабор шахтной воды в качестве дополнительного источника водоснабжения, методик, позволяющих достоверно оценить качество подземных ресурсов, сдерживает использование шахтных вод в промышленных масштабах для нужд населения и производства.

На данном этапе очевидна необходимость расширения перечня источников воды хозяйственно – питьевого назначения для Донбасса путём включения в него запасов шахтных вод. Однако экологически безопасное водопользование в этом случае должно строиться с учётом техногенных факторов воздействия на подземные воды, с внесением корректировок и ограничений, учитывающих условия залегания водоносных горизонтов. Это возможно при создании действенной нормативно-правовой базы, выполнении технических требований, предъявляемых к созданию санитарно-защитных зон и других мер, учитывающих весь комплекс вопросов экологической безопасности водопользования.

Существующая ныне база нормативных документов и ограничивает круг возможных подземных источников водоснабжения по качеству воды и санитарной надёжности, которые регламентируются требованиями ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая», ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения», «Положением о порядке проектирования и эксплуатации зон санитарной охраны источников

водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения», ГОСТ 25900-83 «Вода для орошения юга Украины. Общие требования к составу и свойствам».

Используя эти документы, можно оценить возможность использования шахтных вод, учитывая возможных её потребителей.

- Исходя из гигиенических требований, предъявляемых к источникам хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения, был разработан *ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая»*. В этом документе формулируются требования к питьевой воде: безопасность в эпидемическом отношении, по химическому составу, благоприятные органолептические показатели и т.д. Однако он не может быть применим для формулировки требований к шахтным водам, т. к. эти воды подвержены активному техногенному загрязнению. Природно-технический комплекс - бассейн подземных вод Донецкой области представляет собой сложную динамическую систему, функционирующую под воздействием различных стохастических природных и техногенных факторов[1,2,3,4]. Поэтому при анализе качества шахтных вод, подвергшихся очистке и кондиционированию, необходимо расширить круг *обязательных* показателей, по которым делается вывод о пригодности источника к эксплуатации

- *ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно питьевого водоснабжения»* распространяется на источники с солоноватой и солёной водой для вновь проектируемых и реконструируемых систем, в том числе систем водоснабжения подающих воду одновременно для хозяйственно-питьевых целей, и устанавливает гигиенические и технические требования к источникам водоснабжения и правила их выбора в интересах здоровья населения. Он предусматривает санитарную надёжность источника водоснабжения с получением питьевой воды соответствующей ГОСТ 2874-82. ГОСТ2761-84 учитывает условия формирования и залегания вод подземного источника, место размещения водозаборных сооружений.

Этим ГОСТом предусмотрена возможность использования менее надёжных источников для восполнения дефицита воды, использование воды 1-го, 2-го и 3-го класса, с доведением воды 2-го и 3-го класса к требованиям ГОСТа 2874-82, организация ЗСО в соответствии с порядком проектирования и эксплуатации ЗСО источников водоснабжения.

В нашем регионе возможны существенные сложности с установлением 2-го и 3-го поясов ЗСО, связанные с высокой концентрацией промышленных объектов и расчётом влияния поверхностных загрязнителей на подземные воды. Поэтому для донецкого региона не может быть усреднённого подхода, каждый конкретный случай должен рассматриваться отдельно.

- *ГОСТ 25900-83 «Вода для орошения юга Украины»* устанавливает требования на воду для орошения почв в южных областях Украины, в том числе и Донецкой области, по следующим показателям.

- концентрация растворённых солей и соотношение катионов;
- щёлочности;
- концентрации вредных веществ;
- содержанию возбудителей заболеваний человека и животных;
- водородному показателю;
- температуре.

Требования этого ГОСТа к качеству воды оставляют возможность использования шахтных вод в качестве воды для орошения. При этом пригодность воды по концентрации растворённых солей и соотношению катионов устанавливают в зависимости от степени опасности осолонцевания и засоления почвы.

Обзор существующей нормативной и методической базы, касающейся проектирования, эксплуатации подземных источников показал важность разработки нормативного документа, совершенствованию и отладке методик, применение которых будет гарантировать экологическую безопасность проводимых мероприятий по использованию шахтных вод. Этот процесс должен идти наряду с научным изучением многих экологических проблем, связанных с техногенным влиянием, в частности, с загрязнением, что позволяет оценить изменения, произведенные хозяйственной деятельностью. Особенно важно оценить загрязнение подземных вод, которое является комплексным. Возможные пути загрязнения подземных вод можно только условно разделить на поверхностные и подземные. Следует отметить, что реальное загрязнение складывается из суммы одновременно действующих загрязняющих факторов – поверхностного и подземного загрязнения

Влияние поверхностного загрязнения:

- Загрязнение через атмосферу путём выпадения и последующей инфильтрации уже загрязнённых атмосферных осадков;
- При инфильтрации чистых атмосферных осадков через загрязнённую поверхность земли и почвенный слой;
- Через загрязнённые поверхностные воды на участках их поглощения грунтовыми водоносными горизонтами;
- Через ликвидированные, но не изолированные с поверхности колодцы, буровые скважины, шахтные стволы и т.д..

Угледобывающие регионы Донбасса имеют многопластовую гидродинамическую систему с поверхностью на разных уровнях и с взаимосвязанной системой водозаборов в виде шахт.

На некоторых месторождениях в пределах воронки депрессии создается гидравлическая связь нескольких напорных водоносных горизонтов, что приводит к переливу вод из вышерасположенных горизонтов в нижние.

Осушение месторождения приводит к резкому изменению естественного режима подземных и поверхностных вод. В начальный период откачки или дренажа подземных вод, когда только формируется воронка депрессии в условиях неустановившегося их движения, срабатываются статические запасы подземных вод, т.е. вод, накопившихся в водоносных пластах горных пород в течение длительного периода времени (в отдельных случаях геологического). По мере понижения уровня подземных вод и срабатывания их запасов в водоносных горизонтах, из которых непосредственно производится откачка, постепенно вовлекаются и динамические ресурсы подземных вод, т. е. вод, поступающих из области питания, из боковых зон осушаемого пласта и из других водоносных горизонтов, имеющих с осушаемыми толщами гидравлическую связь. Существование депрессионной воронки способствует активизации инфильтрации, возникновению инфлюации, что приводит к подпитке подземных водоносных горизонтов поверхностными водами.

Влияние подземного загрязнения:

- Поступление загрязняющих веществ из самого пласта при его осушении. В районах разработки месторождений полезных ископаемых случаи подобного загрязнения связаны с водопонижением. В осушенной зоне в результате окислительных процессов легкорастворимые соединения переходят в раствор при разного рода подъёмах уровня в ранее осушенную зону.

- Влияние кислых вод на некоторых шахтах. В ходе процесса угледобычи создаётся питательная среда для жизнедеятельности бактерий, в связи с чем рН может понизиться до 1 – 2.

- Ведение горных работ превращает подземные природные воды в воды, загрязнённые химически и бактериально.

Обзор некоторых разработанных мероприятий, направленных на использование шахтных вод в качестве источников водоснабжения, говорит об острой нехватке нормативных документов, учитывающих весь комплекс вопросов экологической безопасности водопользования.

Имеется в наличии пример внедрения разработки методики по использованию шахтных вод в системах централизованного хозяйственно – питьевого водоснабжения, осуществлённый УкрНТЭК, ИПК «СПЕЦПРОМТЕХНИКА», ЛуганскГИПРОШАХТ.

В данном случае на шахте им. Войкова ГХК «Свердловскантрацит» отводится в гидрологическую сеть 539-1099 м³ в час шахтных вод. По имеющимся многолетним данным химического состава и показателей

качества попутно – добываемых шахтных вод, сделано заключение о целесообразности рассмотрения их в качестве потенциального источника водоснабжения [5]. Были проведены исследования химического состава, токсикологических и органолептических показателей шахтных вод, показателей их радиационной безопасности и физиологической полноценности. Разработаны рекомендации по технологиям очистки и кондиционирования шахтных вод. Собраны данные по гидрологической характеристике водоносных горизонтов, санитарной характеристике местности, об источниках загрязнения почвы и водоносных горизонтов. Однако недостаточно внимания уделено техногенным геомеханическим нарушениям литосферы изучаемой местности.

В выводах о возможном применении шахтных вод было условно принято, что водоносные горизонты могут загрязняться только в местах их выхода на поверхность, а от загрязнения с поверхности земли надёжно защищены водоупорными породами. Однако активная угледобыча на протяжении длительного времени и концентрация большого количества шахт в этом районе (ш-ты им. Володарского, Харьковская, Центрсоюз, Свердловская, им. Свердлова, Майская, Красный Партизан и другие) не могла не повлиять на тектонику подстилающих пород, массив горных пород. Трещины разрывов – возможные пути движения атмосферных осадков, несущих загрязнители с поверхности в подземные воды.

В настоящее время на ряде шахт («Глубокая», «Краснолиманская» и других) шахтные воды используются для хозяйственных нужд, а по закрытой шахте «Центральная» разрабатывается проект использования дренажных вод для питьевого водоснабжения г. Антрацит.

На основании вышеизложенного необходимо сделать вывод о важности появления единого комплекса требований экологической безопасности, который бы являлся обязательным при разработке проектов использования шахтных вод в целях хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Литература

1. Меркулов В.А. Охрана природы на угольных шахтах. М., Недра, 1981.
2. К геоэкологии Донбасса / Б.С. Панов, О.А. Шевченко и др. – Проблемы экологии, 99
3. Оценка изменений гидрогеологических условий под влиянием производственной деятельности. Под ред. В.М. Фомина. - М. Недра, 1978.
4. Анализ влияния горных работ на формирование гидродинамических особенностей водоносных горизонтов центрального углепромышленного района Донбасса / И. И. Цабут, О. А. Улицкий – Проблемы экологии, 98

5. Отчёт о работе: «Изучение гидрогеологических и санитарных условий формирования шахтных вод шахты. им. Войкова. Разработка мероприятий по предотвращению загрязнения подземных вод и т.д. »
ОАО УкрНТЭК, 2000.

Поступила в редакцию 13.05.04

ЕКОЛОГІЧНІ І СОЦІАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ ПІДРОБЛЕНИХ МІСТ ЦЕНТРАЛЬНОГО ДОНБАСУ

Сірик О.Г., Грабар О.В.

Автомобільно-дорожній інститут Донецького національного
технічного університету

Вода у будь-якій країні відноситься до стратегічних ресурсів, а Україна – одна з найбільш вразливих по водозабезпеченню країн Європи. Ще бідніші ці запаси у Донбасі та Горлівці, де перепадає на мешканця води у 10 разів менше, ніж у середньому по Європі.

По території Горлівки протікає до двох десятків малих та середніх рік (а всього їх у Донбасі 2287) – це Бахмутка, Лугань, Залізна, Гурти, Корсунь, Садки, Кринка та багато інших річок, які пересікають місто вздовж та впоперек. Але вода цих рік є незадовільною за багатьма санітарними та бактеріологічними показниками. Такої ж якості вода і у більшості з 24 ставів та водоймищ, хоча їх загальна площа складає біля 100 га.

Такими є наслідки потужного техногенного навантаження на ріки та водні джерела. До 80 млн. м³ стоків щорічно скидається підприємствами у ріки та водоймища міста, з них тільки шахтами – більш 12 млн. м³ підземних вод, в яких, за даними "Укрвуглегеології", кількість солей важких металів перевищує допустиму в 10-15 разів. Забої на колекторах каналізаційних систем та аварії на насосних станціях призводять до бактеріального забруднення річних вод. Надто недостатнє обеззаражування на шахтних очисних спорудах стає причиною виникнення аварійних ситуацій в забезпеченні міста питною водою.

Тому, незважаючи на те, що природні водоймища та річки в місті є, але придатною для водозабезпечення вважається лише 10-та їх частина. Ось чому таке велике значення для водозабезпечення центральних та південних районів Донбасу має канал "Сіверський Донець – Донбас". Довжина тільки горлівської його ділянки 27 км, по якій щодобово перекачується понад 2 млн. м³ води. Такий великий об'єм має свій споживчий "ліміт", зумовлений не тільки природним водозабором питної води, але ще й непорівнянно більшою витратою води на промислових підприємствах майже 20 крупних міст Донеччини.

Щоденно місто потребує 195 тис. м³, і в Горлівці ситуація з водою залишається напруженою. Витрати води на комунікаціях через постійні розриви складають до 44%. У місті 1300 км водопровідних та каналізаційних мереж. Понад 80% з них є спрацьованими, і мають не тільки 2, і навіть 3 строки експлуатації, вони виходять із ладу і самі по

собі, і цьому сприяють деформації земної поверхні, місто більше ніж на 60% розташовано на гірничих відводах, а на шахтах "Кочегарка" та імені Леніна ця цифра більше 80%. На гірничих відводах цих шахт відбувається найбільша кількість аварій. Наприклад, у 1989 році на гірничих відводах шахти "Кочегарка" було зафіксовано 500 аварій водопроводу, а на відводах шахти імені Леніна – 300 аварій водопровідних та 40 аварій каналізаційних мереж.

Працівники санепідемстанції міста вважають, що розриви каналізації та затоплення підвалів при несправних мережах водопроводу підвальних розводок та систематичних відключеннях води може призвести до засмоктування у мережу водопостачання каналізаційних стоків, що загрожує екологічним лихом.

Однією з вагомих причин аварій на трубопроводах водопровідної мережі є зосереджені деформації у вигляді терасоподібних уступів висотою до 50-60 см, що утворюються на земній поверхні при розробці свит крутих пластів Центрального Донбасу. Вони витягнуті вздовж простягання пластів гірських порід на декілька кілометрів у вигляді смуги шириною до 10 м ..

Незнання точного місцеположення уступів в плані призводить до збільшення витрат в усіх елементах інфраструктури міст, розташованих на підроблюваних територіях.

Понад 30 років прогнозування місцеположення уступу в плані вважалось неможливим. Згідно з нормативними документами по забудові підроблюваних територій [1] розрахункове місцезнаходження уступу приймають там, де виникають найбільші навантаження в несучих конструкціях або максимальний крен споруди. Такий підхід далекий від оптимального, бо викликає необхідність забезпечення значного запасу міцності всієї споруди, а для трубопроводів він надто затратний.. Утворення уступу свідчить про наявність у даному місці порушень у геологічній структурі. Подальше розширення обсягів гірничих робіт веде до збільшення висоти – основної і найбільш небезпечної характеристики уступів.

Дослідження для розробки методики прогнозування місцеутворення уступів за геологічними умовами, що виконуються у АДІ Дон НТУ з 1990 р.

виявили можливість ймовірного прогнозу положення уступів в плані. Було виконано статистичну обробку матеріалів маркшейдерських спостережень і аналіз планів трас уступів та геологічних розрізів масштабів 1:1000-1:5000. на 9 створах п'яти шахт південного крила Головної антиклиналі Донбасу.

Запропоновано [2]:за геологічними умовами по місцях утворення уступів розділяти їх на 3 групи (рис. 1)

I – на контактах різних літологічних типів порід;

II – на виходах вугільних пластів;

III – на тріщинах суцільного масиву однієї породи.

Для першої групи обчислені кількісні залежності для знаходження планового положення великих уступів. Показано, що 57,9 % їх утворюються на контактах пісковика з сланцями, тобто з більш слабкими по міцності породами (рис. 2).

Для другої групи 65,6% уступів утворилося в умовах, коли породами покрівлі і ґрунту були сланці.

Для третьої групи 12,6% уступів утворились в таких умовах : у піщаному -сланці 48%, в глинистому сланці- 29% - та в - в пісковиках 19%.

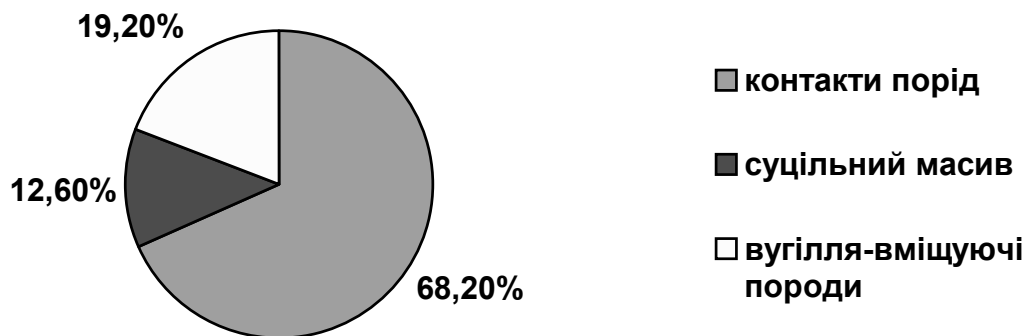


Рис. 1 - Розподіл місцеутворення уступів

Отримані також дані, необхідні для розробки проектів забудови підроблених площ Донбасу, а саме, кількість контактних пар на 1 км створу

вхрест простягання (59,4); усіх уступів на 1 км створу (39,5); великих уступів на 1 км створу (13,2); всіх уступів на контактну пару (0,66); великих уступів (більш 10 см) на одну контактну пару (0,22).

Виходячи із ширини смуги, яку займає уступ, за нормативними документами -- 10 м, обчислена ймовірність утворення уступу в будь-якій наперед заданій точці створу дорівнює 0,11, а ймовірність утворення великого уступу складає 0,025.

Виконані дослідження дозволяють технічно обґрунтовано вирішувати

питання розміщення будинків та інженерних комунікацій при розробці проектів детального планування мікрорайонів і при обов'язковій наявності крупномасштабних розрізів вхрест простягання. Поняття ймовірності утворення уступів слід використовувати для економічних оцінок при забудові підроблених територій.

Знання трас уступів на підроблених територіях має велику практичну цінність для вирішення питань проектування і будівництва промислових споруд, будинків, мереж трубопроводів та встановлення на них захисних компенсаторів для сприйняття небезпечних деформацій.

Наявність великого обсягу матеріалів геологічних розвідувальних робіт в архівах геолого-розвідувальних підприємств дають можливість проектного трасування уступів без виконання комплексу трудомістких маркшейдерських робіт. Чітку характеристику гірських порід дають стратиграфічні колонки.

Зафіксована натурними інструментальними спостереженнями висота уступів на поверхні асфальтобетонних покриттів проїзної частини і тротуарів вулиць, з ряду причин має невисоку достовірність, особливо для малих уступів..

Приведені дослідження дають можливість достатньо точно провести на планах майбутніх ділянок забудови підробних територій траси великих уступів, що безперечно дасть економію на конструктивних будівельних захисних заходах.

В нормативних документах, на основі яких виконувалась забудова споруд на підробних територіях [1,3], висота уступу, що утворився як результат нерівномірних осідань суміжних блоків гірських порід, обчислюється з геометричних позицій -- через величину максимального нахилу в півмульді зрушень. Вперше висота уступу з цих міркувань була обчислена М.А.Юфісом в 1960 р. і згодом в удосконаленому вигляді потрапила в "Правила охрани...» [3]

$$h_y = 10 \cdot C_2 \cdot \ell_y \cdot i_2 \left(\frac{\alpha}{\rho} - 0,6 \right)^2 \leq 0,3\eta_m \quad (1)$$

де C_2 – коефіцієнт, пов'язаний з ступенем метаморфізму гірських порід – найбільш невизначена величина; ℓ_y – відстань між уступами, яка при відсутності даних, що частіше має місце, приймається рівною 30 м, що теж мало обґрунтовано; α – кут падіння пластів; ρ – радіан; η_m – максимальне осідання.

З тих же передумов виведені і формули ВНДМІ [4], Ю.М.Гавриленко [5] та В.І.Черняєва[6].

Але фактичні висоти уступів майже завжди виявлялись меншими прогнозованих за формулами наведених авторів. Тому свідчить 30-річний досвід досліджень, проведених в АДІ ДонНТУ. Справа в тому, що уступ, який ми фіксуємо на поверхні, є результатом взаємодії сходинки, утвореної корінними породами при їх консольному прогинанні і шаром наносів четвертинного періоду, який і являється основою і середовищем для розміщення в ньому і на його поверхні споруд – фундаментів будівель, дорожнього одягу автомобільних доріг, верхньої будови залізниць, трубопроводів і кабелів підземних комунікацій.

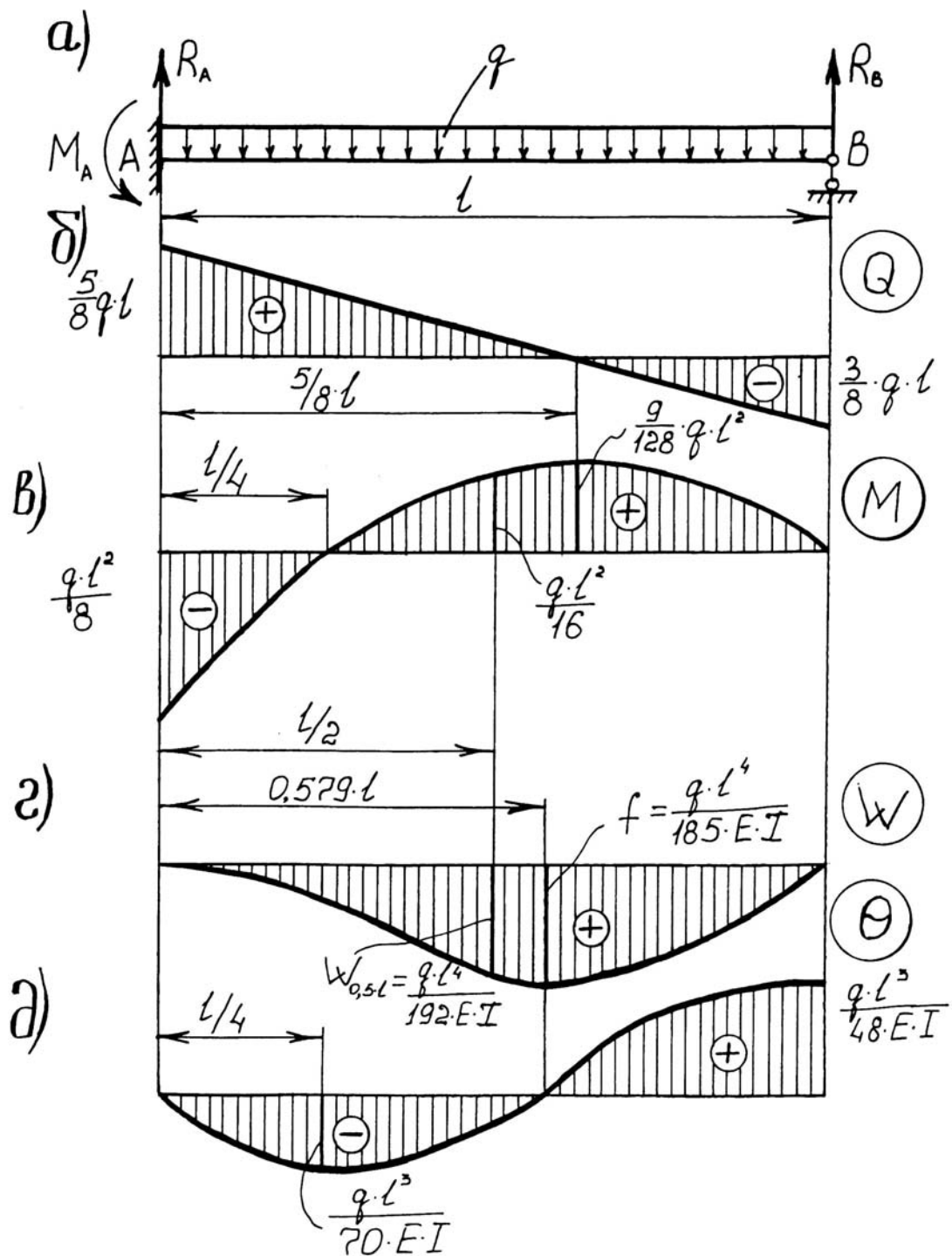


Рис.3 -- Модель утворення уступу в шарі наносів

Модель утворення локальної кривизни земної поверхні в шарі наносів четвертинних порід (чохла наносів), розміщених над двома блоками корінних порід, один з яких просідає швидше, а другий зависає можна представити розрахунковою схемою -- Рис. 3, а), внутрішні зусилля

в цьому шарі -- Рис.3 б),в) і деформації нейтральної лінії його – Рис. 3 г),д) мотивуючи це тим,

що шар наносів над зависаючим блоком створить певну опорну зону, яку можна представити защемленням, а на ділянці контакту їх з блоком, що опускається – шарнірно-рухомою опорою. Це одна з характерних типових схем прогину статично невизначених балок і має ряд характерних точок з відомими для них значеннями внутрішніх зусиль і деформацій.[7].

Для розрахунків кривизни земної поверхні, утвореної прогином шару наносів під дією власної ваги, виріжемо в шарі наносів висотою h паралелепіпед одиничної ширини (1 м) довжиною ℓ . Він буде мати вагу $\gamma h \ell$, а рівномірно розподілене навантаження власної ваги $q = \gamma h$.

Довжина ділянки утворення уступу ℓ може бути визначена за формулою:

$$\ell = \sqrt{m^2 + h_y^2 + 2mh \cos \alpha},$$

(2)

де m – потужність (товщина) нижнього сповзаючого блоку гірських порід;

h_y – висота уступу в корінних скелястих породах – та що визначається за формулою (1);

α – кут падіння порід.

Досвід спостережень показує, що уступи значної висоти (більше 10 см), що служать причиною деформацій розміщених на них споруд, виникають в умовах, коли контактують корінні породи з дуже різними показниками міцності (коефіцієнт М.М.Протодьяконова) великої потужності.

Як показують результати обчислень, в таких випадках з достатнім ступенем точності можна приймати $\ell \approx m$.

Як відомо, кривизна змінюється прямо пропорційно згинальному моменту і обернено пропорційно величині EJ_z , яка називається жорсткістю балки на згин [7]:

$$K = \frac{1}{\rho} = \frac{M}{EJ_z}. \quad (3)$$

Для прийнятої нами розрахункової схеми згинальний момент в будь-якому перерізі балки рівний [8]:

$$M_x = q\ell \left(\frac{5}{8}x - \frac{1}{8}\ell - \frac{x^2}{2\ell} \right). \quad (4)$$

При прийнятих допущеннях $J_z = h^3/12$, а загальний вигляд формули кривизни уступу (для нейтральної лінії шару наносів) буде мати вигляд:

$$K = \frac{12\gamma\ell}{Eh^2} \left(\frac{5}{8}x - \frac{1}{8}\ell - \frac{x^2}{2\ell} \right). \quad (5)$$

Як видно з приведеної на рис. 3 в) епюри згинальних моментів, максимальна кривизна опуклості буде при $x = 0$, а увігнутості – при $x = 5\ell/8$:

$$K_{01} = \frac{1.5\gamma\ell^2}{Eh^2}; \quad (6)$$

$$K_{02} = \frac{0.844\gamma\ell^2}{Eh^2}. \quad (7)$$

Таким чином, кривизна опуклості K_{01} (знак «мінус», одержаний з формули (5), опущено) завжди більше кривизни увігнутості в 1,78 раз. Різниця величин опуклої і увігнутої кривизни підтверджується численними даними зйомок уступів з точністю близько 14%.

При цьому слід зазначити, що в прийнятій моделі утворення уступу, крім самої розрахункової схеми (один раз статично невизначена балка) умовним є допущення що шар наносів являється пружним. Наноси на шахтних полях м. Горлівки являють собою переважно суглинки або глини, тобто є пружно-пластичними.

Крім того, залежності (5)-(7) відносяться до нейтрального шару виділеної умовної ґрунтової балки, а кривизну уступу при інструментальних зйомках ми фіксуємо на поверхні цього шару. Для переходу до формули кривизни на поверхні уступу необхідно перейти до рівняння радіусу кривизни і від одержаного виразу відняти $h/2$, тобто

$$R_y = \frac{Eh^2}{12\gamma\ell \left(\frac{5}{8}x - \frac{1}{8}\ell - \frac{x^2}{2\ell} \right)} - \frac{h}{2}. \quad (8)$$

Тоді кривизна на поверхні уступу буде рівна $K_y = \frac{1}{R_y}$, або

$$K_y = \frac{1}{\frac{Eh^2}{12\gamma\ell \left(\frac{5}{8}x - \frac{1}{8}\ell - \frac{x^2}{2\ell} \right)} - h/2}. \quad (9)$$

Одержані формули дозволяють визначити прогнозну величину кривизни як на поверхні ґрунту, так і для будь-якої споруди, розміщеної в

шарі наносів (фундаменти будинків, трубопроводи комунікацій, кабелі), так і на їх поверхні (дорожній одяг вулиць і доріг, верхня будова залізничних колій).

В усіх перерахованих випадках обчислення моментів інерції не представляє труднощів, а суттєва проблема буде пов'язана з визначенням модулю пружності E та об'ємної ваги ґрунту шару наносів. Ми пропонуємо використати досить апробовану методику, що застосовується при розрахунках дорожнього одягу автомобільних доріг та вулиць. В зв'язку з тим, що ґрунтова основа дорожнього одягу на протязі року перебуває в різноманітних станах зволоження і показники його розрахункових характеристик змінюються в досить широкому діапазоні, середні значення розрахункової вологості визначаються згідно з встановленою методикою [9] для одного з трьох типів місцевості і на її основі призначаються з таблиць основні ґрунтові характеристики. Це питання по відношенню до вибору ґрунтових характеристик в умовах утворення уступу вимагає додаткових досліджень, але попередні дані свідчать, що в умовах міських вулиць характеристики зволоження слід призначати для 3 типу місцевості (мокрі місця на протязі року) і для глин, суглинків легких, легких пилуватих і важких, модуль пружності може бути в межах $30-70 \text{ МПа}$, а об'ємна вага $19-20 \text{ кН/м}^3$.

Одержана математична модель локальної кривизни дає можливість перейти до рівняння профілю уступу:

$$v = \frac{g\ell}{48EJ_x} \left(5x^3 - 3\ell x^2 - 2\frac{x^4}{\ell} \right) \quad (10)$$

і прогнозувати наближено його висоту по значенню максимального прогину:

$$v_{\max} = -\frac{g\ell^4}{185EJ_x}, \quad (11)$$

а з урахуванням раніше обчислених g і J_x

$$h_y = v_{\max} = \frac{\gamma\ell^4}{15.42Eh^2}. \quad (12)$$

Знак “мінус” в формулі (12) опущено, тому що в теорії зрушень земної поверхні всі осідання вважаються додатними.

Прийнята модель також дозволяє уточнити ряд співвідношень для характерних відстаней на уступі, встановлених нами раніше на основі

даних інструментальних спостережень [10,11] і науково обґрунтовано вирішувати питання проектних розрахунків всіх без винятку видів інженерних споруд на уступах.

Для перевірки міцності матеріалу труб в існуючих водопровідних мережах легко розрахувати максимальний згинальний момент з формули (3), а потім порівняти обчислено за ним напругу в трубі з розрахунковим опором матеріалу труб згідно з вимогами нормативного документу [12]. Аналогічною буде і методика розрахунку діаметрів трубопроводів при проектуванні нових водопровідних мереж.

Література

- 1.СНИП 2.01.09-91. Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах. – М.: ЦИТП, 1992. 32с.
- 2.Малюга М.Ф., Сирик А.Г., Шматко А.В. Прогнозирование положения уступов в плане // Уголь Украины. – 1996 . -- № 5-6. – с. 57-58.
- 3.Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. //МУП СССР. М.: Недра, 1981. 288 с.
- 4.Методические указания по прогнозу сдвижений и деформаций земной поверхности и определению нагрузок на здания при многократных подработках. – Л.: ВНИМИ, 1987. – 94 с.
- 5.Гавриленко Ю.Н., Чижиков С.Ф. Механизм образования и развития уступов при разработке крутых пластов. – Уголь Украины № 4, 1987. – с. 20-21.
- 6.Озеров И.Ф.,Черняев В.И. Расчет ожидаемой высоты уступов при разработке свит крутых пластов в Центральном Донбассе./ Маркшейдерское обеспечение горных работ. – Донецк, ДонГТУ, 1995. – с.36-41.
- 7.Сопротивление материалов / Под ред. Г.С.Писаренко. – К.: Вища школа, 1986. – 775 с.
- 8.Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том 1. – М.: Машиностроение, 1982. -- 736 с.
- 9.ВСН 46-83. Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа. – М.: Транспорт, 1985. –157 с.
- 10.Сирик А.Г. Прогноз геометрических параметров уступов на земной поверхности при разработке свит крутых пластов в Донбассе. Дисс. канд.техн. наук. Донецк, 1990. – 204 с.
- 11.Пеньков В.А., Сирик А.Г. Перспективы исследований влияния локальной кривизны на городские улицы и дороги Донбасса // Містобудування та територіальне планування:– К.: КНУБА, 2000. – Вип.. 6. – с.126-133.
- 12.СНиП 2.04.12-86. Расчет на прочность стальных трубопроводов. – М.:

ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 16 с.

Поступила в редакцию 13.05.04

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ГИДРОСФЕРЫ СЕЛИДОВСКОГО РАЙОНА НА ПРИМЕРЕ ШАХТЫ ИМ. КОРОТЧЕНКО

асп. Юрков В.В.

Донецкий национальный технический университет

Статья 72 Водного Кодекса Украины обязывает горнодобывающие предприятия внедрять эффективные технологии, обеспечивающие снижение уровня минерализации шахтных вод перед сбросом их в водные объекты. Настоящая работа посвящена проблеме сбросных шахтных вод в районе шахты им.Коротченко.

При ведении работ по добыче угля сопутствующим фактором являются шахтные воды. В условиях Донбасса их величина составляет около 900 млн.

Как правило, откачиваемые шахтные воды загрязнены взвешенными веществами, болезнетворными бактериями, и имеют повышенную минерализацию, а в отдельных случаях являются кислыми. Перечисленные факторы затрудняют использование таких вод на хозяйственно-бытовые и даже технические нужды, способствуют резкой дестабилизации экологического равновесия поверхностных водных объектов региона.

Шахта им Коротченко расположена в центральной части Красноармейского углепромышленного района Донецкой области (вблизи г. Селидово). В настоящее время шахта разрабатывает только один пласт L1 на северном его крыле, южное крыло после отработки угольных запасов затоплено. Максимальная глубина разработки около 500м. Шахта соседствует с действующей шахтой «Россия», закрываемой шахтой №2 «Новгородовская», затопленными шахтами «Селидовская», «Наклонная».

В связи с затоплением шахты «Селидовская» с 1999г. начался приток ее вод на шахту им. Коротченко. В настоящее время приток воды по шахте им. Коротченко составляет примерно 650 м³/ч. Однако в ближайшее время он увеличится еще на 350 м³ за счет сброса шахтных вод с закрываемой шахты №2 «Новгородская», т.е. составит 950-1000 м³/ч.

В настоящее время шахтные воды сбрасываются через систему водоотведения в две балки примерно 350 м³/ч.:

-в пруд балки Короткая (с помощью трубопровода) примерно 300 м³/ч; после затопления шахты №2 «Новгородская» в пруд балки Короткая будет сбрасываться около 700 м³/ч шахтных вод.

-в балку Лисичья (через трехсекционный отстойник);

В балку Короткая сбрасываются дополнительно воды шахты «Россия».

Из балки Короткая воды шахты им. Коротченко и «Россия» перетекают в балку Лисичья. В балку Лисичья попадают также техногенные сточные воды породных отвалов ЦОФ, частично подземные воды техногенного водоносного горизонта, сформировавшегося в подошве горных отвалов.

Балка Лисичья сбрасывает воду в р. Соленая (промежуток между дамбами пруда у шахты «Наклонная» и пруда Военкоматовский). Река Соленая является наиболее крупным гидрографическим элементом региона.

Изучение эколого-гидрохимической обстановки в бассейне р.Соленая (ее истоки) позволило установить следующее.

Истоки р. Соленая формируются сбросные воды трех промышленных объектов :шахта «Россия», Селидовская ЦОФ и шахта им. Коротченко.

Сточные воды в балке Лисичья имеют неудовлетворительное качество по многим параметрам и прежде всего – кислую реакцию, высокую минерализацию, высокое содержание тяжелых металлов, в частности двухвалентных ионов железа, никеля, марганца и др.

В последние годы показатели качества этих вод резко ухудшились.

Прежде всего, это объясняется ухудшением качества откачиваемых вод шахты им. Коротченко, которое начало наблюдаться с III кв. 1999г после сброса на эту шахту водопритока со стороны затапливаемой шахты «Селидовская» имеют, кислую реакцию (рН 3,5) высокую минерализацию (более 11 г/л), алюминия (48мг/л), марганца (40,0мг/л) и других микроэлементов, а поэтому оказывают значительное отрицательное воздействие на качество попутно – добываемых вод шахты им. Коротченко.

В настоящее время качество сбросных вод шахты им. Коротченко характеризуется:

- увеличенной кислотностью (рН 3-4);
- увеличенной минерализацией (5,0-7,0 г/л);
- увеличенным содержанием тяжелых металлов (двухвалентное железо, никель, цинк, кобальт, медь, а также марганец).

В совокупности со сбросными водами шахты «Россия» (отличающимися так же водопрооявлениями породных овалов Селидовской ЦОФ (имеющих рН 3,2, высокую минерализацию до 22 г/л и аномально высокое содержание тяжелых металлов) попутно – добываемые воды шахты им. Коротченко оказывают дестабилизирующее воздействие на бассейн р. Соленая.

Изложенное позволяет указать на две особенности, которые должны приниматься во внимание в будущем при разработке мероприятий по улучшению эколого-гидрохимической обстановки в истоках р. Соленая:

-во первых, шахта им. Коротченко не является единственным предприятием, оказывающим негативное воздействие на бассейн реки Соленая;

-увеличение экологической опасности сбросных вод шахты им. Коротченко за последние два года не имеет техногенного происхождения (этой причиной является не технологический процесс затопливаемой шахты «Селидовская», имеющих чрезвычайно низкие показатели качества)

Для снижения негативного воздействия сбросных вод шахты им. Коротченко на бассейн р. Соленая рекомендуется осуществлять их нейтрализацию, осветление и обеззараживание, а так же деминерализацию с последующей утилизацией или переработкой рассольных хвостов.

Технически наиболее целесообразным вариантом оздоровления эколого-гидрохимической обстановки в бассейне реки Соленая (истоков) является строительство единой водоочистной станции на общий водоприток от трех промышленных объектов (шахта «Россия», Селидовская ЦОФ и шахта им. Коротченко) с учетом дополнительного притока воды с затопливаемой шахты №2 «Новгородская», переток которой ожидается в ближайшем будущем в выработки шахты им. Коротченко. Средства, выделяемые компанией Укруглереструктуризация на строительство очистных сооружений для осветления перерабатываемых вод шахты №2 «Новгородская», целесообразно вложить в сооружение общей водоочистной станции. Объем этих средств должен быть скорректирован с учетом работ не только по осветлению вод, но и их нейтрализации и деминерализации с последующей переработкой рассольных хвостов.

Пруд балки Короткая и трехсекционный отстойник, расположенный на территории шахты им. Коротченко, следует рассматривать как составные элементы будущей водоочистной станции и используемых в качестве I^й ступени очистки (предварительной очистки) от взвешенных веществ перед фильтрованием.

Место расположения водоочистной станции рекомендуется выбрать в устье балки Лисичьей, так как в этом случае будет учитываться биологический эффект доочистки сбрасываемых вод с помощью произрастающих в балке растений (биофлота из высших водных растений).

Основными функциями водоочистной станции являются:

- нейтрализация кислой воды;
- осветление (II^я ступень очистки от взвешенных веществ)
- деминерализация воды;
- утилизация или переработка рассольных стоков.

Снижение кислотности воды рекомендуется осуществлять методом двухрежимной нейтрализации известью. Деминерализацию шахтой воды рекомендуется проводить с помощью обратноосмотической установки.

Выбор такого типа деминерализационной установки диктуется следующими соображениями:

- опреснение воды с помощью обратного осмоса наиболее экономично по сравнению с другими методами в интервале концентрации солей от 3,0 до 8,0 г\л (именно в этот интервал вписывается содержание солей сбросных вод шахты им. Коротченко, составляя примерно 7 г\л);

- в диапазоне солесодержания исходной воды от 3,0 до 8,0 г\л использование метода обратного осмоса при прямоточной схеме движения воды и накопления концентрата (рассола) позволяет получать наименьшее количество последнего по сравнению другими методами (не более 30% от начального объёма воды) и, следовательно, хвостовая часть переработки рассолов потребует значительно меньших капитальных и эксплуатационных затрат;

- объём концентрата (рассола) может быть дополнительно уменьшен (до 8-10%), а его концентрация существенно увеличена (до состояния насыщенного раствора) путём рециркуляции рассола, т.е. возврата рассола в состав исходной воды; последнее резко улучшает условия последующей переработки концентрата;

- способу присущи другие преимущества, такие как : низкая энергоёмкость; высокая эффективность; полная бактерицидная обработка воды; простота технологической схемы, легко поддающаяся автоматизации; технически простой контроль качества очищенной воды; низкие эксплуатационные затраты.

Технологическая схема минерализации шахтной воды с помощью обратного осмоса должна включать:

- обратноосмотическую установку;
- блок сооружений и устройств предварительной очистки (предочистки) воды;

Блок предочистки должен содержать:

- во – первых, устройства для нейтрализации кислой воды, откачиваемой из шахты, так как мембраны обратноосмотической установки, изготовленные на целлюлозной основе стабильно и длительно работают, в основном, на нейтральной воде (повышенную кислотность «выдерживают» лишь трубчатые керамические мембраны, однако срок их службы незначительный);

- во - вторых, устройства для доочистки нейтрализованной воды от взвешенных веществ и обеззараживания (для предотвращения заиливания и зарастания мембран);

- в - третьих, узел ингибирования кристаллообразования карбоната кальция CaCO_3 (для предотвращения его оседания на мембранах).

Доочистку нейтрализованной воды от взвешенных веществ и обеззараживание следует рассматривать как II^ю ступень очистки после

отстаивания в трехсекционном отстойнике и пруде балки Короткой. Ее рекомендуется осуществлять по варианту №4 технологической схемы очистки от взвешенных веществ и обеззараживания шахтных вод, включающей фильтрование всего притока воды и ее хлорирование.

Вопрос утилизации и переработки жидких рассолов требует дополнительной проработки на проектной стадии решения проблемы деминерализации шахтных вод.

С учетом предложенного выше обратноосмотического метода деминерализации шахтной воды рекомендуется использовать элементы схемы компонентной переработки шахтных вод с использованием обратноосмотической опреснительной установки ИКХХВ им.А.В.Думанского (г. Киев), или элементы технологической схемы комплексной переработки шахтных вод Донгипрошахт, которая так же включает обратноосмотическую установку.

Очищенные шахтные воды целесообразно не сбрасывать в гидрографическую сеть, а максимально вовлекать в хозяйственное водоснабжение как на собственные нужды, так и продавать другим потребителям, компенсируя производственные затраты и даже получая прибыль. Последнее объясняется тем, что в Донбассе чрезвычайно велик спрос на воду питьевого качества. В последние годы цена на такую воду резко возросла (равняется 3,24 грн/м³). В тоже время себестоимость очищенной шахтной воды не превышает 7,5 грн/м.

Поступила в редакцию 13.05.04

К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ГИДРОЦИКЛОННЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ОСВЕТЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ВОД

Явруян А.Ю., Матлак Е.С., Моргунов В.М.
Донецкий национальный технический университет

В связи с низкой эффективностью осветления шахтных вод методом гравитационного отстаивания предложен способ очистки вод, а также водосборных емкостей способом гидросепарации с помощью напорных двухступенчатых гидроциклонных установок, когда вторую ступень оборудуют микромультигидроциклонами. Для снижения абразивного износа насоса рассмотрен вариант расположения гидроциклона на всасывающей линии.

В работах /1,2/ обоснована целесообразность переноса операций по осветлению шахтных вод в подземные горные выработки. Она определяется различными факторами, среди которых два являются наиболее значимыми: повышенная (на порядок) крупность взвесей, что увеличивает эффективность их осаждения, и уменьшенное количество подлежащей осветлению воды в окрестности действующих забоев (улучшается экономическая составляющая). При этом для очистки малых объемов загрязненных вод предложен метод их гравитационного отстаивания путем усиления осветляющей функции водоотливных емкостей за счет выделения в последних отстойных камер с неснижаемым уровнем воды, сооружения перед водосборниками предварительных отстойников, в том числе стонкостойными наклонными модулями, удаления накапливающегося осадка гидравлическим способом (при помощи гидроэлеваторов, эрлифтов, шламовых насосов) с последующей его утилизацией через шламонакопители. Такой метод является простым и наименее энергоемким. Однако он имеет три крупных недостатка: во-первых, требует больших капитальных затрат на строительство отстойников, занимающих большие площади рабочих пространств, во-вторых создает трудности при очистке слежавшегося в отстойниках осадка; в-третьих, не позволяет зачастую выйти на нормативный уровень содержания взвешенных веществ в осветленной воде, прежде всего из-за неэффективного осаждения тонкодисперсной составляющей и удаления ее. Опыт показал, что при использовании метода гравитационного осаждения невозможно

осветлять шахтную воду до санитарных норм в подземных условиях в течение 4^x часов, в течение которых она может находиться в шахте (емкость главного водосборника, согласно Правилам безопасности не превышает 4^x -часового нормального притока воды).

Необходим поиск других технических решений.

Нами рекомендуется применить в технологической схеме очистки шахтных вод вместо способа отстаивания метод гидросепарации с помощью компактных напорных гидроциклонных установок. Этот метод является более энергоемким, но отличается простотой, его аппаратура не имеет движущихся частей; ее легко можно изготовить в шахтных мастерских на поверхности земли, а затем доставить в горную выработку. Благодаря этому капитальные затраты незначительны. Экономия же энергии в составе текущих затрат будет иметь место за счет уменьшенного объема осветления воды в подземных условиях.

Опыт показывает, что в применяемых в настоящее время гидроциклонах можно отделить частицы размером от 0,5 мм до 20 Мкм. В зависимости от назначения используются гидроциклоны больших диаметров (от 300 до 1000 мм), средних (от 100 до 300 мм) и малых (до 100 мм) размеров.

С помощью больших гидроциклонов можно отделять частицы до 20 мкм, средних - до 10 Мкм. Для увеличения производительности средних гидроциклонов их соединяют параллельно по несколько штук, создавая общую камеру для слива и выхода, образуя мультигидроциклоны. Наконец, для осаждения суспензий с частицами диаметром меньше 0,5 – 2 Мкм можно использовать мультигидроциклоны малых размеров (от 2 до 20 мм), так называемые микромультигидроциклоны.

Для обеспечения тонкой очистки и повышения эффективности очистки до 90% гидроциклонная установка должна иметь вторую степень очистки, которая состоит из двух и более последовательно работающих блоков микромультициклонов. Микромультициклоны имеют диаметр 15 мм, каждый блок содержит от 20 до 120 циклонов диаметром 15мм. Аппараты всех ступеней работают под давлением, создаваемым одной насосной установкой (или перепадом высот) перед первой ступенью.

Для предотвращения абразивного износа насоса и направленной транспортировки шлама из сливного патрубка гидроциклона целесообразно рассмотреть также вариант расположения аппарата на всасывающей линии насоса (опыт КазНИИводхоза). Чтобы обеспечить рабочее состояние насоса (предотвратить проникновение воздуха в насос из циклона) монтируется центральная трубка от напорной линии насоса через сливной патрубок (по его оси) в направлении песковой насадки (рис.1).

Оригинальность предложенного подхода не только в том, что насос и гидроциклон поменялись местами: изменено состояние жидкой среды внутри аппарата.

В рассмотренном варианте можно использовать гидроциклонную установку для чистки осадков из водосборных емкостей [3]. В последнем случае размывтый шлам в виде пульпы подается насосом в специальные сепараторы – гидроциклоны, где происходит выделение из пульпы шлама, который направляется в вагонетки. Все агрегаты установки (рис.2) монтируются на платформе с обычными вагонеточными колесами. Малый вес и малые размеры установки позволяют ей свободно перемещаться по всем горным выработкам. Их применение также должно рассматриваться при разработке упомянутой выше комплексной технологической схемы очистки шахтных вод в подземных условиях.

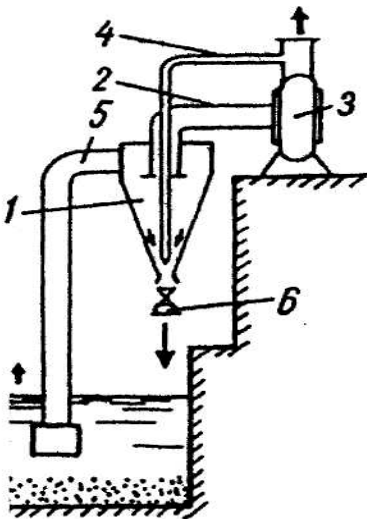


Рис.1. Схема расположения гидроциклона на всасывающем трубопроводе.

- 1. - Гидроциклон. 2. - Всасывающий трубопровод. 3. - Насос. 4. - Центральная труба. 5. - Входной патрубок.
- 6. - Песковая насадка с эжектором.

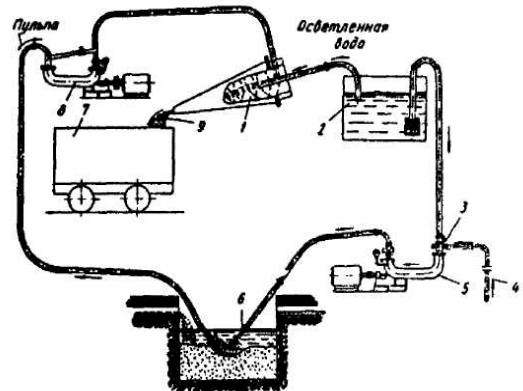


Рис.2. Гидроциклонная установка для чистки осадка из водосборных емкостей.

- 1.- гидроциклон; 2 - бак для золы; 3 - регулировочный вентиль; 4 - вода из дополнительного источника; 5 - насос подачи воды в гидромонитор; 6 - гидромонитор; 7 - вагонетка; 8 - насос подачи пульпы; 9 - сгущенная часть пульпы

Анализ позволяет заключить, что одной из важных особенностей работы гидроциклонов является высокий коэффициент корреляции эффективности

разделения суспензий и производительности аппаратов от различных факторов. Последние можно разделить на две группы:

- факторы, обусловленные свойствами осветляемой жидкости;
- факторы, которые формируют гидродинамический режим аппарата и интенсивность центробежного поля в циклоне.

Перечисленные факторы тесно связаны между собой. Но следует констатировать, что известные до настоящего времени теоретические расчетные формулы не полностью учитывают их. Поэтому наиболее надежным способом определения технологических параметров гидроциклонных установок является предварительная экспериментальная проверка аппаратов на конкретной загрязненной воде.

Из первой группы факторов следует выделить влияние концентрации взвешенных веществ и физических свойств жидкости. С увеличением концентрации взвешенных веществ в исходной воде все большая их часть выносится из аппарата. Однако после определенного предела влияние увеличения концентрации взвешенных веществ на эффективность работы гидроциклона заметно снижается, а иногда исчезает совсем. На эффективность процесса оказывает влияние также форма частиц. Частицы неправильной формы выделяются хуже частиц обтекаемой формы, даже если они тяжелее последних.

При увеличении вязкости жидкой фазы осаждение взвешенных частиц в поле центробежных сил заметно снижается. В присутствии тонкодисперсных веществ (коллоидных и глинистых частиц) вязкость воды увеличивается; кроме того существенно изменяется ее плотность.

Влияние геометрических размеров и конструктивных особенностей аппаратов на эффективность их работы теоретически подтверждается выражением критерия «фактор разделения» суспензий в центробежном поле.

$$F_r = V_T^2 / g \cdot r,$$

где V_T – тангенциальная скорость вращения частиц; r – радиус цилиндрической части гидроциклона; g – ускорение свободного падения.

С уменьшением радиуса цилиндра r , с увеличением скорости V_T эффект осветления суспензии возрастает. Величину скорости V_T в первом приближении можно считать равной скорости входа воды в аппарат. Ее можно увеличить двумя способами:

- уменьшая живое сечение впускной насадки и сохраняя неизменным расход обрабатываемой воды;
- увеличивая расход воды при постоянном сечении впускной насадки.

Но оба способа имеют определенный предел положительного влияния на процесс осветления, что объясняется усилением турбулентного

перемешивания, а также снижением продолжительности пребывания воды в гидроциклоне. При этом возрастают гидродинамические сопротивления, на преодоление которых требуются дополнительные энергозатраты.

Изложенное еще раз подчеркивает важность предварительных исследований оптимальных значений показателей работы гидроциклонов для удаления взвешенных веществ с минимальной гидравлической крупностью.

Регулировка работы аппарата сводится к подбору соответствующих размеров сливного отверстия и песковой насадки.

Следует также иметь в виду, что работа гидроциклона значительно ухудшается при колебаниях питания, связанных с неравномерной подачей насоса. Поэтому гидравлическая схема всоса и линия нагнетания насоса должны обеспечивать равномерную подачу питания в гидроциклон /4/.

При подаче питания от насосов надо соблюдать следующие условия: давление и мощность потока пульпы на входе в гидроциклон не должны выходить за пределы, указанные в паспорте; конструктивными мерами необходимо предотвратить передачу вибраций на аппарат через трубопровод от насоса, поскольку они могут вызвать преждевременный выход из строя защитной футеровки. С повышением давления на входе возрастает износ футеровки, особенно песковой насадки.

Установлено, что изменение давления в пределах 0,05-0,2 МПа не оказывает существенного влияния на результаты осветления. Однако повышение давления увеличивает производительность гидроциклона, хотя оно несущественно влияет на эффективность процесса осветления. Поэтому считаем целесообразным работать при более низких давлениях, а потерю производительности компенсировать применением гидроциклонов большого диаметра или батареи гидроциклонов малых диаметров.

Необходимая величина давления питания и его стабилизация достигаются обычно подбором и установкой центробежного насоса с производительностью, соответствующей производительности гидроциклона или поддержанием постоянного уровня исходного продукта в сборнике, если питание гидроциклона осуществляется самотеком. Уровень суспензии не должен понижаться в сборнике.

Очень важно правильно выдерживать соотношение между производительностью насоса и фактическим количеством суспензии (исходного продукта), проходящего через насос. При слишком большой производительности насоса по сравнению с фактическим количеством исходного продукта, проходящим через него, питание поступает в гидроциклон толчками (насос периодически то выкачивает весь исходный продукт, накопившийся в сборнике, причем давление возрастает до максимума, то прекращает подачу, когда в него засасывается воздух), т.е.

возникают пульсации, что приводит к резкому ухудшению эффективности разделения.

Литература

1. Матлак Е.С., Малеев В.В. Снижение загрязненности шахтных вод в подземных условиях. – К.: Техника, 1991. – 136с.
2. Матлак Е.С., Явруян А.Б., Моргунов В.М., Беляева Е.Л. О нетрадиционном подходе к решению проблемы снижения загрязненности шахтных вод взвешенными веществами на основе концепции устойчивого развития // Известия Донецкого горного института, 2003. - №2 – с.23-28.
3. Ким Д.Г., Танкевич Е.Н. Гидромеханизация на очистке заиленных дренажей, перекаченных колодцев и водосборников // Механизация и автоматизация производства, 1959. - № 8.
4. Моргунов В.М. Исследование процессов обработки гидросмеси в подземных условиях при гидродобыче и при очистке производственных вод. // Сб.научных трудов ДонГТУ, 2000. – с.213-221.

Поступила в редакцию 13.05.04

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ФИЛЬТРЫ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ СУСПЕНЗИЙ

А.С.Тимонин

Московский государственный университет инженерной экологии

В статье обсуждаются проблемы создания перспективного фильтровального оборудования для разделения суспензий и очистки сточных вод.

В химической, нефтехимической, горнорудной, пищевой и других отраслях промышленности нашли широкое применение дисковые вакуум-фильтры. Основными преимуществами данных фильтров являются: непрерывность процесса фильтрования, высокая надежность в работе, простота конструкции и высокая удельная поверхность фильтрования. Основным недостатком дисковых вакуум-фильтров является незначительная величина движущей силы процесса, что затрудняет их использование при фильтровании суспензий, образующих осадки с большим удельным сопротивлением [1,2].

В МГУИЭ разработан и рассчитан дисковый фильтр, в котором на порядок увеличена движущая сила процесса по сравнению с традиционными конструкциями [3]. Такой эффект достигается тем, что фильтровальные сектора, находящиеся в зоне фильтрации, замыкаются герметичными камерами, и в них создается избыточное давление до 1,6 МПа.

Данный фильтр устроен следующим образом. Фильтровальные диски, состоящие из независимых секторов и покрытые фильтрующей перегородкой, закреплены на несущем полом секционированном валу, имеющем на концах распределительные головки и цапфы, лежащие в подшипниках, которые установлены в станине ванны для суспензии. В ванне для суспензии размещены камеры, соединенные между собой коллектором подачи суспензии, при этом каждая камера состоит из двух подвижных относительно друг друга половин, охватывающих три сектора фильтровального диска. В верхней части камер закреплены механизмы смыкания и размыкания половин камер.

Фильтр работает следующим образом. Вал фильтра вместе с фильтровальными дисками приводится во вращение механизмом привода. Через коллектор подачи суспензии ванна заполняется исходной суспензией, при этом половины камер разомкнуты, и суспензия заполняет не только ванну, но и сами камеры. Далее через систему распределительных головок, полый несущий вал, внутренние дренажные каналы фильтровальных дисков вакуум-насосом создается разрежение под

фильтровальной перегородкой фильтровальных дисков, и идет обычный для этих типов фильтров процесс фильтрации.

В новой конструкции фильтра вращение вала происходит циклически. На время замыкания половин камер вращение прекращается, половины камер замыкают по три сектора каждого фильтровального диска, и в образовавшиеся герметичные камеры под давлением подается суспензия, что сразу увеличивает в несколько раз движущую силу процесса фильтрации. По мере накопления осадка на фильтровальной перегородке до определенной толщины отключается насос подачи суспензии в камеры, половины камер размыкаются, и вал делает поворот на 120 градусов. В зону камер продвигаются следующие сектора, и процесс повторяется вновь. Герметизация камер обеспечивается эластичным уплотнителем, закрепленным по контуру половин камер.

Таким образом, предлагаемая конструкция фильтра позволит фильтровать суспензии, которые формируют осадки с большим удельным сопротивлением процессу фильтрации, толщина слоя осадка может достигать нескольких сантиметров в отличие от традиционных дисковых фильтров, где она, обычно, не превышает 8-10 мм. Конструкция разработанного фильтра по своим техническим характеристикам значительно превосходит конструкции, выпускаемые всемирно известными фирмами "Eimco" (США), "Outokumpu" и "Larox" (Финляндия), Бердичевский завод «Прогресс» (Украина).

Литература

1. Канторович З.Б. Машины химической промышленности.-М.: Машиностроение, 1965.- 416 с.
2. Тимонин А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования. Справочник.. Калуга. Изд. Н.Бочкаревой, т.2, 2002. – 1026 с.
3. Тимонин А.С. Патент на изобретение № 2166351 «Дисковый фильтр», бюллетень №13, 2001 г.

Поступила в редакцию 13.05.04

ЭКОНОМИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ТВЕРДЫХ ПРОМБЫТОТХОДОВ В ДОНБАССЕ ВПОЛНЕ РЕАЛЬНО

А.С.Парфенюк

Донецкий национальный технический университет

Рассмотрены вопросы мотивации инвестирования в создание технологии переработки твердых углеродистых промбытотходов.

Сложившаяся в Украине, и особенно, в таком индустриальном регионе как Донбасс, экологическая ситуация, связанная с твердыми отходами промышленного и бытового происхождения, давно вызывает тревогу и требует срочных и целенаправленных действий в ее разрешении. Определенные шаги в этом направлении в стране и регионе предпринимаются, однако они несоизмеримы с масштабом проблемы, о чем свидетельствует сложившееся положение дел.

На законодательном уровне вопросы утилизации отходов рассмотрены и приняты соответствующие законы, постановления и программы, постоянно ведется мониторинг, работают соответствующие структуры, и ситуация в этом плане кажется удовлетворительной. Однако реальных сдвигов в сфере переработки промбытотходов пока нет, что объясняется финансово-экономическим положением в стране и сложившейся в обществе практикой отношений к экологическим проблемам утилизации отходов. На данном этапе наблюдается отсутствие интереса к проблеме переработки твердых отходов со стороны финансовых групп и частных предпринимателей, обладающих значительными средствами, что пока не позволяет изыскать с их стороны даже незначительные, по современным меркам, инвестиции в разработку техники и технологии переработки твердых отходов. Со стороны государственных структур наблюдается тенденция привлечения готовых западных технологий обращения с отходами, но это пока не дает ощутимого результата в силу многих факторов и трудно ожидать позитивных сдвигов в ближайшее десятилетие по многим причинам, анализ которых был проделан в некоторых наших работах.

Тем не менее, ситуация не столь безнадежна. У нас в Украине есть возможность, в силу сложившейся в Донбассе индустриальной инфраструктуры и, прежде всего, концентрации коксохимической промышленности, успешно решить проблему твердых углеродистых промбытотходов, не привлекая дорогостоящие западные технологии и

иностранные инвестиции. Решение проблемы, по нашему мнению, может быть достигнуто в результате промышленной реализации метода термолитно-энергетической рекуперации отходов (ТЭРО), разрабатываемого ДонНТУ. Этот метод давно вышел из стадии вынашивания идей и инициативных разработок, прошел апробацию и одобрение на разных уровнях, имеет неоспоримые преимущества перед известными технологиями, однако не получил пока необходимой финансовой поддержки. Наиболее существенная причина, препятствующая привлечению средств, заключается в представлениях о высокой степени технологического риска и длительных сроках оборачиваемости средств и даже убыточности такого инвестирования в разработку и освоение пригодной для наших условий технологии переработки отходов.

Такие представления совершенно не учитывают огромного и все возрастающего ущерба, который имеет место из-за ухудшения экологической ситуации, ухудшения здоровья населения, потерей площадей и качества плодородных почв, водных ресурсов и т.д., что должно быть адекватно определено как финансовые потери.

Заметим, что даже во многих промышленно развитых странах, пожалуй, за исключением ФРГ, государственное финансирование не соответствует растущим потребностям решения природоохранных проблем, стабилизирующих экологическую ситуацию, где на эти цели выделяется ежегодно несколько десятков миллиардов евро.

Тем не менее, Украина на государственном уровне вполне может самостоятельно, без внешней финансовой помощи решать и решить проблему, а также оказаться привлекательной для зарубежных и, главное, для отечественных инвесторов. Для этого следует всесторонне и правильно оценить имеющиеся возможности и выгоды переработки твердых промбытотходов в конкретных условиях Донбасса и на основе системного анализа наиболее перспективных проектов дать научное обоснование выбора лучшего варианта техники и технологии в виде ТЭО и бизнес-плана.

Для негосударственных структур и иностранных инвесторов особое значение имеет качество подготовки технико-экономического обоснования и бизнес-планов инвестиционных экологических проектов по твердым отходам в соответствии с жесткими мировыми критериями, принятыми в зарубежной практике. В подтверждение этому можно привести тот факт, что зарубежные инвестиции получает едва ли один из ста предложенных украинскими разработчиками экологических проектов. Одной из важных причин такого положения является несоответствие бизнес-планов общепринятым международным требованиям. Поэтому технически привлекательный, но плохо поданный проект, как правило, имеет меньше шансов получить хотя бы частичное финансирование ЕБРР, Мирового

банка или других международных финансовых организаций, чем более слабый проект, но имеющий бизнес-план, разработанный в полном соответствии с международными стандартами.

Безусловно, зарубежные инвестиции желательны, однако вовсе не обязательны для успешного решения проблемы промбытотходов в условиях Донецкого региона. Для того чтобы проанализировать перспективы инвестирования, рассмотрим вопросы мотивации трех основных групп вероятных инвесторов - государственных, негосударственных и зарубежных - в создании у нас в Украине и, в частности, в Донбассе отходоперерабатывающей отрасли.

Возможные мотивации на макроуровне, т.е. для государственных структур (министерства, управления экологии, государственные агентства, банки и т.п.):

1. Вполне реальная экономическая выгода.
2. Решение, хотя бы частичное, важнейшей экологической проблемы государства или, по крайней мере, ее стабилизация, т.е. предотвращение ухудшения ситуации
3. Решение социальных проблем Донецкого региона.
4. Использование вторичных энергетических и сырьевых ресурсов.
5. Улучшение ситуации в энергетике и на сырьевом рынке.

Мотивации негосударственных структур и частных отечественных инвесторов (финансовые группы, инвестиционные компании, банки, фонды, частные предприниматели):

1. Получение дохода.
2. Политический имидж для привлечения избирателей.
3. Личностные морально-этические стимулы и принципы.

Мотивации зарубежных инвесторов (ИБРР, Международный банк, экологические фонды, TESIS и т.п.):

1. Получение дохода.
2. Возможность решения проблемы сырья и энергии за счет переработки отходов.
3. Проникновение в индустриальный регион с другими целями, доступ на сырьевой рынок и к технической документации по разработкам технологий.
4. Возможность частично или полностью реализовать собственные проекты и разработки в условиях Донбасса.

Как видим, при всей условности приведенных рассуждений возможные мотивации инвестирования разработок и освоения индустриальных проектов по переработке промбытотходов представляются объективно весьма привлекательными. Вопрос лишь в том, будут ли достигнуты для инвесторов желаемые результаты и

насколько вероятен и значителен будет главный привлекательный фактор – получение экономической выгоды.

Еще один момент, наблюдающийся сейчас – акцент на передачу частным предприятиям вопросов переработки ТБО (городских свалок, создание частных мусороразделочных комплексов) – не может быть определяющим. Для достижения существенного прогресса в решении проблемы промбытотходов государство должно не только финансировать, но и организовывать, регулировать и контролировать широкий спектр вопросов, включающий платежи и цены, контроль за использованием инвестиций, содействие переговорам и международному сотрудничеству. Это соответствует важности вопроса экологического состояния государства и долговременной стратегии решения крупной экологической проблемы с наибольшим эффектом. Правительство должно активно участвовать в глобальном управлении экологической ситуацией и нести стратегическую ответственность за развитие новой отрасли отходопереработки и осуществлять со стороны государства защиту интересов разработчиков и приоритетность научных результатов. И, конечно, в государственном масштабе могут быть решены вопросы создания учреждений и организаций, курирующих отрасль отходопереработки, обеспечивать распространение и достоверность информации, организацию обучения персонала на предприятиях, осуществление финансовой поддержки путем целевых субсидий, займов, кредитов и льгот в этой сфере, обеспечить нормирование и стандартизацию документами (требованиями, нормами, формами отчетности и т.п.).

Таким образом, в решении столь крупной экологической проблемы, какой является переработка твердых промбытотходов в Украине, определяющую роль безусловно имеют государственные структуры и соответственно государственное финансирование. Но при этом, безусловно, следует искать возможности привлечения различных частных отечественных и зарубежных инвесторов, которые при соблюдении их интересов могут оказать значительную поддержку в решении проблемы. И в этой связи особенно актуальна разработка подробных бизнес-планов и ТЭО новой технологии, адаптированной к конкретным условиям Донбасса в полном соответствии с международными требованиями.

Поступила в редакцию 13.05.04

ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПИРОЛИЗА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН

А.В.Булавин, Е.А.Трошина, В.Н.Пашкевич
Донецкий национальный технический университет
ООО «Донбассхимресурсы»

Изучена возможность переработки автомобильных шин низкотемпературным пиролизом, разработана и смонтирована технологическая установка. Проведенный анализ образующихся продуктов разложения автомобильных шин показал, что они могут служить ценным сырьем для дальнейшего их использования в народном хозяйстве. Результаты изучения сорбционных свойств твердого продукта пиролиза свидетельствуют о возможности использования его в качестве сорбента в процессах очистки сточных вод.

Непрерывный рост парка автомобилей во всех развитых странах приводит к постоянному увеличению количества изношенных автомобильных шин. В соответствии с данными Европейской Ассоциации по вторичной переработке шин (ЕТРА) в Европе ежегодно образуется более 2,5 млн. тонн амортизированных автомобильных шин. В то же время общий объем их переработки не превышает 30%. Вышедшие из эксплуатации изношенные шины являются источником длительного загрязнения окружающей среды, поскольку они не подвергаются биологическому разложению. Шины также огнеопасны и, в случае возгорания, погасить их достаточно сложно. Вместе с тем, амортизированные автомобильные шины содержат в себе ценное сырье: каучук, металл, текстильный корд.

Однако резина относится к высокомолекулярным материалам, которые не могут перерабатываться с получением вторичных гранул, пригодных для выпуска товарных изделий. В настоящее время применяют несколько основных технологий переработки и утилизации резиновых отходов и изношенных автомобильных шин: сжигание отработанных шин с получением энергии; измельчение резиновых отходов с извлечением крошки и порошка; производство из резиновых отходов и старых шин регенерированного промышленного материала, а также пиролиз резины, который является одним из наиболее перспективных направлений утилизации отработанных автомобильных шин, позволяющий получить продукты, которые могут быть использованы для народного хозяйства.

Процесс низкотемпературного пиролиза был положен в основу разработанного нами метода утилизации отработанных автомобильных шин.

На основании выполненных исследований разработана и смонтирована установка, принцип действия которой основан на термической деструкции автомобильных шин, основу которых составляют изопреновые, бутадиеновые и бутадиен-стирольные каучуки, сшитые серными мостиками [1]. В качестве армирующего материала для придания прочности, жесткости, каркасности шинам используется текстильный корд (полиэфирный, полиамидный и др.), который также относится к высокомолекулярным соединениям, и, следовательно, деструктирует при высоких температурах. Металлический корд в процессе переработки не изменяет своих свойств.

Технологический процесс периодический и состоит из подготовительной стадии и стадии пиролиза. Производительность установки до 1000 т отработанных автомобильных шин в год.

Сырье (изношенные автомобильные шины) доставляют в производственное здание на подготовительный участок со склада. При необходимости поступившее сырье проходит механическую очистку с использованием ручного инструмента. Затем автомобильные шины разделяют на куски с помощью механического инструмента и перекладываются в корзины пиролиза, которые транспортной тележкой доставляются на производственный участок. В реактор пиролиза корзины загружаются при температуре в аппарате не более 75-100°C. Топка аппарата пиролиза переводится в режим активного нагрева, а затем в экономичный режим работы. Температура в аппарате пиролиза поддерживается на уровне, который обеспечивает работу конденсатора жидких продуктов пиролиза без перегрузки. Для охлаждения холодильника-конденсатора предусмотрена замкнутая оборотная система водоснабжения с охлаждением на градирне от $t_{\text{вх.}} = 60^\circ\text{C}$ до с $t_{\text{вых.}} = 30^\circ\text{C}$ производительностью 4 м³/ч (96 м³/сут). Сконденсировавшаяся жидкость самотеком подается в промежуточный сборник, а несконденсировавшиеся газы эжектором подаются на специальную горелку в топку печи пиролиза. При достижении необходимой температуры отходящих газов (400-450°C) из реактора пиролиза на входе в конденсатор оператор переводит топку в режим охлаждения аппарата пиролиза.

Для охлаждения аппарата пиролиза до температуры 100°C производится продувка системы (аппарат пиролиза, конденсатор, промежуточная емкость) углекислотой (азотом) из баллона, после чего с помощью крана выгружают корзины с твердыми остатками продуктов пиролиза. Твердый остаток продуктов пиролиза, который используется в качестве топлива, из корзины перегружают через загрузочное окно в бункер, размещенный в топочном отделении. Жидкие продукты пиролиза передаются в емкость хранения.

Разработанная установка обладает простотой и надежностью конструкции, а также экологической чистотой технологии. Газовая фаза и твердый остаток используется в топках печей, а из жидкой фракции, представляющей собой смесь углеводородов, могут быть получены различные то-

варные продукты. При штатной работе установки сточные воды не образуются. Твердые отходы, которые представляют собой механические загрязнения после чистки шин, и угольную золу из топок печей, по мере накопления вывозят на специальные полигоны для захоронения по согласованию с органами Саннадзора. Таким образом, отходы установки подобны отходам обычной угольной котельной.

Эксплуатацию установки проводили в реальных условиях загрузки от 600 до 900 кг отработанных покрышек. Подаваемые в аппарат пиролиза шины не унифицировали, перерабатывали как отечественные, так и импортные марки с металло- и текстильным кордом. В процессе пиролиза был определен выход твердой, жидкой и газообразной фаз. Результаты расчетов показали, что газ пиролиза составляет 5 % масс., жидкая фракция пиролиза – 50 % масс., твердый остаток продуктов пиролиза с металлокордом – 45 % масс.

Расчеты показали, что из тонны переработанной резины может образовываться до 60 м³ газа (нормальные условия). Его основными компонентами, определенными хроматографически (по ГОСТ 23781-83), являются (% об.):

водород	17,9;
метан	30,4;
этан	14,3;
пропан	5,0;
н-бутан	1,0;
изобутан	2,1;
оксид углерода (II)	4,2;
оксид углерода (IV)	9,9.

Основным продуктом установки являются жидкие продукты пиролиза, имеющие следующий фракционный состав:

начало кипения – 59°C; 10 % отгоняется при 135°C; 40 % отгоняется при 246°C; 50 % отгоняется при 278°C; 57 % отгоняется при 300°C; остаток в колбе при 317°C – 36%.

Данные хроматографического анализа фракции отгона до 180°C представлены в табл.1.

Как следует из табл.1, основными компонентами легкой фракции (отгон до 180°C) являются ароматические углеводороды, содержание которых составляет около 60 %.

Твердый остаток пиролиза автомобильных шин представляет собой относительно хрупкий, жирный на ощупь черный продукт. Его показатели качества по сравнению с антрацитом [3] представлены в таблице 2.

Как следует из табл.2, содержание углерода в твердом остатке пиролиза не ниже аналогичного показателя для антрацита, следовательно, твердые продукты пиролиза можно использовать как хорошее высококалорийное топливо, по величине теплоты сгорания сходное с антрацитом.

Таблица 1 – Состав жидкой фракции продуктов пиролиза с температурой отгонки 180°C

Компонент	Содержание в отгоне до 180 °С, % масс.	Общее содержание в жидкой фракции продуктов пиролиза, % масс.
Неароматические соединения до бензола	14,6	3,38
Бензол	15,1	3,51
Тиофен	0,4	0,10
Толуол	26,2	6,08
м+п-Ксилолы	13,8	3,21
о-Ксилол	4,7	1,09
Инден	1,1	0,25
Нафталин	0,5	0.11

Другим возможным направлением использования твердого остатка является применение его в качестве углеродистого сорбента, например, в процессах очистки сточных вод. По методу БЭТ была определена величина удельной поверхности остатка, которая составила 32 м²/г, и проведены исследования его сорбционных свойств.

Одной из основных характеристик активных углей является их сорбционная емкость (осветляющая способность) по метиленовому голубому. Осветляющая способность исследуемого продукта была определена согласно ГОСТ 4453-84 после контакта его навески с определенным объемом раствора метиленового синего. Твердый остаток низкотемпературного пиролиза предварительно высушивали до постоянной массы при температуре (120±10)°С и отбирали фракцию (0.5±1.0)мм. Результаты расчетов показали, что сорбционная емкость составила 130 мг/г, что соизмеримо с аналогичной величиной по ГОСТ 4453-84. Адсорбционная активность изучаемого продукта по йоду, определенная согласно ГОСТ 6217-74, составила 33 % (для угля марки ДОК – 30 %). Таким образом, твердый остаток пиролиза автомобильных шин обладает определенной сорбционной емкостью, что свидетельствует о возможности использования его как сорбента.

Следующим этапом исследования явилось изучение сорбционной емкости исследуемого продукта по отношению к различным органическим веществам, в частности, метиленовому голубому, метиленовому красному и фенолу. Для решения вопроса о возможности использования твердого

остатка пиролиза как сорбента была проведена серия опытов по определению сорбционной емкости продукта при различных равновесных концентрациях сорбата с последующим построением сорбционных кривых.

Таблица 2 – Показатели качества твердого остатка продуктов пиролиза

Параметр	Твердый остаток пиролиза автомобильных шин	Антрацит	Метод определения
Масс. доля влаги, % масс.	2,2	0,7-3	ГОСТ 11014-81
Зольность, % масс.	13,0	-	ГОСТ 11022-95
Зола на сухое состояние, % масс.	13,2	-	
Масс. доля серы, % масс.	2,31	-	ГОСТ 2059-95
Сера на сухое состояние, % масс.	2,36	-	
Выход летучих веществ, % масс.	4,0	-	ГОСТ 6382-91
Летучие вещества на сухое беззольное состояние, % масс.	4,8	1-7	
Спекаемость по Рога	0	0	ГОСТ 9318-91
Масс. доля углерода, % масс.	82.8	-	ГОСТ 2408.1-95
Углерод на сухое беззольное состояние, % масс.	95.5	94-97	
Масс. доля водорода, % масс.	0.88	-	
Водород на сухое беззольное состояние, % масс.	1.04	-	ГОСТ 2408.1-95
Высшая теплота сгорания, кДж/кг	34131	33520-35615	
Низшая теплота сгорания, кДж/кг	29416	-	ГОСТ 147-95
			ГОСТ 147-95

Максимальная величина сорбционной емкости твердого остатка пиролиза автомобильных шин по метиленовому голубому составила 320 мг/г, что не ниже аналогичной величины для известных марок активных углей, для метиленового красного – 450 мг/г. В результате построения изотермы адсорбции для растворов фенола была найдена величина 240 мг/г, что согласуется с литературными данными, приведенными для адсорбции фенола из водных растворов на угле КАД [4]. Вид полученных изотерм адсорбции согласно Брунауэру, Эммету и Теллеру свидетельствует не только

о наличии в сорбенте микро- и макропор, но также и о сильном межмолекулярном взаимодействии в веществе сорбата [4].

Следовательно, результаты выполненных исследований по изучению сорбционных свойств свидетельствуют о возможности использования твердого остатка низкотемпературного пиролиза автомобильных шин в качестве сорбента для удаления некоторых органических загрязнений для очистки сточных вод.

Таким образом, предложенный способ переработки автомобильных шин низкотемпературным пиролизом позволяет не только утилизировать изношенные автомобильные шины, но также получить некоторые продукты, которые могут найти применение в различных отраслях народного хозяйства.

Список использованных источников

1. Белозеров Н.В. Технология резины. – М.: Химия, 1979. – 472 с.
2. Малышев А.И., Помогайло А.С. Анализ резин. – М.: Химия, 1977. – 232 с.
3. Буцин Ю.В., Ливинский М.П. Методы разведки угольных месторождений Донецкого бассейна.
4. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. – Л.: Химия, 1982. – 168 с.

Поступила в редакцию 13.05.04

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ПО ПЕРЕРАБОТКЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАМОВ

А.В.Ростовский, М.В.Ушакова, А.Г.Чижиков
ООО «Юнимет», МГИСиС

В г.Новокузнецке создан комплекс по переработке отвальных доменных шламов на основе ДЕСМ-процесса. Изучены и отработаны различные технологические режимы с получением в качестве продукции железоблиста для промывки доменной печи и порошкообразного цинка. Рассмотрены основные направления изучения и развития процесса агрегата для его осуществления.

Повышенное внимание к использованию вторичных материальных ресурсов (ВМР) в настоящее время объясняется, прежде всего, истощением запасов полезных ископаемых при огромных запасах (в виде отвалов или накопителей) шлаков, шламов и других видов отходов. Использование ВМР является основным путем решения проблемы расширения сырьевой базы металлургической промышленности. Кроме того, утилизация отходов позволяет уменьшить их отрицательное влияние на окружающую среду. Также решаются различные экономические и технологические проблемы, связанные с увеличением коэффициента сквозного извлечения основного компонента из сырья и более эффективной переработкой отходов.

Одним из направлений ресурсосбережения при производстве цветных металлов является использование цинксодержащих отходов чёрной металлургии, в которых постоянно увеличивается содержание цветных металлов и в отдельных случаях уже превосходит природные запасы. Сейчас около 10 % цинка в мире получают из вторичных ресурсов.

В г.Новокузнецке создаётся комплекс по переработке подобных металлургических отходов. В стадии пуско-наладочных работ находится опытно-промышленная установка (ОПУ) полезным объёмом 6 м³ на основе ДЕСМ – процесса – процесса электрококсовой переработки пылевидных материалов /1/. Основным шихтовым материалом для этой установки являются отвальные шламы доменной газоочистки Кузнецкого меткомбината. ОПУ была построена в 2003 г., с августа идёт отработка технологии переработки шламов.

В основе ДЕСМ-процесса лежит восстановление и плавление шихтовых материалов в коксовой насадке. Процесс ведётся непрерывно с периодической загрузкой шихты и выпуском продуктов плавки. Образующиеся газы и летучие цветные металлы удаляются через систему газоотводов с последующей конденсацией возгонов. Технология и агрегат для её осуществления позволяют, в отличие от других агрегатов, подавить значительный пы-

левынос и получать чистый по примесям полупродукт (концентрат с содержанием цинка металлического не менее 90 %), получить железосодержащий полупродукт (железофлюс) или чугун. При этом каждый вид продукции агрегата является или конечным продуктом (шлак – строительный материал, газ – теплоноситель и топливо), или полуфабрикатом (цветные металлы, железофлюс, чугун), т.е. фактически при организации беспыльной загрузки шихты и использовании газа в заводской системе комплекс может являться полностью безотходным (естественно, в пределах комплекса без учета этапов получения электроэнергии и переработки продукции ОПУ). Учитывая, что шламы используются без какой-либо предварительной обработки (окомкование, сушка, усреднение и пр.), это не является нерешаемым.

Техническая характеристика терморектора при работе на влажных шламах (15 % влажности):

- производительность, т/сутки – 15,0;
- вид топлива – электроэнергия;
- удельный расход электроэнергии на переработку 1т доменного шлама, кВт·ч/т:

при производстве железофлюса – 700;

при производстве чугуна и цинка – 1600;

- удельный расход кокса – 0 (необходим только в первую подачу для формирования слоя кокса-теплогенератора);

- удельный выход шлака при производстве чугуна, кг/т - 381;

- теплоэнергетический узел реактора:

количество графитовых электродов Ø250 мм, шт. – 4;

напряжение питания, В – 40-72,4;

рабочая мощность, кВт – 555;

печной трансформатор – ТШП-10000 А622М.

Производительность установки зависит, в первую очередь, от мощности печного трансформатора, а также от режима плавки (получение чугуна или железофлюса) и влажности шихты.

Для разных видов сырья существуют свои оптимальные условия реализации ДЕСМ-процесса. Основными критериями являются:

- целесообразность электротермического восстановления железа в конкретных условиях (получение чугуна или железофлюса);

- выбор газодинамического режима (обратная зависимость между чистотой цветных металлов и производительностью установки);

- степень предварительной подготовки шихты (в первую очередь, влажность).

В состав технологического оборудования ОПУ входят: оборудование для подачи шлама (передаточная тележка, промежуточный бункер, питатель), терморектор, футерованный газоход, осадительная камера (служит для конденсации возгонов), контактный газоохладитель, эжектор (создаёт

разрежение в системе газоудаления и нагнетание для подачи технологического газа в топку или трубу), труба, система газоходов, оборудование для водяного охлаждения, технологическое электрооборудование. Электрическая схема имела следующий вид: РП (распределительная подстанция) - ВМ (выключатель масляный) – разъединитель типа РВЗ (6 кВ) – сетевой трансформатор ТСЗУ-1000-6/0.4 – рубильник 2000 А – выключатель автоматический ВА-5344 – печной трансформатор А622М типа ТШП-10000-1 – водоохлаждаемые кабели – печные электроды Ø250 мм. Основное оборудование (терморектор, осадительная камера, газоохладитель, эжектор) проектировалось и создавалось специально для ОПУ с учетом технологических параметров комплекса.

Так как ОПУ является первой в мире установкой подобного масштаба, а также из-за новизны используемого оборудования необходимо было изучить и отработать практически каждую технологическую операцию и взаимное расположение всех элементов конструкций и оборудования вплоть до оптимального размещения кабелей на рабочей площадке. Так, был значительно видоизменён по сравнению с проектным внутренний профиль терморектора с изменением уровня осей лётки и газоотвода, проводились работы по подбору оптимальных огнеупоров, в том числе в самых проблемных местах (особенно в районе электродов), изменена конструкция газохода и пр.

Помимо конструктивных изменений проводились работы по подбору оптимального технологического режима при переработке доменных шламов. Это объясняется тем, что правильный подбор режима может кардинально изменить показатели работы комплекса. Например, при высоте внутреннего пространства 3000 мм изменение высоты слоя кокса с 500 до 900 мм сводит пылевынос из реакционной зоны практически к нулю и значительно увеличивает тепловую инерцию печи, что, естественно, позволяет уменьшить колебания теплового поля в терморекторе. Однако при неправильном выборе теплового режима подобное увеличение высоты слоя кокса может привести не только к прогару футеровки, но и к выводу печи из строя.

Особого внимания заслуживает вопрос конструкции футерованного газохода. Используемые шихтовые материалы характеризуются чрезвычайно высоким содержанием цинка (табл. 1). При этом пары цинка начинают появляться в газоходе уже при температуре в печи ниже 1000 °С, когда футеровка газохода ещё не успела в достаточной мере прогреться, что вызывает нежелательную конденсацию возгонов в газоходе с его возможным зарастанием. К сожалению, определённые организационные трудности не позволили использовать в начальном (стартовом) периоде более подходящие шихтовые материалы для выхода на стационарный режим, что вызвало дополнительные технологические трудности. С другой стороны, получили

подтверждения теоретические обоснования выбора различных режимов работы.

Таблица 1

Химический состав доменного шлама, % масс. (без учета углерода)

Fe _{общ.}	Zn _{общ.}	Pb _{общ.}	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	S _{общ.}	щелочи
32,7	18,7	0,31	11,6	4,64	8,19	2,17	2,07	1,07
41,7	16,6	0,28	9,89	3,73	7,78	2,28	1,24	0,67
43,5	16,3	0,24	10,8	3,67	8,61	2,31	1,41	0,24
41,0	16,7	0,26	10,2	3,77	8,18	2,13	1,19	0,26

Первая продукция комплекса была получена в режиме разогрева термо-реактора, при несформировавшемся гидродинамическом режиме работы.

Химический состав железофлюса приведен ниже (табл.2).

Таблица 2

Химический состав железофлюса

Fe	O ¹	Zn ²	Si	Al	Mg ³	Ca	Щелочи ⁴	Mn	S	P	Cr ³
55,9	13,5	0,06	9,65	9,69	6,20	2,16	0,70	0,36	0,06	0,08	1,23
51,3	11,4	0,16	12,6	8,70	7,81	4,74	1,16	0,56	0,03	0,12	1,21

¹ кислород рассчитывается как остаток

² степень обесцинкования шлама составила 99,4-99,9 %

³ такая концентрация объясняется восстановлением и попаданием магния и хрома из футеровки

⁴ высокая концентрация щелочей объясняется попаданием натрия в виде соли в один из бункеров (4 % натрия в шламе).

Шлак в терморекторе, помимо основной своей задачи удаления из печи продуктов переработки шлама, решает следующие задачи: 1) промывание коксовой насадки; 2) снижение локального перегрева кокса. Проблемы с оптимальным подбором шихты пускового периода не позволили в кратчайшие сроки выйти на стационарный режим с быстрым формированием достаточного количества жидкоподвижного шлама, из-за чего произошёл локальный перегрев слоя кокса с восстановлением оксидов металлов и частичным восстановлением трудновосстановимых оксидов кремния, алюминия, магния и пр. Также из-за неоптимального шлакового режима и из-за необходимости поддерживать повышенное разрежения в терморекторе для очистки горна, произошло сильное загрязнение первого цинксо-держающего порошкообразного продукта, который был получен в осадительной камере (табл. 3).

Таблица 3

Химический состав цинксо-держающего порошка, % масс.

Zn	Fe	O	Si	Mg	Na	Al	S	Ca	K	P	Pb	Cl
41,2	13,8	1,0	10,8	7,8	7,1	5,0	4,9	2,5	2,1	0,9	0,8	0,4
46,0	11,8	1,7	9,9	9,3	6,8	3,7	4,2	2,2	1,9	0,6	1,0	0,5

Особо стоит отметить низкое содержание кислорода в продукте (т.е. оксиды) при высоком содержании таких трудновосстановимых элементов, как Са (температура начала восстановления оксида твердым углеродом 2144 °С), Mg (1852), Al (2026), Ba (2021), Sr (2005), Si (1667). Концентрация кислорода в продукте практически соответствует химическому составу оксида кальция (проба 1); следовательно, если принять, что весь кислород находится в самом трудновосстановимом оксиде, то после охлаждения и выгрузки из осадительной камеры в металлическом и элементарном состоянии находятся Al, Mg, Ba, Sr, Si, не говоря уж о железе, цинке, щелочах. Химические соединения между компонентами порошка, за исключением возгонов летучих соединений типа хлоридов и пр., при отсутствии выдержки в осадительной камере маловероятны (температура порошка невелика из-за интенсивного теплообмена при непосредственном контакте с водоохлаждаемой стенкой осадительной камеры; также слишком малы площадь контакта между частицами порошка и вероятность контакта двух частиц с высоким химическим сродством друг к другу).

Эксперименты показали, что при правильном выборе технологического режима возможно получение цинкового порошка достаточно высокой чистоты и обесцинкованного железофлюса, который целесообразно использовать в доменной плавке в качестве промывочной шихты. Специально для условий ОАО «НКМК» (Новокузнецкий меткомбинат) технологический процесс отрабатывается без дополнительного офлюсования, что позволяет перевести почти всё железо в фаялит, тем самым получая шлак, схожий по своим свойствам со сварочным.

Опыты показали, что при увеличении расхода шлама и выхода шлака возможно снижение степени обесцинкования. Однако для большинства видов шламов и прочих отходов с содержанием цинка менее 15 % даже некоторое снижение степени обесцинкования позволит получать в одну стадию кондиционный материал для доменной плавки. Больше вопросов вызывает возможность перерабатывать материалы с высоким содержанием и щелочей, и цветных металлов с необходимостью получать кондиционные продукты в одну стадию. Примером этого может служить проект переработки шламов ПО «Химволокно» (г. Клин), где при содержании цинка 7.92 % в шламе содержится 20-35 % калия и менее 3 % железа шлак целесообразно использовать как калийно-фосфорное удобрение с необходимостью дополнительно добавлять в шихту кремнезём.

Основными направлениями исследований для совершенствования ДЕСМ-процесса и агрегата для его реализации являются:

- 1) особенности газодинамики и гидродинамики термического модуля;
- 2) влияние состава шихтовых материалов, в т.ч. нетрадиционных для чёрной металлургии, на показатели работы комплекса;
- 3) выбор оптимальных режимов работы процесса для различных видов шихты;

4) выбор оптимального состава технологического оборудования и конструкции термического модуля в зависимости от вида шихтовых материалов.

По последнему пункту необходимо добавить, что переработка некоторых видов материалов вызывает принципиальные проблемы, требующие изменений в существующей конструкции агрегата. Например, исследования по плавке шлаков цветной металлургии с высоким содержанием серы выявили необходимость подвода окислителя в горн печи для повышения жидкотекучести расплава без ухудшения газодинамических параметров процесса.

Несмотря на большое количество требуемых дальнейших исследований для решения указанных задач, полученные предварительные результаты в масштабе опытно-промышленных установок уже сейчас позволяют заявить о достаточно большом потенциале ДЕСМ-процесса в области переработки различных видов сложноутилизируемых отходов, в т.ч. токсичных и особо опасных.

Литература

1. В.Горда, В.Ростовский, А.Ростовский, М.Ушакова. Технология переработки пылевидного металлургического сырья и отходов. // «Национальная металлургия», №2, 2001, с.12-15.

Поступила в редакцию 13.05.04

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАМЕНЫ ЧАСТИ КОКСА ПЫЛЕУГОЛЬНЫМ ТОПЛИВОМ В ДОМЕННОЙ ПЛАВКЕ

С.Л. Ярошевский, А.А. Минаев, А.И. Ковалев,
Б.П. Крикунов, А.В. Кузин
ДонНТУ, концерн “Энерго”, ОАО “ДМЗ”

Рассмотрено современное состояние экологической безопасности доменного производства на территории Донбасса. Предложены пути решения экологических проблем в коксодоменном производстве.

Окружающая среда Донецкой области в критическом состоянии. Так, в 2001 г. количество выбросов от стационарных источников составило 60 т/км², что в 8,9 раза больше чем в среднем по Украине. Техногенная нагрузка на единицу территории области в 4 раза превышает средние показатели по стране [1]. Значительная доля в загрязнении окружающей среды приходится на доменное производство и обеспечивающие его агломерационное и коксохимическое производства. В 1998-1999 гг. в Донецкой области отходы доменного производства составили более 6 млн. т в год [1].

Опыт промышленного развития стран Европы и США показывает, что одним из решений проблемы экологии является сокращение объема производства кокса, поскольку количество вредных выбросов по данным института Гипрококс при производстве кокса сохраняется весьма значительным и неизменным: более 7 тыс. т на 1 млн. произведенного кокса (табл. 1).

Таблица 1 – Выбросы вредных веществ при производстве 1 млн. т кокса

№	Выбросы	Количество, т
1	Сероводород	2324
2	Сернистый ангидрид	1091
3	Оксид углерода	458
4	Аммиак	304
5	Угольная пыль	2660
6	Оксиды азота	160
7	Фенол	87
8	Синильная кислота	10
Итого		7094

Так, за последние 30 лет объем производства кокса в Германии сократился более чем в 3 раза при одновременном увеличении

производства металлопродукции. При этом удельный расход кокса сократился от 1000 до 330-350 кг/т чугуна [2]. Экологический эффект при снижении расхода кокса на выплавку чугуна достигается за счет: сокращения объема производства кокса и, соответственного уменьшения вредных выбросов; сокращения использования кокса в доменных печах и, соответственно, выбросов в атмосферу сернистых соединений, оксида углерода и др.

В связи с изложенным для условий Донецкого региона представляется весьма актуальной и перспективной технология доменной плавки с вдуванием в горн пылеугольного топлива (ПУТ).

Расчеты показывают, что теоретически до 60-70 % кокса могут быть заменены ПУТ, производимым из неспекающихся марок углей. На протяжении более 30 лет работа по замене кокса ПУТ успешно проводится на Донецком металлургическом заводе (ОАО “ДМЗ”) силами завода, ДонНИИчермета, Гипростали, ДонНТУ и другими организациями. В 1984 г. данная работа отмечена государственной премией СССР в области техники.

В настоящее время установка на ОАО “ДМЗ” работает в режиме промышленной эксплуатации, причем по всем основным технологическим и эксплуатационным показателям она соответствует уровню современных промышленных установок 4-го поколения, эксплуатируемым в мире [2].

Из опыта применения ПУТ на ОАО “ДМЗ” и за рубежом следует, что величина коэффициента замены кокса ПУТ составляет около 1 кг/кг при этом производительность доменной печи, качество чугуна существенно не изменилось или улучшилось [2].

За рубежом (Германия, Франция, Голландия, Япония, Китай) в 90-х годах прошлого столетия на основе повышения расхода ПУТ до 200 кг/т чугуна и более, обеспечено снижение расхода кокса до 250-330 кг/т чугуна, т.е. на величину до 40-50 % от исходного уровня. В 2000 г. в мире с ПУТ выплавлено около 400 млн. т чугуна, т.е. более 50 % его общего производства. Причем полностью на эту технологию перешли Франция, Голландия, Япония, Ю. Корея, Бельгия и ряд других стран. Природный газ (ПГ) в качестве дополнительного топлива используется только в странах, имеющих значительные ресурсы данного энергоносителя (США, Россия) [3].

На ОАО “ДМЗ” в настоящее время осуществляется программа комплексного совершенствования технологии, реализация которой позволит повысить расход ПУТ до 150-200 кг/т чугуна, обеспечив замену 30-40 % кокса и вывод из состава дутья ПГ.

Принимая во внимание изложенное, представляется весьма актуальным и перспективным массовое промышленное внедрение пылеугольной технологии на металлургических предприятиях Донбасса. Данное мероприятие обеспечит:

- значительное сокращение расхода кокса и повышение рентабельности металлургических предприятий;
- отказ от использования дефицитного, дорогого импортного энергоносителя – ПГ;
- качественное оздоровление окружающей среды в промышленных регионах области.

Рассмотрим эффективность технологии ДП № 2 ОАО “ДМЗ”. Расчеты выполнены по методике проф. Рамма А.Н. исходя из известного положения о необходимости обеспечения полной и комплексной компенсации по мере повышения расхода ПУТ и снижении расхода кокса [4]. В качестве компенсирующих мероприятий использовали:

- повышение температуры дутья и содержания в нем кислорода;
- сокращение расхода или вывод из состава дутья ПГ;
- введение в доменную печь коксового орешка в смеси с железорудной шихтой;
- увеличение доли окатышей в шихте;
- повышение устойчивости и оптимизации технологического процесса на основе математической модели, а также измерения влажности кокса, температуры чугуна на выпусках, температуры газа по радиусу колошника термозондом;
- повышение содержания MgO в шлаке до 5-7 % и, соответственно, улучшение его физических свойств и устойчивости;
- использование для приготовления ПУТ низкосернистых углей марки “Т”, “А” или подобных с содержанием летучих до 20 %.

Технологические условия основных металлургических предприятий Донбасса достаточно типичны, характеризуются расходом кокса 500-550 кг/т чугуна и уровнем производительности 1,6-2,0 т/(м³·сутки). На этом основании можно для качественного расчета эффективности принять за основу возможность снижения расхода кокса за счет применения ПУТ в количестве 100 и 200 кг/т чугуна.

Из табл. 2 следует, что применение ПУТ в сочетании с компенсирующими мероприятиями обеспечивает снижение расхода кокса на 28-41 %, вывод из состава дутья ПГ, прирост производительности печи на 16,7-18,3 %, снижение себестоимости чугуна на 22,41-40,45 грн/т.

Таблица 2 – Расчет изменения основных показателей для доменного цеха ОАО “ДМЗ” при вдувании 100 и 200 кг ПУТ, приготовленного из угля марки “Т”

Показатели	База	Расход ПУТ, кг/т	
		100	200
Производительность, %	100	116,7	118,3
Удельная производительность, т/(м ³ ·сутки)	1,90	2,21	2,24

Удельный расход кокса, кг/т	534	381,9	317,0
Температура дутья, °С	1022	1120	1120
Содержание кислорода в дутье, %	22,9	25	25
Расход природного газа, м ³ /т	95	75	0
Приход серы с шихтой, кг/т	7,54	6,41	6,33
Выход шлака, кг/т	458	387,6	394,4
Основность шлака CaO/SiO ₂	1,25	1,08	1,07
Степень использования CO, %	39,9	44,5	47,6
Содержание серы в чугунае, %	0,032	0,049	0,049
Снижение себестоимости чугуна, грн/т	-	22,41	40,45

Исходя из приведенных данных промышленное внедрение пылеугольной технологии на основных предприятиях области (ОАО “ДМЗ”, ОАО “ЕМЗ”, ОАО “МК Азовсталь”, ОАО “МК им. Ильича”, ОАО “Алчевский МК”, ОАО “МакМК”) обеспечит при суммарном годовом объеме производства чугуна около 11 млн. т, снижение расхода кокса на 1,67-2,39 млн.т, ПГ на 0,22-1,05 млрд. м³, прирост производства на 183,7-201,3 тыс. т, снижение себестоимости чугуна на 246,5-444,9 млн. грн. Примерная окупаемость необходимых капитальных вложений может составить 2,5-3 года.

На основании полученных данных выполнена экологическая оценка эффективности мероприятия, определяющаяся значительной разностью выброса основных вредных веществ в атмосферу при производстве кокса и ПУТ. Из табл. 3 следует, что внедрение пылеугольной технологии в Донбассе обеспечит сокращение выброса в атмосферу сернистых соединений 5-7 тыс. т/год, пыли 4-6 тыс. т/год и др. Итого – 11-17 тыс. т в год. При этом металлургические предприятия будут освобождены от необходимости выплаты штрафов за загрязнение окружающей среды на сумму 8-11 млн. грн. составляющую до 5 % эффективности, полученной за счет применения ПУТ и снижения расхода кокса.

Таблица 3 – Экологическая оценка эффективности применения ПУТ

№ (по табл. 1)	Снижение выбросов (т) при расходе ПУТ, кг/т		Снижение платы за выбросы (грн.) при расходе ПУТ, кг/т	
	100	200	100	200
1	3888,3	5547,4	6441212	9189615
2	1825,4	2604,2	937229	1337094
3	766,3	1093,2	14847	21181
4	508,6	725,6	49271	70293
5	4450,4	6349,4	86227	123020
6	267,7	381,9	137447	196082
7	145,6	207,7	341341	486927
8	16,7	23,9	14075	20143
Итого	11869	16933,3	8021649	11444355

Полученная экономическая эффективность от улучшения экологии неполная, поскольку не учитывает:

- сопутствующего сокращения выброса вредных веществ с технологической водой;
- снижения выброса в окружающую среду вредных веществ в доменной плавке, благодаря сокращению суммарного расхода условного топлива на 1 т чугуна;
- освобождение ресурса ПГ в доменном производстве создает условия для частичной замены им ПУТ, используемого в энергетике;
- сокращение объема производства кокса, создает условия для вывода из эксплуатации наиболее изношенных и аварийных коксовых батарей, срок службы которых превышает 30-40 лет.

Таким образом, опыт показывает, что при применении пылеугольной технологии возможно снижение удельного расхода кокса до 250-330 кг/т чугуна, и со значительным уменьшением вредных выбросов в окружающее пространство.

Литература

1. Региональная система управления использования отходов: опыт и проблемы. Программа использования отходов производства и потребления в Донецкой области: Кол. авторов / НАН Украины. Институт экономики промышленности; Редкол.: А.М. Близнюк (отв. ред.), Н.И. Конищева (науч. ред.) и др. – Донецк: ИЭП НАН Украины, 1999. – 112 с.
2. Ноздрачев В.А., Ярошевский С.Л., Терещенко В.П. Перспективные технологии доменной плавки с применением кислорода и пылеугольного топлива. – Донецк: Новый мир, 1996. – 173 с.
3. Савчук Н.А., Курунов И.Ф. Доменное производство на рубеже XXI века // Новости черной металлургии за рубежом. - 2000.- Часть II.- Приложение 5. - М.: АО Черметинформация. - 42 с.
4. Рамм А.Н. Современный доменный процесс. - М.: Металлургия, 1980.- 304 с.

Поступила в редакцию 13.05.04

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ УТИЛИЗАЦИИ ЖИДКИХ
НАКОПЛЕННЫХ ОТХОДОВ ОАО «АВДЕЕВСКИЙ
КОКСОХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД»**

С.И. Кауфман (ОАО «Авдеевский коксохимический завод»), д.т.н. Е.Т. Ковалев, к.т.н. А.Л. Борисенко, М.И. Близнюкова, Т.П. Григорьева (УХИН)

Исследованы физико-химические характеристики смолистых отходов из накопителя ОАО «Авдеевский КХЗ». Определены квалифицированные способы их утилизации в композициях товарной продукции – дорожного вяжущего материала, котельного топлива. Разработаны технологические схемы извлечения и использования отходов из накопителя.

Во исполнение Программы мероприятий по ликвидации накопленных жидких отходов химических цехов ОАО «Авдеевский коксохимический завод» с последующей реконструкцией накопителя, направленных на уменьшение негативного влияния накопителя химотходов на природную среду, связанного с выбросами в атмосферу и фильтрацией в подземные воды загрязняющих веществ, обусловленной физическим износом защитных и заградительных устройств накопителя, проведены исследования физико-химических свойств смолистых отходов, определены возможные направления их использования в композициях товарной продукции, а также разработаны технологические схемы извлечения и использования отходов.

В результате длительной эксплуатации накопителя и совместного складирования в нем отходов различных по физико-химическим характеристикам, в накопителе образовался новый композиционный продукт, качество которого изменяется по глубине залегания слоев. Поэтому для выбора способов извлечения отходов и направлений обращения с ними требовалось изучение свойств отходов в различных точках накопителя и слоях залегания.

Большинство вывозимых отходов содержало значительное количество воды, которая в процессе хранения и отстаивания образовала водный слой накопителя. Количество его может сезонно меняться под влиянием климатических условий, а также вследствие фильтрации.

Всю толщу отходов в накопителе условно можно разделить на несколько слоев:

- верхний водный слой, покрытый масляной пленкой;
- заэмульгированный обводненный смолистый слой;
- смолистые отходы;

- нижний донный слой, образованный нетекучими сполимеризованными в процессе хранения смолистыми и твердыми отходами.

Значения основных физико-химических показателей смолистых отходов колебались в следующих пределах:

Вязкость условная, C_{30}^{10} , с – 4-169

Содержание, %:

воды – 11,8-57,8

серы – 6,0-17,4

водорастворимых соединений – 1,8-21,1

pH водной вытяжки – 3,04-8,36

Теплота сгорания низшая, ккал/кг – 4470-6020

Зольность, % - 1,7-12,7.

С учетом показателей качества накопленных отходов основными направлениям выбраны: получение котельного топлива, дорожного вяжущего материала и подача отходов в угольную шихту, идущую на коксование, осуществляемые действующими установками ОАО «Авдеевский КХЗ». Возможное количество добавляемых отходов составляет: в котельное топливо – до 25, в дорожный вяжущий материал марки «СУБ» - до 33% масс.

Разработаны нормативная документация на накопленные смолистые отходы и Временный технологический регламент забора смолистых отходов из накопителя и направлений обращения с ними с использованием установки для подъема текучих смолистых отходов (без разогрева) производительностью 50т/сут. при сезонной ее эксплуатации (май-октябрь).

Нетекучие отходы могут быть извлечены из накопителя по технологическим схемам, предусматривающим разогрев отходов непосредственно в накопителе для уменьшения их вязкости. Неизвлекаемые отходы подлежат захоронению в заэкранированном отвале с последующей реконструкцией накопителя.

Поступила в редакцию 13.05.04

ВОЗМОЖНОСТИ ДОНБАССА В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ТВЕРДЫХ ПРОМБЫТОТХОДОВ

Минаев А.А., Башков Е.А., Парфенюк А.С.

Донецкий национальный технический университет, Донецк, Украина

Современная мировая цивилизация генерирует разнообразные по составам и все нарастающие по объемам твердые промышленные и бытовые отходы, которые оказывают наиболее губительное влияние на природную среду и человека, и являются главным фактором экологического кризиса.

Катастрофические последствия влияния огромных скоплений отходов на природу можно наблюдать и на больших территориях Украины, но особенно заметно их разрушительное воздействие в промышленных мегаполисах, к которым, безусловно, относится Донбасс – общепризнанная зона экологического бедствия. На Донецкую область приходится более трети всех вредных газопылевых выбросов Украины.

Общие объемы ежегодного накопления твердых промбытотходов в Украине превышают суммарные показатели стран Западной Европы с населением около 400 млн. человек в 3-3.5 раза. Заметим, что по законодательству Германии, складирование на свалках твердых отходов, содержащих горючие составляющие более 5%, будет полностью запрещено с 2005 года.

В подтверждение тяжести ситуации в Украине и Донецкой области приведем некоторые статистические сведения о накоплении, источниках образования и использовании отходов (на 2000 г.) [1-3].

Промышленные отходы	Украина	Донецкая область
Накопление отходов: Всего, млрд. т	30	4
Отходы угледобычи и углеобогащения, млрд. т	4	2
Отходов на 1 человека, т	600	800
Отходов на 1 км ² площади, тыс. т	50	150
Общая занимаемая площадь, тыс. га	170	27
Утилизация отходов, %	10÷15	
Обезвреживание токсичных отходов	0.5	
Утилизация отходов углеобогащения	7÷8	

Следует особо подчеркнуть, что имеющиеся в области твердые углеродистые промбытотходы, составляющие около половины всех твердых отходов в Украине, можно рассматривать как вторичное сырье, запасы которого очень велики и обладают большим энергохимическим потенциалом, и его важно использовать как можно полнее и с экономической выгодой.

Твердые бытовые отходы (ТБО)	Украина	Донецкая область
Накопление бытовых отходов: Всего, млрд. м ³	3÷4	0,4
На 1 человека, т(м ³)	17 (76)	17.6 (80)
Накопление на 1 км ² , тыс.т.(тыс. м ³)	1.3 (6)	3.3 (15.1)
Количество санкционированных свалок	771	134
Эксплуатируется без соблюдения норм, %	80	60
Образование в год: Всего ТБО, млн. т/год	10÷11	1.5
Ежегодный прирост образования отходов, %/год	1.3÷2	
тыс. т/год	130÷200	20÷30
Использование бытовых отходов, %	2÷5	

Такая экологическая ситуация, связанная с проблемой твердых отходов, делает совершенно необходимым включение всех возможных механизмов для скорейшего ее разрешения. Эти механизмы находятся в различных сферах жизни государства: социальной, политической, правовой, научно-технической, экономической.

При этом необходимо обеспечить государственное управление процессами создания и освоения наиболее эффективных технологий переработки различных промбытотходов, что представляется наиболее реальным при использовании рыночных экономических механизмов.

Пока же, как правило, ведется поиск на Западе готовых решений проблемы отходов. По нашему мнению, эффективные западные технологии не могут быть в ближайшие годы использованы на Украине по следующим причинам:

- отсутствие реальных финансовых возможностей для приобретения западных технологий, а также для быстрого развертывания действенной государственной системы обращения с отходами, проектирования и сооружения крупномасштабных предприятий по переработке отходов и созданию научных центров, координирующих такую работу;
- трудности социального плана из-за ментальности населения, мало уделяющего внимания проблеме отходов и недостаточно информированного, и, поэтому, не вполне осознающего опасность сложившейся ситуации;
- практическое отсутствие экономических рычагов воздействия и возможностей эффективного контроля за нарушениями, связанными с твердыми промышленными и особенно бытовыми отходами;
- недостаточно разработанная правовая база, направленная на решение проблемы твердых отходов и отсутствие выполнения имеющихся законодательных норм и правил.

В Украине потребность в создании действенной системы обращения с твердыми отходами является, по нашему мнению, самой высокой в Европе.

Утвержденная в 1998г. донецкая областная «Программа использования промышленных и бытовых отходов до 2005г.» предусматривает два основных направления: первое - минимизация образования отходов путём модернизации действующих технологий и второе - интенсификация переработки уже накопленных отходов.

В настоящее время в Донецкой области выполняется программа ТАСИС Европейского союза, по совершенствованию системы управления ТБО. Проект включает, наряду с традиционными вопросами анализа текущего состояния окружающей среды в Донецком регионе и определения возможностей управления ТБО в экономической, правовой и социальной сферах, конкретные задачи организационного и технического характера. Решение этих задач создает предпосылки для постепенного улучшения ситуации в регионе с ТБО.

Проект является первым этапом решения проблемы и пока не дает ответа на многие технические вопросы, главный из которых – выбор базовой технологии переработки, которая возьмет на себя основную массу неликвидных отходов и обеспечит эффективное решение проблемы.

Подробнее дадим характеристику твердых отходов в Донецкой области.

Наиболее значимыми отходами по объемам на Донбассе являются угольные шламы, породные отвалы, металлургические шлаки, золошлаки ТЭС и бытовые отходы, генерирование которых исчисляется десятками миллионов тонн.

В области функционирует более 30 обогатительных фабрик. Флотационные отходы, складированные в шламонакопителях, занимают огромные площади и содержат около 60 млн.т вторичного угольного сырья со средней зольностью 50-70 %. Вследствие относительно низкой зольности отходов они являются по существу техногенными месторождениями.

Ежегодно предприятия области к имеющимся четырём млрд. тоннам накопленных промтоходов добавляют 30 млн. тонн горных пород, 5 млн. тонн доменного и сталеплавильного шлаков, 4 млн. тонн золошлаков ТЭС. Шлакоперерабатывающий комплекс на Алчевском мет-комбинате обеспечивает лишь десятую долю утилизации этих отходов.

В настоящее время в Украине планируется строительство нескольких крупных автодорожных магистралей. В их основание могут быть уложены сотни тысяч тонн упомянутых отходов в виде так называемого «золошлако-породного гравия».

Заслуживают внимания возможности использования породных отвалов, угольных шламов, а также других глинистых отходов для получения глинозема. Породные и золошлаковые отвалы, хвосты углеобогащения (после извлечения или дожигания остаточного угля), некоторые металлургические шлаки содержат более 25% Al_2O_3 и могут рассматриваться в качестве нового нетрадиционного вида сырья для алюминиевой промышленности

Особенно трудной проблемой являются твердые бытовые отходы. В области накопилось более 400 млн.м³ ТБО на 3000 гектарах, отведенных под свалки. Их объём на свалках ежегодно увеличивается с интенсивностью до 1,5 м³ (300-350 кг на человека в год). Т.е. расчетный годовой объём бытовых отходов для Донецка - более одного миллиона м³ мусора. В Донецкой обл. имеются около 150 официальных и на порядок больше несанкционированных мусорных свалок, где складируется около 100 млн. м³ ТБО и под которые отведены около 500 га. Большинство свалок переполнены или близки к этому. Предварительная сортировка ТБО городским населением и коммунальными службами практически не проводится. Следовательно, приходится считаться с тем фактом, что в ближайшее десятилетие объёмы ТБО, измеряемые десятками млн. м³, будут возрастать по количеству и оставаться весьма разнородной сложной смесью множества компонентов. Прямая переработка или сжигание таких огромных количеств отходов технически весьма проблематична, экологически опасна и экономически неэффективна.

В ДонНТУ разработана новая технология крупномасштабной комплексной переработки ТБО в смеси с промышленными углеродистыми отходами на базе процессов термической деструкции в наклонных термолизных печах, аналогичных коксовым. В результате образуется горючий газ, аналогичный коксовому и твердое термолизное топливо, аналогичное низкосортному коксу. Более подробный анализ этой технологии может быть предметом отдельного рассмотрения.

Этот процесс термолизно-энергетической рекуперации отходов (метод ТЭРО) позволяет решить проблему твердых углеродистых промбытотходов комплексно на основе имеющихся в Донбассе промышленных мощностей.

В качестве такого имеющегося в наличии на Украине промышленного потенциала, способного послужить базой для практического решения проблемы отходов наиболее эффективным представляется привлечение коксохимической промышленности, а именно заводской инфраструктуры, территорий и кадров. Донбасс располагает в этом отношении наилучшими возможностями, поскольку здесь имеется более 10 коксохимических заводов.

Установки для переработки смесей промбытотходов по методу ТЭРО могут быть созданы также непосредственно на территории и с использованием зданий и инфраструктуры части углеобогачительных фабрик, в непосредственной близости от которых находятся запасы шламов углеобогащения.

Таким образом, имеющийся на Донбассе промышленный потенциал коксохимической промышленности и углеобогащения может стать базой для наиболее быстрого, экологически, экономически и социально эффективного комплексного решения проблемы твердых промбытотходов.

Перечень ссылок:

1. Економіка природокористування і охорони довкілля//Збірник наукових праць міжнародної науково-практичної конференції по управлінню відходами "Техноресурс-2000". – Київ: РВПС України НАН України. – 2000.– 200 с.
2. Державна Програма використання відходів виробництва і споживання на період до 2005 року: Постанова Кабінету Міністрів України № 668 від 28 червня 1997 р.
3. Земля тривоги нашої. За матеріалами національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Доцькій області у 1999 році/під ред. С. Куруленко/.–Донецьк: Новий мир. - 2000. – 124 с.

Поступила в редакцію 13.05.04

ИЗУЧЕНИЕ ПОТОКОВ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ В ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДАХ г. ДОНЕЦКА

М.Е. Краснянский, А. Бельгасем, О.Н. Калинихин
Донецкий национальный технический университет

Изучено содержание макулатуры, стеклобоя, пластмассы и цветных (смешанных) металлов в твердых бытовых отходах (ТБО) в зависимости от уровня жизни семьи. Также изучены изменения содержания в ТБО вторсырья и закупочных цен на него по пути движения потока ТБО: [домашнее мусорное ведро – дворовой мусорный контейнер – пункт приема вторсырья – оптовая база вторсырья – завод-переработчик вторсырья].

Общеизвестно, что проблема твердых бытовых отходов (ТБО) является для Украины одной из важнейших экологических, экономических и социальных проблем. Так, в Донецкой области накопилось около 400 миллионов м³ ТБО; действуют около 80 полигонов ТБО общей площадью 230 га и многие из них также близки к 100%-ному заполнению. При этом ежегодно в области выявляется 600-700 несанкционированных (“диких”) свалок ТБО.

Одним из путей решения проблемы уменьшения объёмов складирования ТБО является предварительная сортировка, прессование и пакетирование ТБО на так называемых мусоросортировочных комплексах (МСК). Наличие МСК, во-первых, создаёт значительное количество ликвидного вторсырья (макулатура, пластмасса, текстиль, черные и цветные металлы и др.), во-вторых, в 3-4 раза уменьшает объём вывозимых на свалку ТБО, что в 3-4 раза снижает нагрузку на полигоны и в 3-4 раза уменьшает потребность в транспорте и моторном топливе. Кроме того, складирование ТБО в виде “пакетов” коренным образом уменьшает экологический вред полигонов: резко уменьшается развеивание мелких фракций мусора, выделение фильтрата, выброс газов, выплод мух, размножение болезнетворных микроорганизмов, резко понижается способность ТБО к самовозгоранию, полигон значительно меньше привлекает мелких грызунов и птиц.

Задачи и методы исследования

Для принятия решения о строительстве мусоросортировочного комплекса (МСК) в любом ином городе необходимо иметь четкие ответы на следующие вопросы:

А) Каковы особенности поступления вторсырья в бытовые отходы в зависимости от района города и уровня жизни семьи? Б) Каково количество пунктов сбора вторсырья и количество собираемого ими вторсырья? В) Какие слои населения и в каком количестве собирают и

сдают вторсырьё до поступления ТБО на МСК? Г) На каком этапе потока вторсырья (домашнее мусорное ведро – дворовой мусорный контейнер-мусорная свалка) происходит его отбор и доставка в пункт приёма?; Д) Каковы уровни закупочных цен на вторсырьё по линии [пункт приёма вторсырья – оптовая база - завод по переработке вторсырья]?

Для ответа на эти вопросы нами были проведены следующие исследования:

А) Измерены (объём + вес) количества вторсырья (макулатура, стекло, пластмасса, цв. металл) в ТБО, образующихся в семьях с относительно высоким уровнем жизни (центр Ворошиловского района г. Донецка), средним уровнем жизни (Калининский район г. Донецка) и низким уровнем жизни (панельные многоэтажки микрорайона “Текстильщик” в самом удалённом от центра Кировском районе г. Донецка). При этом в каждой квартире проводили 3-4 измерения с интервалом 3-5 дней, так что каждая цифра в столбцах “Объём ТБО” и “Масса ТБО” таблиц 1-3 - есть среднее из трех или четырех измерений. Б) Оценены (методом многократных опросов) количества вторсырья, извлекаемого “неорганизованным способом” социально необеспеченными слоями населения (так называемыми “бомжами”) из дворовых мусорных контейнеров. В) Выявлены и подсчитаны стационарные, “точечные” и передвижные пункты сбора вторсырья (в границах исследуемых районов) и оценены (методом многократных опросов) количества собираемого ими у населения вторсырья и цены на его закупку. Г) Измерены (объём + вес) количества вторсырья (макулатура, стекло, пластмасса, цв. металл) в “дворовых” мусорных контейнерах.

Результаты исследований

Таблица 1. - Среднее содержание вторсырья в ТБО

Район г.Донецка	Объём ТБО (м ³ /чел -сут)	Объём ТБО (м ³ /чел -год)	Масса ТБО (кг/чел -сут)	Плот- ность ТБО (кг/м ³)	Состав ТБО (масс. %)
Ворошиловский- центр (рыночная стоимость жилья: 1 м ² – 500 USD)	0,0050	1,83	0,79	158,0	Макулатура-27,3 Стекло-14,5 Пластмасса-12,0 Металл-9,7
Калининский (рыночная стоимость 1 м ² – 300 USD)	0,0029	0,99	0,59	217,1	Макулатура-10 Стекло-5,5 Пластмасса-4,6 Металл-2,8
“Текстильщик” (рыночная	0,0014	0,51	0,33	245,4	Макулатура-2,3 Стекло-1,2

стоимость 1 м ² – 180 USD)					Пластмасса-2,4 Металл-0,2
--	--	--	--	--	------------------------------

Для сравнения были обследованы пять “дворовых” мусорных контейнеров ёмкостью 1 м³ (жилмассив в Калининском районе). Контейнеры (заполнялись в течение двух суток и были заполнены “с верхом”) были перемещены на чистую площадку, их содержимое извлекли, рассортировали и взвесили. Результаты (средние по пяти контейнерам в пересчете на один) следующие:

Средний объём ТБО – 1,1 м³, средняя масса – 222 кг, средняя насыпная плотность – 201,8 кг/м³. Количество вторсырья:
 -макулатуры: масса – 18,9 кг (8,5%); -пластмассы: масса – 10,9 кг (4,9 %); -стекла: масса – 11,3 кг (5,1%); -металла: масса - 4,7 (2,1%).
 Остальной мусор представлял собой, в основном, пищевые отходы, мелкие загрязнённые пищевой остатками бумаги и полиэтилена, строительный мусор и “уличный” мусор (“смет”), которым дворники регулярно заполняют мусорные контейнеры (в количестве 1/5-1/3 контейнера в день в зависимости от сезона).

Однако наши исследования состава “полигонных” ТБО показали, что он существенно отличается от состава “домашних” ТБО за счет предварительного отбора вторсырья из мусорных контейнеров малообеспеченными слоями населения, а также вывозом на полигоны ТБО городских “садово-огородных” и строительных отходов:

Таблица 2. – Средний состав суточных карт полигона ТБО “Ларино”

Компоненты	%
Пищевые отходы	13
Бумажные отходы	8
Дерево, ветки, листья	15
Металл	5
Текстиль	3
Стеклобой	9
Пластмасса, резина	12
Строит. мусор, камни, отсев	35

Кроме того, следует иметь в виду, что в Донецкой области ежегодно образуется около 2000 тонн изношенных автомобильных шин, однако, например, в 2001 г. направлено на утилизацию (фирма “МАГ”, расположенная в Полтавской области) лишь 160 тонн автопокрышек (всего лишь 8%). Подавляющее большинство отслуживших автопокрышек (80%) выбрасываются на свалку (как правило, на “дикую” свалку вблизи гаражного кооператива), остальные 10-12% - остаются во дворах частных домов или на дачах.

Таблица 3. – Сводная таблица цен на вторсырьё (данные 2003 г.)

Вид цены	Макулатура	Стеклотара	Стеклобой	Пластмасса
Цена приёма на пункте сбора	20 коп/кг	10-17 коп/шт	2 коп/кг	20 коп/кг
Цена приема на оптовой базе	Нет данных	Нет данных	8 коп/кг	Нет данных
Цена покупки заводом-переработчиком	450 грн/т (45 коп/кг)	20-35 коп/шт	150-200грн/т (15-20 коп/кг)	800 грн/т (80 коп/кг)

Таблица 4. – Инвентаризация пунктов сбора вторсырья в некоторых районах г. Донецка

Район Донецка	Вид вторсырья						Население тыс. чел
	Макулатура		Стеклотара		Пластмасса		
	Кол-во пунктов приемки	Кол-во сырья кг/сут	Кол-во пунктов приемки	Кол-во сырья шт/сут	Кол-во пунктов в приемки	Кол-во сырья кг/сут	
Ворошиловский	6 (стац.) 3(передв.)	3300 900	9 (стац.) 4 (передв.)	8500 1000	1 (стац.) 2(передв.)	–	97
	<i>Всего - 9</i>	<i>- 4200</i>	<i>Всего-13</i>	<i>-9500</i>			
Микрорайон “Текстильщик”	3(стац.) 2(передв.)	900 200	16	6200	3	П/э - 45 кг ПЭТ – 50 шт	60
	<i>Всего –5</i>	<i>- 1100</i>					
Калининский	5 (стац.) 2 (передв.)	2300 300	13	11800	1 (стац.) 2(передв.)	--	109
	<i>Всего -7</i>	<i>- 2600</i>					

Как следует из табл. 3, разница между “первичными” ценами приёмки вторсырья у населения на пунктах и “конечными” – покупкой вторсырья заводами-переработчиками составляет: по макулатуре – в 2 раза; по стеклотаре – в 2 раза; по стеклобою – в 10 раз; по пластмассе – в 4 раза.

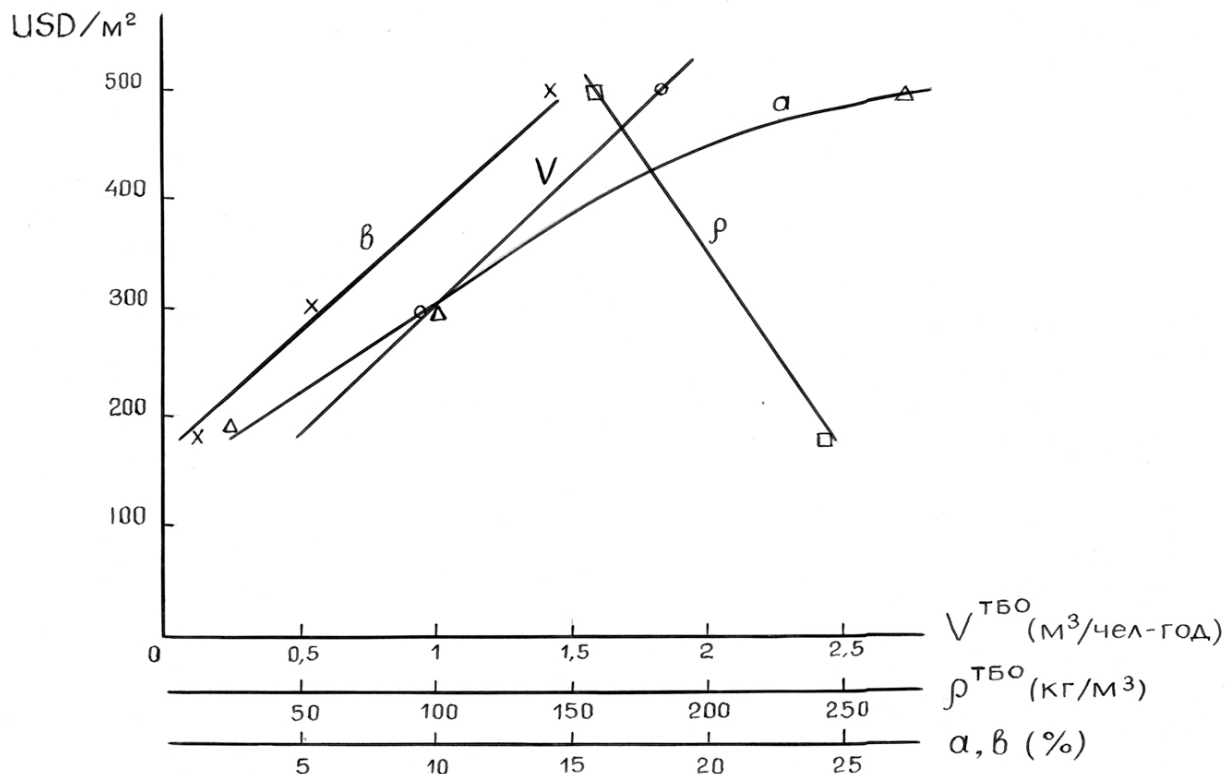


Рис. 1. - Зависимость объёма и состава “семейных” ТБО от средней стоимости 1 м² занимаемой семьёй квартиры:

V – объём ТБО (м³/чел-год); ρ – насыпная плотность ТБО (кг/м³); α – содержание макулатуры в ТБО (%); β – содержание стеклотары в ТБО (%).

Таблица 5. – Количество вторсырья, извлекаемого из мусорных контейнеров (по результатам опроса “бомжей”)

№	Стеклотара		Макулатура		Число “рабочих дней” в году (% от 365)
	Штук-дней-контейне-ров	Шт/день /1 конт	Кг - дней-контейне-ров	Кг/день /1 конт	
1	100 – 6 - 4	4	-	-	70
2	20 – 6 - 2	1,8	3 – 6 - 2	2,5	75
3	20 – 1 – 10	2	15 – 1 – 10	1,5	72
4		3	-	1,5	77
5	150 – 6 – 5	3	30 – 6 – 5	1,0	80
6	20 – 1 – 4	5	3 – 1 - 3	1,0	72
7	40 – 6 – 3	2,2	-	-	78
8	100 – 6 - 4	4,2	-	-	66
9	50-1-20	2,5	1 день	1-2	79
Среднее		3 шт.		1,5 кг	74

Если учесть, что в девяти районах Донецка количество мусорных контейнеров составляет около 7000 (без учета частного сектора), то (по данным табл. 8) “бомжами” из них извлекается за год):

Стеклотары: $3 \times 7000 \times 365 \times 0,74 = 5.670.000$ штук/год;

Макулатуры: $1,5 \times 7000 \times 365 \times 0,74 = 2.835.000$ кг/год;

(Пластмасса пока не является объектом ежедневного сбора из мусорных контейнеров, и поэтому от оценки её объемов следует воздержаться).

По данным табл. 4 пункты приёма вторсырья Ворошиловского района принимают стеклотары 9500 шт/сут, а макулатуры – 4200 кг/сут; Калининского района – 11800 шт/сут и 2600 кг/сут; “Текстильщика” (это ~½ Кировского района) – 6200 шт/сут и 1100 кг/сут. Среднее для этих трех районов:

стеклотара – $[9500 + 11800 + 2 \times 6200] : 3 = \sim 11200$ шт/сут;

макулатура - $[4200 + 2600 + 2 \times 1100] : 3 = 3000$ кг/сут = 3 т/сут;

Следовательно, за год (берем 300 дней работы) приемные пункты всех девяти районов г. Донецка собирают:

Таблица 6. – Сопоставление данных табл. 4 и 5.

№	Вид вторсырья	Количество вторсырья, собранное за год приёмными пунктами г. Донецка		Количество вторсырья, сданное за год “бомжами”	
				штук или тонн	%
1	Макулатура	8100 т	~1,6 млн. грн	2835 т	35
2	Стеклотара	30 млн шт.	~3,5 млн грн	5,67 млн шт.	19

Примечание. Исследование выполнено по поддержке программы “TACIS”.

Поступила в редакцию 13.05.04

СОСТОЯНИЕ ПЕРВИЧНОГО УЧЕТА И ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА В ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

В.В.Филин, Н.Ю.Белогуров, Ю.Н.Белогуров

Региональный центр обращения с опасными отходами
Донецкого филиала ГИПК Минэкоресурсов Украины
Донецкий национальный технический университет

Основываясь на опыт работы Регионального центра обращения с опасными отходами, определены наиболее значимые проблемы первичного учета и обращения с отходами в области и причины недостаточной организации и полноты его ведения, выделены «проблемные» группы отходов, предложены пути решения рассматриваемого вопроса.

Проблемы первичного учета и обращения с отходами производства являются первостепенными в разрешении вопросов защиты окружающей среды индустриальных мегаполисов, к которым, в частности, относится Донецкая область (4,4% территории и 10% населения Украины). Затронутая проблема касается также других областей восточной Украины: Запорожской, Днепропетровской, Луганской.

На территории областей восточной Украины сосредоточены промышленные запасы топливных, рудных и нерудных ископаемых. В период индустриализации страны это привело к сосредоточению в них предприятий угольной, горнодобывающей промышленности, черной металлургии и развития тепловой энергетики. Развитие тяжелых отраслей промышленности без должного внимания и вложения средств в решение природоохранных вопросов привело к тому, что в областях восточной Украины состояние атмосферного воздуха, объектов поверхностного и подземного водоснабжения, почвы приблизилось к критическому. Особую тревогу в регионе вызывает вопрос обращения с промышленными отходами. На территории Донецкой области накоплено 25% от всех отходов Украины.

Опыт работы сотрудников Регионального центра обращения с опасными отходами в сфере инвентаризации отходов промышленных предприятий, составления реестровых карт отходов, паспортизации мест удаления отходов позволяет проанализировать состояние первичного учета и обращения с отходами производства на территории Донецкой области.

Усиление требований природоохранного законодательства Украины повлекло за собой увеличение объемов работ в сфере обращения с отходами, и, следовательно, повышение требований, предъявляемым к лицам, ответственным за природоохранную деятельность на предприятиях.

Нередко руководство предприятия не осознает объемов работ, возлагаемых в настоящее время на инженеров по охране окружающей природной среды (далее ОПС). Как следствие, у большинства предприятий обязанности и функции, возлагаемые на инженера по охране ОПС, выполняются «параллельно», по совместительству, инженерами по охране труда либо инженерам технического отдела, то есть лицами, не имеющими специального образования и квалификации для ведения должным образом данного вида деятельности.

Первичный учет на предприятиях области ведется только по основным «очевидным» для технологии конкретного производства видам отходов. Отходы вспомогательных производств и подсобных подразделений при этом не учитываются. В результате, предприятиями не учитывается до 40% образующихся отходов. К примеру, недостаточно полно ведется учет отходов, загрязненных нефтепродуктами (ветошь, песок и грунт, загрязненные нефтепродуктами; отработанные масла и фильтры, загрязненные нефтепродуктами; нефтешлам очистки сточных вод; нефтешлам мойки резервуаров для хранения ГСМ); отходов резино-технических изделий (отработанная и неремонтопригодная транспортерная лента и трубки РТИ); отходов полимерных изделий и материалов (полиэтиленовая пленка, полихлорвиниловая пленка и тара, ПЭТ-бутылки); отходов, образующихся в результате ведения ремонтно-строительных работ (отходы рубероида, шифера, бой кирпича, плитки облицовочной и других строительных материалов, отходов абразивных материалов); отходов химических соединений (сернокислотный электролит отработанных аккумуляторов, растворители химчистки спецодежды, ядохимикаты сельского хозяйства).

Таким образом, в настоящий момент к «проблемным» группам отходов можно отнести:

- отходы, загрязненные нефтепродуктами;
- отходы резино-технических изделий;
- отходы полимерных изделий и материалов;
- отходы химических соединений;
- отходы, образующиеся в результате ведения строительных и ремонтных работ.

Обращение с большинством «проблемных» отходов усугубляется тем, что на территории Донецкой области не существует специализированных предприятий, осуществляющих утилизацию либо переработку данных видов отходов. Вопрос об их дальнейшем движении после образования на предприятиях остается неразрешенным и открытым. Как следствие, первичный учет данной группы отходов ведется на низком организационном уровне, с преднамеренным занижением объемов образования, либо отсутствием их первичного учета вообще.

Актуально раздельное накопление ликвидных (ресурсосберегающих) отходов на предприятиях области. Смешивание отходов, представляющих интерес как вторичное сырье, (макулатура, бой стекла и другие виды отходов), с неликвидными отходами осуществляется практически на всех предприятиях области.

Таким образом, анализируя сложившуюся на предприятиях области ситуацию по ведению первичного учета и обращению с отходами, можно выделить следующие основные проблемы:

- недостаточная укомплектованность природоохранных служб предприятий дипломированными специалистами в области охраны природной среды;
- отсутствие на предприятиях методических рекомендаций по первичному учету и расчету объемов образования отходов;
- отсутствие на предприятиях информации о предприятиях, осуществляющих переработку «проблемных» видов отходов или ведущих разработки по их переработке;
- отсутствие системы раздельного накопления ликвидных видов отходов с целью дальнейшей передачи их предприятиям-утилизаторам либо переработчикам.

К разрешению проблемы организации первичного учета и обращения с отходами производства на предприятиях области необходим комплексный подход, базирующийся на основе технологического, нормативно-технического, планово-экономического, оперативно-технического и бухгалтерского сопровождения.

Технологическое сопровождение включает в себя ведение и анализ технологической документации на процессы или работы, в результате осуществления которых образуются, перерабатываются, удаляются отходы. А также разработка технологий по переработке «проблемных» отходов.

Нормативно-технологическое сопровождение включает в себя разработку специализированными организациями (проектными институтами, институтами Министерства охраны окружающей природной среды) и распространение на предприятиях методической литературы по первичному учету и расчету объемов образования отходов.

Планово-экономическое сопровождение базируется на индивидуальном объективном подходе контролирующих органов к каждому предприятию, взвешенной политике и взаимопониманию между предприятиями области с одной стороны и контролирующими органами с другой. Экономическом стимулировании предприятий (например, временные льготы) ведущих работы по выполнению требований действующего законодательства Украины в сфере обращения с отходами. Привлечении органов исполнительной власти к разрешению нарастающей проблемы.

Оперативно-техническое и бухгалтерское сопровождение базируется на использовании основных принципов бухгалтерского учета материальных ценностей, документальном отражении результатов текущей количественной и качественной оценки фактических объемов образования отходов и обращения с ними.

Немаловажную роль в построении системы первичного учета и обращения с отходами в регионе играет понимание руководством предприятий необходимости разрешения нарастающей проблемы. Ее глубокий анализ и осознание послужат толчком для реализации принципов государственной политики в сфере обращения с отходами с целью максимального использования материально-сырьевых и энергетических ресурсов и обеспечения защиты окружающей природной среды и населения от негативного воздействия отходов.

Литература

1. Закон України «Про відходи» від 05.03.1998 р. № 187/98-ВР.
2. ГОСТ 17.9.0.1 – 99 - Охрана природы. Обращение с отходами. Выявление отходов и представление информационных данных об отходах.
3. Белогуров Н.Ю., Белогуров Ю.Н., Маслиевич С.Л. «Принципы создания мониторинга образования и движения отходов в Донецкой области». Збірник доповідей II міжнародної наукової конференції аспірантів та студентів «Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів», Том 1–Донецьк, ДонНТУ, ДонНУ, 2003 р., стр. 98-99.

Поступила в редакцию 05.04.04

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАНИЯ И РАССЕЙВАНИЯ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ПРИ СЖИГАНИИ ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

О.Н. Калинихин, М.Е. Краснянский
Донецкий национальный технический университет

Предложена имитационная модель на базе пакета визуального моделирования “Simulink”, позволяющая исследовать характер зависимости образования и рассеивания газов мусоросжигания от таких факторов как элементный и морфологический состав сжигаемых ТБО, производительность печи, коэффициент избытка воздуха и др. Составлен ряд полуэмпирических уравнений горения ТБО. Получены графики рассеивания дымовых газов при сжигании ТБО.

Решение проблемы твёрдых бытовых отходов (ТБО) является одной из важнейших экологических и социально-экономических задач, стоящих перед современной Украиной, где только города генерируют около 40 млн. м³/год твёрдых бытовых отходов. Мировая практика предлагает целый ряд методов по переработке ТБО (см. табл. 1), одним из которых является его сжигание. Однако сжигание мусора представляет собой реальную угрозу для окружающей среды и здоровья населения.

**Таблица 1 – Основные методы переработки ТБО
в странах “семёрки”, мас. %.**

Методика	США	Англия	Франция	Герман.	Япония
Депонирование на полигонах ТБО	84	89	55	73	27
Сжигание мусора	15	10	35	25	70
Компостирование	1	1	10	2	3

Одним из факторов, обуславливающих подобное негативное воздействие, являются процессы эмиссии и рассеивания газов, образующихся при сжигании твёрдых бытовых отходов. Поэтому в промышленно развитых странах только затраты на очистку газов, образующихся при сжигании мусора, составляют до 50% от общих затрат на сжигание бытовых отходов. Очевидно, что именно поэтому процессы образования и рассеивания газов мусоросжигания представляют интерес в качестве объектов моделирования.

Имитационное моделирование – это сравнительно новый и наиболее приемлемый метод исследования систем и процессов, функционирование которых зависит от большого количества факторов. В основе имитационного моделирования лежит статистический эксперимент,

реализация которого практически невозможна без применения современных средств вычислительной техники. Поэтому любая имитационная модель представляет собой довольно сложный программный продукт. Применительно к различным методам обезвреживания и утилизации бытовых отходов на сегодняшний день известны лишь отдельные имитационные модели полигонов по депонированию твёрдых бытовых отходов[1], в основе абсолютного большинства которых лежит использование универсального пакета визуального моделирования Simulink. Как правило, такие модели используются в качестве динамических диаграмм, демонстрирующих изменение поведения моделируемых систем (полигонов), либо их отдельных компонентов при различных комбинациях факторов, оказывающих влияние на эти системы. Однако в литературных источниках отсутствуют какие-либо данные относительно существования имитационных моделей процессов сжигания мусора.

Цель данной работы – создание имитационной модели процесса сжигания твёрдых бытовых отходов с последующим исследованием характера зависимости образования и рассеивания газов мусоросжигания от ряда факторов оказывающих влияние на процесс сжигания бытовых отходов. Кроме того, предлагаемая авторами имитационная модель процесса сжигания бытовых отходов, призвана восполнить отсутствие объектов подобного класса, в литературных источниках посвящённых проблематике имитационного моделирования. В качестве средства реализации процесса моделирования авторами был избран пакет визуального моделирования “Simulink”. Причина такого выбора не случайна, так как использование именно этого программного продукта даёт целый ряд преимуществ, таких как: возможность наблюдения поведения моделируемой системы в процессе самого моделирования; возможность создания модельных подсистем и т.д.[2].

Общая структура полученной модели представлена на рис. 1. Каждый элемент модели представляет собой функциональный блок либо группу блоков Simulink выполняющих ту или иную подзадачу моделирования. Так, группа блоков 1 обеспечивает формирование исходных условий процесса сжигания бытовых отходов (к исходным условиям авторами были отнесены факторы, оказывающие наибольшее влияние на характер получаемых газообразных продуктов[3], коэффициент избытка воздуха, производительность системы по сжиганию отходов, состав сжигаемых бытовых отходов). Группа блоков 2 обеспечивает формирование необходимого процентного соотношения основных компонентов ТБО, подаваемых на сжигание; использование однотипных блоков Slider Gain позволяет “вручную” производить изменения в качественном и количественном составе потока бытовых отходов, идущих на сжигание. Группа блоков 3 обеспечивает проверку правильности

соотношения основных компонентов бытовых отходов, суммарное количество долей которых должно быть равно единице на всех этапах моделирования. Группа блоков 4, состоящая из однотипных блоков Gain, производит “наращивание” полученного составного сигнала на величины, соответствующие данным технического анализа бытовых отходов[4] по содержанию таких элементов и компонентов, как углерод, водород, кислород, сера, азот, влага, зола и хлор. Полученный комплексный информационный сигнал подвергается операции конкатенации в матрицу размерности 11x8 с помощью блока 5.

Полученная матрица, а также заданные значения производительности печи по сжиганию ТБО и коэффициента избытка воздуха поступают в иерархическую подсистему модели 6, где производится расчёт выхода газообразных компонентов в соответствии со следующим рядом полуэмпирических уравнений, полученных нами путём доработки аналитических зависимостей, изложенных в ряде литературных источников[4].

$$V_{CO_2}^0 = 0,0187 \cdot C^P - V_{CO}^0 \quad (1)$$

$$V_{CO}^0 = (3 \cdot 10^{-4} \cdot V_{Zz}^0)^1 / \alpha \quad (2)$$

$$V_{SO_2}^0 = 0,007S^P \quad (3)$$

$$V_{N_2}^0 = 0,79V_6^0 \cdot \alpha - V_{NO_2}^0 \quad (4)$$

$$V_{NO_2}^0 = 0,005N^P \quad (5)$$

$$V_{H_2O}^0 = 0,111H^P + 0,0124W^P + 0,016V^0 - V_{HCl}^0 \quad (6)$$

$$V_{HCl}^0 = 0,006Cl^P \quad (7)$$

$$V_6^0 = [0,089C^P + 0,265(H^P - Cl^P) - 0,0333(O^P - S^P - N)] \quad (8)$$

$$M_{фур.} = 0,35 \cdot 10^{-6} (V_{Zz}^0 - V_{O_2}^0 - V_{N_2}^0 - 0,0124W^P) \quad (9)$$

$$M_{т.м.} = 0,1(V_{Zz}^0 - V_{O_2}^0 - V_{N_2}^0 - 0,0124W^P) \quad (10)$$

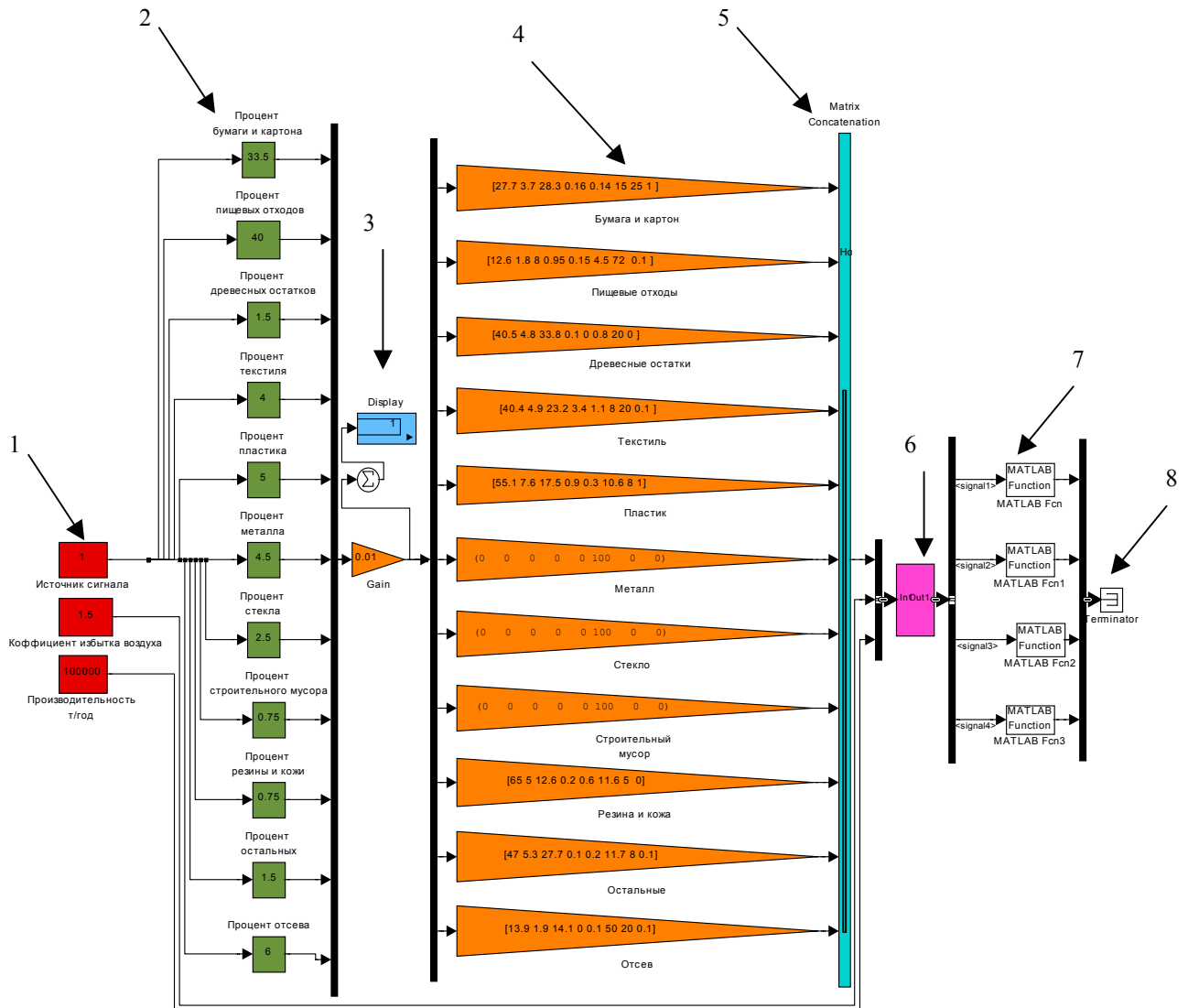
где:

$V_{CO_2}^0$, V_{CO}^0 , $V_{SO_2}^0$, $V_{N_2}^0$, $V_{NO_2}^0$, $V_{H_2O}^0$, V_{HCl}^0 . – соответственно объём газового ингредиента смеси, образующийся при сжигании одного килограмма твёрдых бытовых отходов (m^3/kg ТБО);

$M_{фур.}$, $M_{т.м.}$ - масса фуранов (в т.ч. и диоксинов) и масса тяжелых металлов (и/или их солей), образующихся при сжигании одного килограмма твёрдых бытовых отходов (mg/kg ТБО);

C, H, N, O, S, Cl, A, W – элементный состав, зольность и влажность ТБО в пересчёте на рабочую массу сжигаемых бытовых отходов; α – коэффициент избытка воздуха (1,5-2); $V_{гр}$ - сумма по позициям 1-8.

Рис. 1. – Общая структура имитационной модели процесса сжигания



ТБО

Полученные значения обрабатываются с помощью однотипных блоков Matlab Fcn, реализующих расчёт рассеивания газообразных компонентов выброса в соответствии с хорошо зарекомендовавшей себя методикой ОНД-86[5], а также графическое представление полученных результатов. Блок 8 обеспечивает своевременную остановку сеанса имитационного моделирования.

Результаты, полученные в ходе моделирования, представляют собой графики распределения приземной концентрации вредных веществ в атмосфере по оси факела выброса на различных расстояниях от источника выброса. В качестве источника выброса принимался точечный источник высотой 50 метров с температурой выброса газовой смеси равной 110 °С. Пример одного из полученных графиков приведён на рис. 2. Рисунок демонстрирует различные варианты распределения концентраций четырёх газообразных ингредиентов дымовых газов процесса мусоросжигания в зависимости от состава сжигаемых бытовых отходов: (1) – это состав ТБО, используемый в расчётах муниципальными службами[4], (2) - состав ТБО, прогнозируемый на период ближайшего десятилетия. Он характеризуется значительным приростом количества пластика (с 3-4 до 8-10%) при общем падении количества пищевых отходов (с 40 до 20-25%).

Таким образом, существует возможность прогнозирования изменений в составе газовых выбросов мусоросжигающих заводов, а также в характере распределения концентраций загрязняющих веществ при их рассеивании в атмосферном воздухе, связанных с изменениями качественного и количественного состава бытовых отходов.

Помимо графиков распределения каждый отдельный сеанс имитационного моделирования являлся источником статистической информации, обработка которой позволяла в дальнейшем внести определённые коррективы в полученную модель.

Проведённая работа позволила авторам сделать следующие выводы:

- 1) Созданная имитационная модель позволяет с достаточно высоким уровнем достоверной вероятности производить моделирование процессов образования и рассеивания газов мусоросжигания.

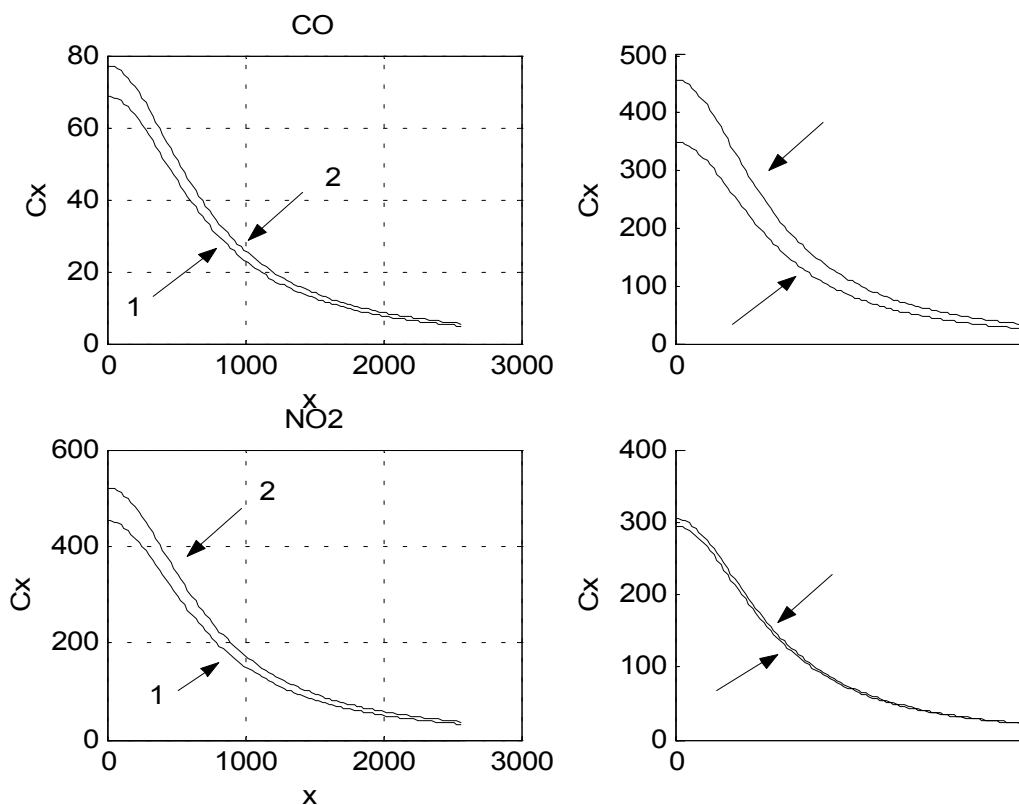


Рис. 2 - Динамика изменения рассеивания ингредиентов газовых смесей процесса мусоросжигания в зависимости от состава ТБО

2) Созданная имитационная модель достаточно универсальна и может подвергаться постоянным усовершенствованиям за счёт включения в неё дополнительных блоков и подсистем, учитывающих изменение условий моделирования.

3) Проведенные модельные эксперименты позволяют спрогнозировать увеличение нагрузки на окружающую природную среду в связи с прогнозируемыми изменениями состава твёрдых бытовых отходов.

Литература

1. Вавилин В.А., Гусев Е. М. Имитационная модель биodeградации твёрдых отходов на свалке // Тезисы докладов международной конференции "Waste-Tech" – М.: Сибико, 2003. – С.257-258.
2. Дьяконов В., Круглов В. Математические пакеты расширения Matlab. Специальный справочник – СПб.: Питер, 2000. – С. 155-157.
3. Пурим В.Р. Бытовые отходы. – М.: Энергоатомиздат, 2002. – С. 75-79.
4. Беньямовский Д.Н. Термические методы обезвреживания твёрдых бытовых отходов – М.: Стройиздат, 1979. – С. 15-35.
5. ОНД-86. Методика расчёта концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – С. 12-41.

Поступила в редакцию 13.05.04

ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ФИЛЬТРАТА ПОЛИГОНОВ ЗАХОРОНЕНИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Н.Е. Николайкина, Н.И. Миташова, А.М. Гонопольский,
М.И. Серебряная
МГУИЭ, ФГУП ЦНИИбыт; ГУП «ЭКОТЕХПРОМ»
г. Москва, Россия

*Рассматривается замкнутая технология очистки
фильтрата полигона захоронения твердых бытовых отходов*

Складирование твердых бытовых отходов (ТБО) на полигонах представляет собой наиболее распространенный, простой и дешевый метод обращения с отходами, однако, несмотря на проведение технических мероприятий препятствующих загрязнению атмосферного воздуха, почвы, гидросферы в настоящее время полигоны остаются экологически опасными предприятиями.

Так, в результате протекания в теле полигона процессов анаэробного разложения ТБО, проникновения внутрь тела полигона атмосферных осадков образуется фильтрат, представляющий собой коричнево-бурую жидкость, имеющую смешанный запах ароматических углеводородов, аммиака, гнилостных соединений и др. Состав и количество фильтрата зависит от состава ТБО, а он в свою очередь от рациона питания населения и наличия бытовых услуг, климатической зоны и сезона года и др. [1]. Для крупного полигона московского региона в среднем количество фильтрата составляет от 300 до 800 куб.м/сут.

Усредненные показатели фильтрата Подмосковных полигонов ТБО «Дмитровский», «Хметьево», «Тимохово» приведены в табл. 1. Высокая токсичность фильтрата делает необходимым создания для его обезвреживания очистных сооружений. Процесс очистки значительно осложняется тем, что первоначальный состав фильтрата не стабилен и претерпевает значительные изменения при хранении в прудах-накопителях.

Под воздействием анаэробных микроорганизмов в теле полигона протекают процессы денитрификации, в результате которых образуются соединения, содержащие восстановленный азот, производные аммиака и аминов. Эти соединения, как правило, являются поверхностно-активными веществами и, кроме того,

обладают высокой хемисорбирующей способностью, связывая тяжелые металлы с переменной валентностью в комплексы.

Таблица 1

Усреднение показатели состава фильтрата

Наименование показателя	Концентрация, мг/л		
	ПДК Культ./быт	Фильтрат (в период образования)	Фильтрат (при хранении)
Реакция среды (рН)	6,5 - 8,5	6 - 7	7 - 8,3
БПК ₅	6,0 (БПК пол)	15000	200
ХПК	30,0	20000	2000
Хлориды	350,0	1550- 3000	1550- 3000
Сульфаты	500,0	300 - 500	5 - 30,0
Взвешенные	0,75 к фону	130 - 600,0	130 - 600,0
Железо общее	0,3	50,0	4 - 25
Медь	0,5	0,08 - 2,0	0,08 - 2,0
Цинк	1,0	0,6 - 1	0,3 - 0,5
Марганец	0,1	0,8 - 1,2	0,8 - 1,2
Никель	0,1	0,2 - 0,4	0,2 - 0,4
Фосфаты (Р)	3,5	8,5 - 15	8,5 - 15
Азот аммонийных солей	1,0	100 - 1200	100 - 1200
Азот нитратов	10,2	70 - 500	70 - 500
Хром	0,5	0,11 - 0,5	0,11 - 0,5
Нефтепродукты	0,3	0,7 - 1,0	

Такие комплексы стабильны и не разрушаются, например биологическими методами. Приведенные выше характеристики свидетельствуют о специфическом составе фильтрата и содержании в нем большого количества тяжелых металлов и других загрязнений. Такие показатели фильтрата, как БПК₅ (превышает 1000 мг О₂/л) и ХПК (превышает 5000 мг О₂/л) свидетельствует о значительном содержании органических соединений, что практически исключает возможность сброса неочищенного фильтрата на рельеф или в водоемы рыбохозяйственного назначения. Общая токсичность фильтрата, определенная методом биотестирования с использованием клеточного тест-объекта, превышает нормативную в тысячи раз. На

порядок выше норм сброса содержание тяжелых металлов: кадмия, цинка, свинца, марганца, хрома, мышьяка и ряда других металлов.

В настоящее время ни одна из технологий очистки фильтрата в России опытно-промышленно не апробирована и не реализована. Одной из причин такого положения является сложность и дороговизна технологий.

Авторы предлагают рассматривать полигон как предприятие с водооборотной системой, не имеющей в штатном режиме работы сброса воды в природные водоемы. Образовавшаяся в процессе очистки фильтрата вода частично испаряется в пруду-испарителе, а частично используется для орошения полигона с целью испарения, предотвращения пыления и возгорания. Принципиальная технологическая схема очистки фильтрата представлена на рис. 1.

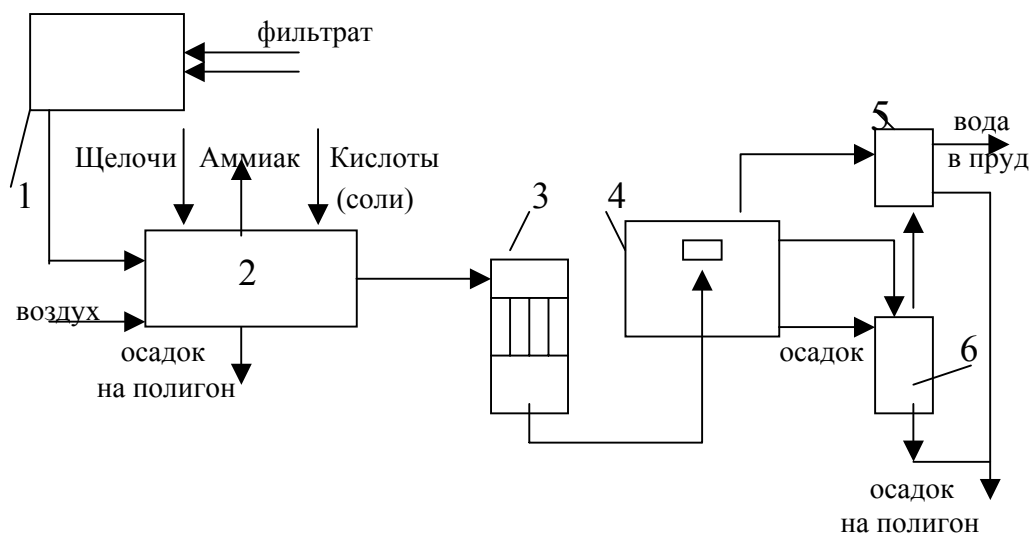


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема очистки фильтрата полигона

1 - усреднитель; 2 – реактор-осадитель; 3 – фильтр; 4 – электролизер; 5,6 – отстойник

Фильтрат собирается в усреднителе 1 и затем поступает на очистку в реактор-осадитель 2. При барботаже воздуха через фильтрат происходит окисление двухвалентного железа в трехвалентное. Хлопья гидроксида железа способствуют затем ускорению процесса осаждения тонкодисперстных частиц. Подщелачивание раствора позволяет удалить из него марганец. При доведении рН фильтрата до

10-11 аммонийный азот переходит в форму NH_3 и отдувается из раствора. Одновременно происходит дезинфекция раствора. После выделения осадка фильтрат нейтрализуется (рН 7-8), проходит фильтр 3 и поступает в электролизер-отстойник 4, где происходит очистка от соединений хлора, тяжелых металлов, нефтепродуктов. Образовавшиеся в отстойниках 5 и 6 вода после уплотнения осадка и отстоя пены удаляется в пруд-испаритель, а осадок из этих аппаратов и реактора 2 – на захоронение на полигон. В качестве реагентов в технологии могут быть использованы некоторые виды промышленных отходов.

Аппаратурное оформление такой технологии не требует использования оригинальных конструкций аппаратов: емкостные конструкции, выполненные из железобетона, и насыпные фильтры традиционно эксплуатируются на сооружениях очистки стоков, а электролизеры (электрокоагуляторы) широко применяются в системах доочистки стоков, например, на предприятиях химического и нефтехимического комплексов [2], в системах извлечения металлов из стоков цехов нанесения гальванопокрытий.

Упрощение технологии обезвреживания фильтрата и ее аппаратурного оформления делает более реальным внедрение систем очистки стоков полигонов, а следовательно повышает степень их безопасности для окружающей среды.

Литература

1. Систер В.Г., Мирный А.Н., Скворцов Л.С. и др. Твердые бытовые отходы.- М., АКХ им. К.Д. Памфилова, 2001.- 320 с.
2. Родионов А.И., Клушин В.Н., Систер В.Г. Технологические процессы экологической безопасности. – Калуга, изд. Н. Бочкаревой, 2000. – 800 с.

Поступила в редакцию 13.05.04

ПРОМИСЛОВІ ВІДХОДИ В ГІРНИЧІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

Лембак М., Вацлавик В., Мороз Е.О., Кравченко А.В.,
ВШБ-Технічний університет, Острава, Чехія
ДонНТУ, Донецьк, Україна

У статті представлені напрями промислової переробки відходів, експериментальні результати і практичний досвід закладки матеріалу в підземних шахт і використання в шахтах.

1. Введення

Добування чорного вугілля в остравському регіоні Чехії має більше ніж 200-річну традицію. Результатом того є розсагли антропогенні зміни країни в інтенсивно урбанізованому (забудованому) середовищі. До сьогодні характерним проявом в морфології країни є значні площі озер з вугільним шламом, з флотаційними відходами, терикони з вугільними відходами. Але вже довгий час відходи від добування кам'яного вугілля використовуються для зарівнювання котлованів на підроблених територіях, для рекультивації території, попіл та золи з електростанцій використовуються для наповнення використаних прохідок з ціллю зниження деформаційних проявів підроблених територій.

2. Способи використання відходів в шахтах

Використання деяких промислових відходів в гірничій діяльності з технологічного погляду в багатьох випадках на шахтах вже заведено. Досить часто там використовується попіл (зола виносу) з електростанцій для укладки до вирубаних просторів, або для асаначних праць в шахтах. Під поняттям «асаначні праці» розуміється комплекс технологічних операцій, спрямованих, головним чином, на протипожежну превенцію чи на ліквідацію виниклих, або вже розвинутих пожеж. В широкій мірі для цих цілей використовується т.зв. вогньовздорна перемичка, реалізована методом наплави суспензії попелу з електростанцій. В остравському регіоні для цих цілей використовується більш ніж 100 тис. т попелу. Крім цього, там, де виникає небезпека вибуху, також реалізують вибуховздорні перемички на базі цього попелу.

В гірничій діяльності використовується енергетичний гіпс, який виникає під час очистки газів з електростанцій від сірки мокрим процесом, а потім випалюванням цих відходів в ротаційних круглих печах. Цей кінцевий матеріал має в багатьох випадках кращі фізико-механічні властивості, ніж звичайний гіпс. В гірництві цей матеріал використовується, як гіпсоцементова суміш для реалізації поділяючих шарів, тощо.

До асаначної праці в шахтах відноситься і реалізація ізоляційних манжет гірничих споруд, наприклад, для затримання напору вітру або для захисту від пожежі несучих металевих конструкцій (арматури) в шахтах.

Ізоляційні манжети гірничих споруд можна реалізувати декількома способами:

- асаначійним покриттям (торкретуванням) спеціальними матеріалами. При цьому асаначійна манжета реалізується торкретуванням спеціальної суміші матеріалів на зовнішню поверхню споруди в товщині 30-50 мм. Раніше для цих цілей в остравському регіоні використовувалась суміш типу ЦЕТОС, ТЕРАТОС або інший матеріал, але ці суміші були досить коштовні, тому в останній час використовуються суміші на базі промислових відходів типу енергетичного попелу тощо;

- заповнюванням простору за кріпленням з можливістю її асаначійного покриття. Найчастіше для цих цілей реалізуються попелові ізоляційні манжети по периметру проходки, а останні простори заповнюються попеловою суспензією, але при цьому, насамперед, потрібно реалізувати опалубку з спеціальної фолії чи полотняного матеріалу.

Наприклад, на шахті «Франтішек» була реалізована ізоляційна манжета технологією торкретування, де було використано суміш, яка складалася з 5 часток попелу і 14 часток піску, а також 15% цементу (вагових), 7% вапняного гідрату (вагових). Приготовлена суспензія наносилася в 3-4 шари на шахтовий кріп і кріплення проходки, причому на кріплення шахти прикріплюється сітка «Рабіца». Після затвердіння суспензії виникла оболонка, яка замінювала опалубку, а вільні простори заповнювалися попелом.

На шахті «Фучік» був розроблений спосіб використання гіпсу при виробі оболонки товщиною 30-50 мм торкретуванням, а вільні простори заповнювалися суспензією, яка до поїзного контейнеру транспортувалася з поверхні по трубах. До цього контейнеру, який мав і мішалку, потім додавався цемент у відношенні 1:10-1:15. Приведені і деякі інші суміші та технології дуже добре зарекомендували себе на шахтах остравського регіону.

Окрім ізоляційних манжет на шахтах цього регіону були реалізовані забойні та охоронні ребра уздовж проходки, ціллю яких було обмеження небезпеки виникнення завалу, зниження газовиділення, вітрових протягів, стабілізація тиску «проходка-штрек», підвищення стабільності проходки і штреку, і тим створити умови для подальшого їх використання при добуванні.

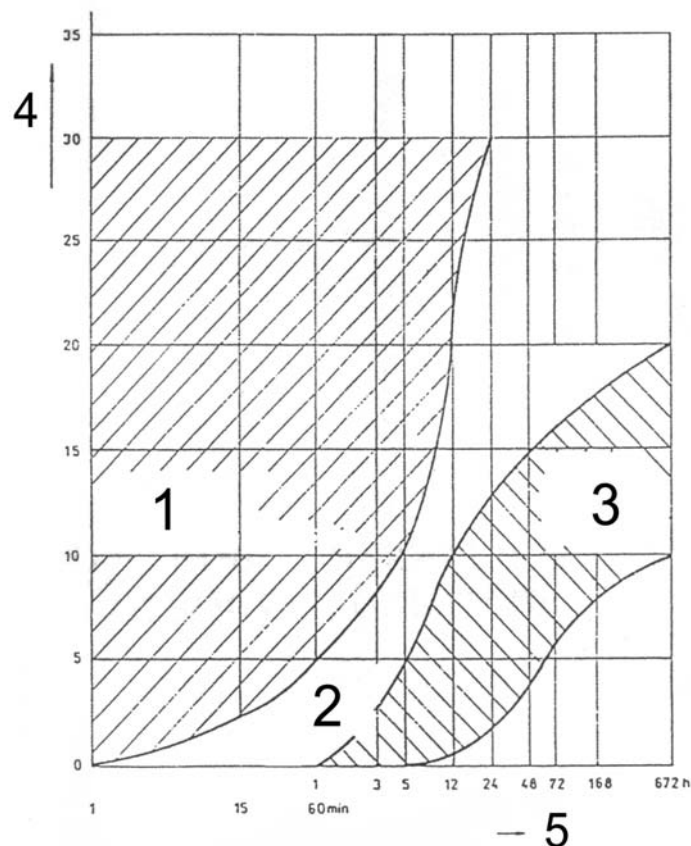
В більшості, в наших умовах, такі ребра реалізувалися з пустої породи, котра будувалася ручним способом, але ця технологія була трудомісткою, тому ребра були висотою до 1,0 м. Для охорони проходки найчастіше використовуються дерев'яні перегородки, які заповнюються пустою породою або іншим матеріалом з відходів промисловості. Але на практиці найбільше використовуються монолітні ребра з матеріалу що швидко твердіє.

Такі матеріали (суспензії) були пневматичним чи іншим механічним способом транспортовані до вільного простору, обмеженого опалубкою, в текучому (кашоподібному) стані, а за допомогою домішок, які додаються до суміші прямо у виток суспензії, добиваються їх швидкого твердіння.

Реалізація монолітних охоронних ребер в значній мірі поширилася в кам'яновугільних шахтах Німеччини та Англії. Такі ребра властиві для швидкісної технології добування вугілля. В цих державах ширина охоронного ребра була встановлена у 0,7 товщини шару вугілля.

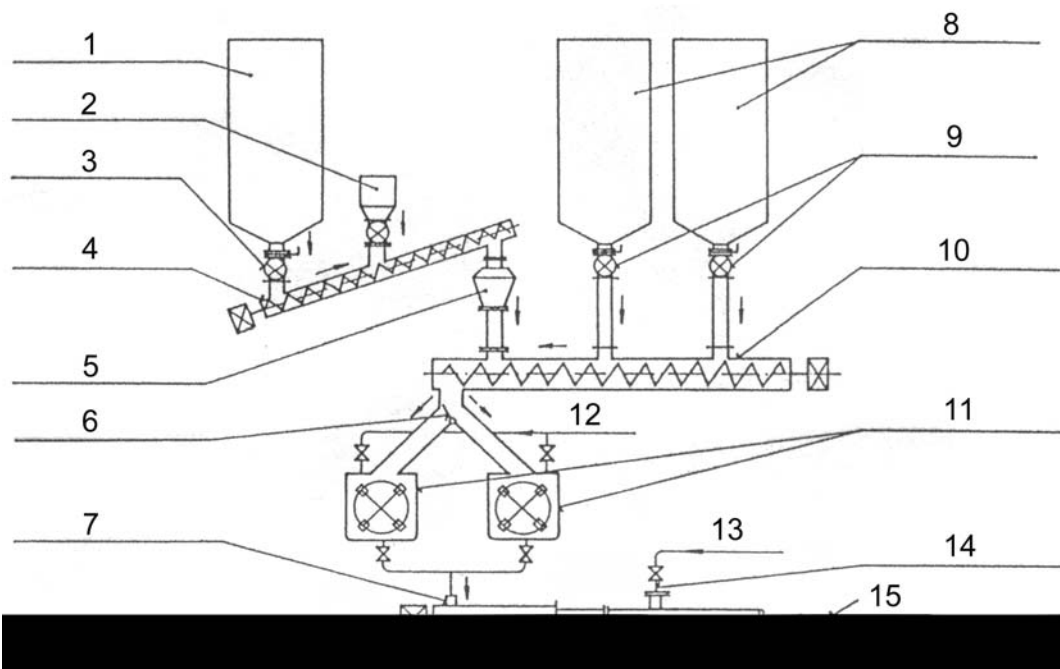
В тих випадках, коли від напленої суспензії не вимагається швидкий ріст її міцності, тобто, коли видобуток є на рівні 4 т/день, найчастіше застосовуються суспензії, які твердіють повільніше, і у склад яких включають енергетичний попіл (рис. 1). Експериментальну суміш на базі енергетичного попелу було випробувано в Дослідному інституті в рамках співпраці з шахтами острівського регіону [1,2,3]. Суміш вироблялася на поверхні у спеціальному обладнанні (рис. 2).

В Дослідному інституті в Остраві [1,2,3] були вироблені та експериментально перевірені суспензії, які можуть транспортуватися трубами у шахтах на великі відстані. Склад суміші представлено в табл. 1.



1 – спеціальна суміш на торкретування (з швидким ростом міцності);
 2 – спеціальна суміш для торкретування і закладання (з пізнішим ростом міцності);
 3 – суміш для закладки з попелу та цементу (з значно пізнішим ростом міцності);
 4 – міцність [МПа];
 5 – час твердіння.

Рисунок 1 – Міцність матеріалу в залежності від часу твердіння.



1 – бункер с цементом; 2 – дозатор пластифікатору; 3 – роторний дозатор; 4 – шнековий транспортер; 5 – дозатор цементу; 6 – клапан розподілу; 7 – веретенний насос; 8 – бункер с попелом; 9 – роторний дозатор; 10 – шнековий транспортер; 11 – мішалка суспензії; 12 – привід води; 13 – привід повітря; 14 – наплавна трубка; 15 - ??????????

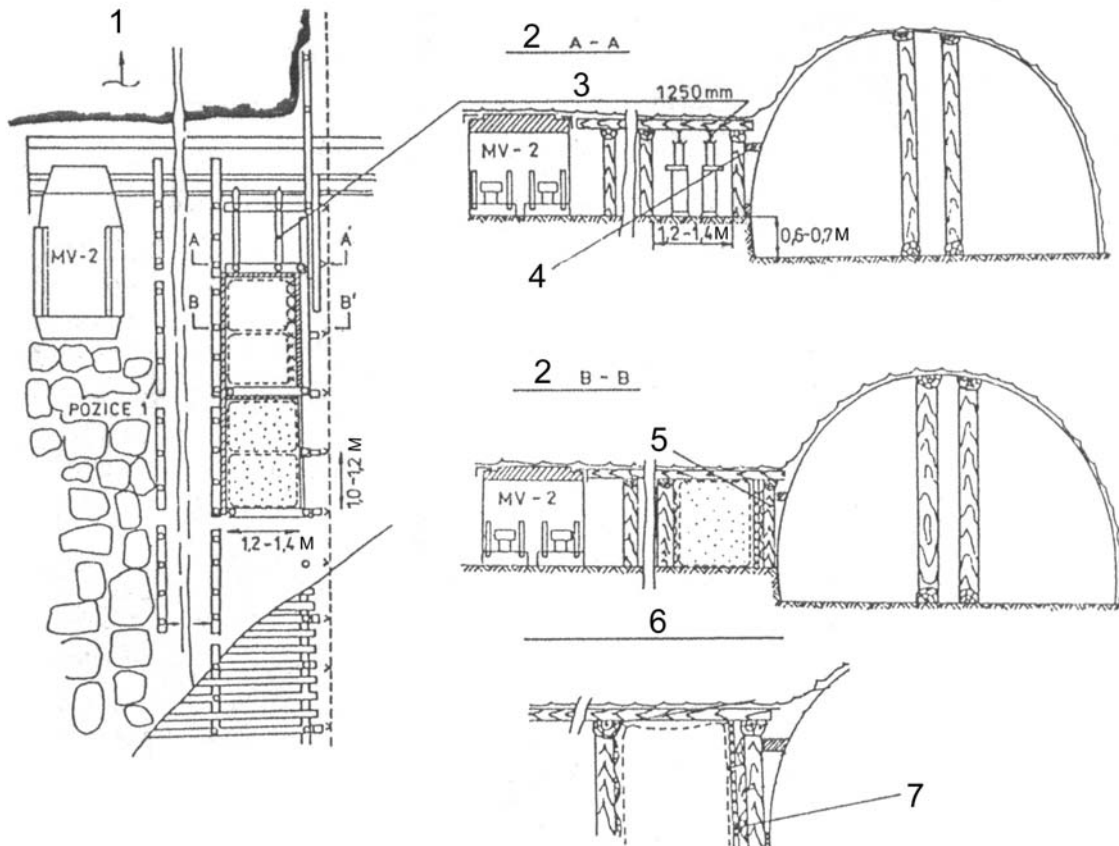
Рисунок 2 – Схема виготовлення попело-цементової суміші.

Таблиця 1. – Склад суспензії та її технічні параметри

Матеріали, параметри суспензії	Суспензія		
	попелова	попелово-цементова	попіл + цемент + прискорювач твердіння
	кг/м ³		
Попіл	1350	1187	1139
Цемент	-	179	142
Вода	370	393	388
Прискорювач «Тестудікс А»	-	-	8,5 л
Прискорювач «Тестудікс В»	-	-	8,6 л
Пласт. певність, кПа	70	120	-
Об'ємна вага, кг/м ³	1720	1775	1729
По згустнуті, кг/м ³	1350	1366	1281
Певність:			
по 24 год, МПа	-	-	1,15
по 3 днях, МПа	0,37	2,03	2,33
по 7 днях, МПа	0,46	5,25	3,86
Затвердіння	-	6 год 40 хв	1 год 50 хв

З приведеної таблиці 1 видно, що попелово-цементова суспензія з доданим до суміші прискорювача твердіння «Тестудікс А, В» відповідає всім критеріям про будівництво охоронних ребер в шахтах.

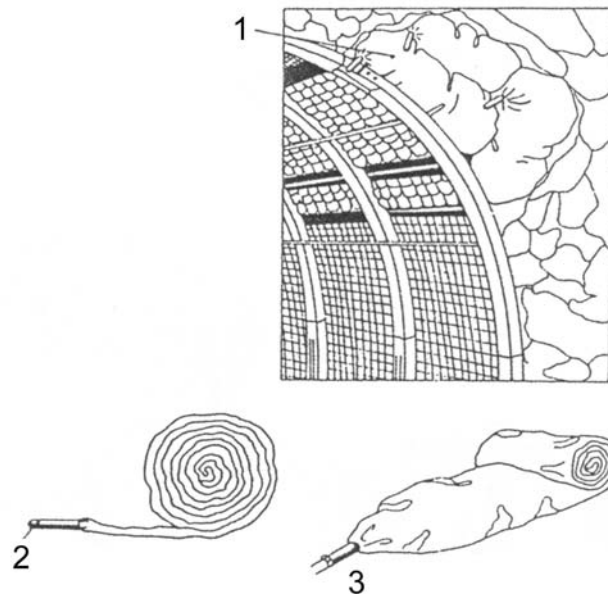
Суспензії на базі попелу можуть використовуватися і при наповненні вирубаних і експлуатованих просторів шахти за допомогою вивертів, реалізованих з поверхні.



1 – напрямок посуну проходки; 2 – переріз ; 3 – металева балка довжиною 1250 мм; 4 – заклинення стійки; 5 – дерев'яні стійки – $\varnothing 18-22$ см; 6 – деталь будівництва ребра ; 7 – арматура проходки.

Рисунок 3 – Схема технології будівництва та заповни ребра.

Досить цікавою, на наш погляд, є технологія закладки за несучу арматуру проходки спеціальних мішків, які наповнюються суспензією під тиском (рис. 4). Ця технологія була реалізована в Англії та Німеччині. Мішки з фільтрівної тканини наповнюються суспензією на базі попелу, енергетичного гіпсу, золи, пісків зі сталеплавильних заводів, тощо. Наповнювання цих мішків, які мають кінцеві трубки для наповнювання, реалізується за допомогою насосу, наприклад, Putzmeister Pionnier USI-KK 13 в близькості від місця закладки. Готова суміш транспортується до шахти в спеціальних контейнерах або пневматичним способом по трубах. Змішування суспензії проводиться в мішалці, яка є часткою обладнання насосних агрегатів.



1 – мішки з тканини АМФЛЕКС, наповнені суміші з промислових відходів; 2 – насадка для наповнювання; 3 – розгортання мішку при наповнюванні.

Рисунок 4 – Схема виповнювання проходки за арматурою за допомогою мішків з тканини:

3. Висновок

Покращення екологічних, економічних умов та підвищення безпеки праці на шахтах, а також потрібність охорони навколишнього середовища вимагає від підприємців, власників шахт в більшій мірі використовувати промислові відходи при добуванні вугілля і високо кваліфіковано підходити до рішення цієї важливої проблеми.

Від закладання промислових відходів до шахт можемо очікувати суспільні вигоди, зв'язані зі зниженням затрат вугільного підприємства, максимальним включенням необхідності залишати охоронні вугільні шари, значним підвищенням безпеки праці в шахтах, позитивним впливом дії гірських стисків, поліпшенням провітрювання, зниженням енергетичних затрат та матеріальних заощаджень при добуванні вугілля, вирішенням, в деякій мірі, соціально політичних питань виникненням робочих місць при зниженні видобутку.

Список літератури: 1. Lembák M. Fyzikálně technologické požadavky a receptury pro využití a likvidaci průmyslových odpadů v dole. Zprava ke studii „Zakládání a ukládání materiálů v dole včetně dopravy“, Ostrava, - 1989. S.157. 2. Lembák M. Problematika racionálního využití průmyslového odpadu ve stavebnictví a při zakládání do podzemních důlních děl. Monografie I, VSB-TU Ostrava, S.181. 3. Lembák M., Václavík V. Využití průmyslových odpadů v hornické činnosti // Sborník IV Konferencia s mezinárodní účastí „Particulární látky vo véde, priemysle a v životnom prostredí“ – 2003. – Košice, Slovensko.

Поступила в редакцію 13.05.04

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ СБОРА, ТРАНСПОРТИРОВКИ И ДАЛЬНЕЙШЕЙ УТИЛИЗАЦИИ ИЛИ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ МАЛОТОННАЖНЫХ И ТОКСИЧНЫХ ОТХОДОВ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ МЕГАПОЛИСАХ

Н.Ю.Белогуров, В.В.Филин, Ю.Н.Белогуров
Региональный центр обращения с опасными отходами
Донецкого филиала ГИПК Минэкоресурсов Украины
Донецкий национальный технический университет

Выделены категории отходов, представляющие интерес как вторичное сырье, освещены проблемы отдельного сбора отходов с целью дальнейшей утилизации или обезвреживания. Предложены варианты комплексного управления отходами, заключающиеся в организации промежуточного звена между предприятиями-образователями и предприятиями-утилизаторами отходов.

Экологическая и экономическая целесообразность повторного использования ценных компонентов промышленных и бытовых отходов в качестве вторичного сырья доказана многолетней практикой обращения с отходами в Японии, Германии, США, Голландии, Франции, Канаде и других странах мира. В сырьевом балансе Японии и США доля отходов составляет около 26%, в экономически развитых странах Европы 16-20%. В СССР этот показатель благодаря функционированию предприятий по заготовке (сбору), транспортировке и переработке отходов как вторичного сырья в системе Госнаба СССР составлял 15%. В 1991 году в результате постигших страну реформ система управления вторичными материальными ресурсами как таковая была разрушена.

В настоящее время номенклатура отходов, используемых в качестве вторичного сырья, представлена в основном многотоннажными видами отходов - ломом и стружкой черных и цветных металлов, исключение – макулатура и некоторые виды полимерных отходов.

В Донецкой области система сбора, транспортировки и утилизации (или обезвреживания) отдельных видов малотоннажных промышленных и бытовых отходов представляющих интерес как вторичное сырье практически отсутствует.

К примеру, особенно плохо обстоит работа по сбору и передаче на утилизацию либо переработку отходов на малых и средних государственных и частных предприятиях индустриального мегаполиса. К таким предприятиям относятся небольшие производственные предприятия, хозяйственные учреждения, магазины, культурно-

развлекательные заведения, предприятия общественного питания, гостиницы, научно-образовательные учреждения. Отходы, образующиеся на этих предприятиях, включают в себя макулатуру (газеты, офисная бумага, глянецовые журналы, картон и т.п.); полимерные виды отходов (ПЭТ-бутылки, тара для моющих средств, ГСМ, кисломолочных продуктов, упаковка, пакеты, одноразовая посуда предприятий быстрого питания); отработанные люминисцентные лампы; стеклотара, отработанные автошины, отработанные аккумуляторы. Объемы образования отходов в пределах одного из этих предприятий незначительны, но количество таких предприятий в индустриальном мегаполисе существенно. Как следствие, на свалки и полигоны ТБО помимо бытовых отходов несанкционированно вывозятся значительные объемы отходов первого и второго классов опасности, которые можно использовать в качестве вторичного сырья.

Таким образом, рынок вторичного сырья очевиден, но нет целенаправленной работы по сбору и повторному использованию отходов, представляющих интерес как вторичное сырье.

У большей части предприятий-образователей отходов нет стимула в сборе и дальнейшей передаче отходов. А те предприятия-образователи отходов, которые принимают попытки по сбору и дальнейшей передаче ликвидных отходов сталкиваются с рядом вопросов.

Кому передавать те или иные виды отходов? Условия приема тех или иных видов отходов? Существуют ли предприятия, принимающие те или иные виды отходов? В то же время в области работает ряд специализированных предприятий-утилизаторов, которые принимают отходы, как правило, одной группы (такие как: отработанные автопокрышки, макулатура, лампы ртутьсодержащие люминисцентные, бой стекла, отработанные аккумуляторы).

Как транспортировать отходы? Очень часто, и предприятия-образователи отходов и предприятия-утилизаторы отходов не имеют специализированного автотранспортного парка для транспортировки той или иной группы отходов. Это в свою очередь влечет за собой потери отходов при их транспортировке неспециализированным транспортом, загрязнение прилегающей к автомагистралям и железным дорогам территории опасными и токсичными отходами, создает проблему перемещения отходов как таковую.

Целесообразно ли экономически транспортировать отходы на дальние расстояния из-за отсутствия специализированных предприятий поблизости? Зачастую предприятия-утилизаторы отходов находятся на значительном удалении от предприятий-образователей отходов, что в свою очередь делает транспортировку отходов дорогим и нерентабельным процессом.

Таким образом, многие виды ликвидных малотоннажных (в пределах одного предприятия) отходов не находят дальнейшего применения в виду следующих причин:

- не заинтересованность предприятий-образователей отходов в сборе и дальнейшей передаче ликвидных видов отходов.
- значительная удаленность предприятий-образователей отходов от предприятий – утилизаторов (либо переработчиков) отходов;
- отсутствия предприятий – утилизаторов (либо переработчиков) отходов на территории Донецкой области;
- отсутствие специализированного автотранспортного парка для транспортировки той или иной группы отходов;
- отсутствие информации о реквизитах предприятий–утилизаторов (либо переработчиков), принимающих те или иные виды отходов, условий приема;
- отсутствие у предприятий–утилизаторов (либо переработчиков) необходимых разрешительных документов на осуществление тех или иных операций с отходами.

И, как следствие, вышеперечисленные причины влекут за собой нерациональное использование вторичных ресурсов, оплату предприятиями сверхлимитных платежей, повышение себестоимости продукции.

Одним из вариантов разрешения данной проблемы является организация коммерческих предприятий сборщиков – накопителей различных видов вторичного сырья (ликвидных видов отходов). А именно, создание (восстановление) звена между промышленными и коммунальными предприятиями-образователями ликвидных видов отходов и специализированными предприятиями-утилизаторами (переработчиками) отходов. Это звено (рисунок 1) позволит организовать комплексное управление отходами и существенно сократит общий объем образующихся отходов за счет их вторичного использования, вследствие организации сети филиалов в пределах индустриального мегаполиса, осуществляющих планомерную и целенаправленную деятельность в данном направлении.

В состав предприятий сборщиков-накопителей отходов должен входить спецавтотранспорт для транспортировки отходов; площадки накопители (соответствующие требованиям СЭС) с сегментами для раздельного складирования отходов по группам, классам опасности, агрегатному состоянию; группа специалистов в области охраны окружающей природной среды и санитарно-эпидемиологического контроля; отдел рекламы и маркетинга, обеспечивающий работу с предприятиями-образователями и предприятиями-утилизаторами; планово-экономический отдел, обеспечивающий взвешенную экономическую политику в вопросах приема и дальнейшей передачи

отходов; производственный отдел, обеспечивающий работу по приему и отгрузке отходов. Высокие экономические показатели предприятий сборщиков-накопителей отходов могут быть достигнуты при небольшой численности работающих и высокой квалификации каждого работающего на предприятии.

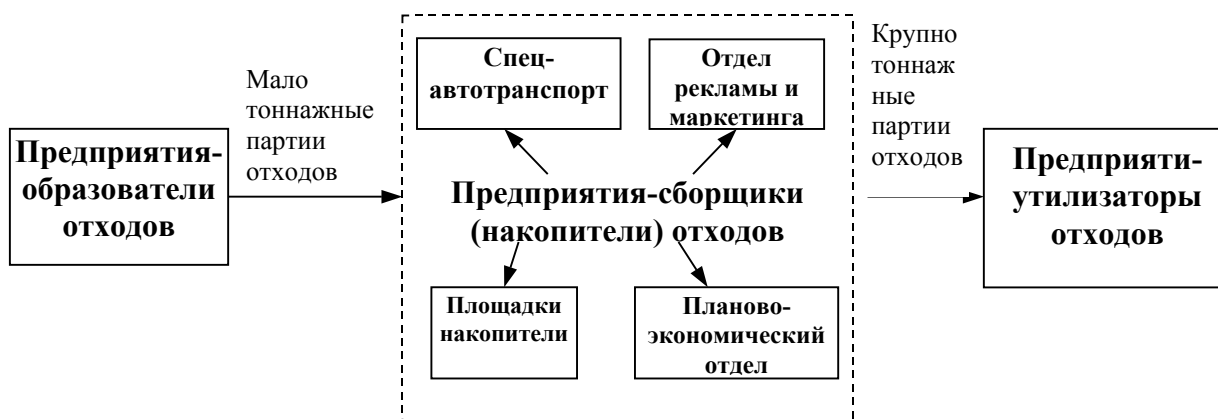


Рисунок 1 – Схема организации комплексного управления отходами

Таким образом, организация коммерческих предприятий сборщиков – накопителей различных видов вторичного сырья (ликвидных видов отходов) позволит разрешить проблему сбора, транспортировки и дальнейшей утилизации или обезвреживания малотоннажных и токсичных отходов индустриальных мегаполисов.

Библиографические ссылки

1. Постанова КМУ № 915 від 26 липня 2001 р. «Про впровадження системи збирання, сортування, транспортування, переробки та утилізації відходів як вторинної сировини».
2. Закон України «Про відходи» від 05.03.1998 р. №187/98-ВР.
3. Белогуров Н.Ю., Белогуров Ю.Н., Маслиевич С.Л. «Принципы создания мониторинга образования и движения отходов в Донецкой области». Збірник доповідей II міжнародної наукової конференції аспірантів та студентів «Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів», Том 1–Донецьк, ДонНТУ, ДонНУ, 2003 р., стр. 98-99.

Поступила в редакцию 13.05.04

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПИРОЛИЗА

О.В. Стародубцева

Донецкий национальный технический университет

На основе критического анализа решения проблемы обезвреживания твердых бытовых отходов (ТБО) и практического опыта предложен способ термохимического процесса разложения органической части отходов без доступа воздуха в виде высокотемпературного пиролиза.

В 70-е годы кризис отходов (“кризис свалок”) послужил толчком для развития в мировой практике альтернативных (так называемых) активных методов обезвреживания ТБО, т.е. переходу от полигонного захоронения отходов к их промышленной обработке. Наиболее радикальным и эффективным способом промышленной переработки отходов в большинстве стран был признан термический метод, осуществляемый в условиях мусоросжигательных заводов (МСЗ). “Законодателями моды” на такие заводы явились США. Они построили сотни МСЗ, поставив тем самым на поток процесс массового мусоросжигания. Вслед за США этот путь избрали многие страны Западной Европы, а также Япония. Один из МСЗ располагается, например, в самом центре Вены.

На перечисленных заводах в основном используется технология прямого (пламенного) сжигания ТБО. Она постоянно совершенствовалась. В 30-е годы были разработаны печи для непрерывного слоевого сжигания ТБО, осуществляемого на валковой или переталкивающей колосниковой решетке, установленной в нижней части печи. В начале 80-х годов стали появляться котлоагрегаты с топками с псевдоожиженным слоем (система “твердое-газ”), а в конце 80-х – печи с циркулирующим кипящим слоем, в большей степени отвечающие экологическим требованиям, но требующие обязательной подготовки отходов к сжиганию. Однако, как показал опыт эксплуатации таких установок, использование термического метода сопряжено с рядом экологических и экономических проблем.

Экологические проблемы связаны с образованием при термической переработке отходов на существующих установках ряда токсических органических и неорганических соединений и, прежде всего, диоксинов и фуранов, а также с образованием значительного количества твердых вторичных отходов (до 25% по массе), экологически вредных и требующих специальной переработки. Обусловлено это, прежде всего, низкотемпературными процессами переработки отходов.

Экономические проблемы обусловлены высокими энергозатратами, связанными с неэффективными системами утилизации тепла и затратами на дальнейшее обезвреживание шлаков, необходимостью установки дорогостоящего оборудования для обезвреживания выбросов в атмосферу. Вследствие этого распространенные во всем мире установки первого поколения термического сжигания ТБО при температурах 850 – 1000 °С (слоевое сжигание или сжигание в кипящем слое) проигрывают по удельным экономическим показателям по сравнению с другими промышленными способами переработки.

По происшествии трех десятилетий процесс термопереработки ТБО на МСЗ стали называть “помойницей в небе”. ООН рекомендовано запретить массовое мусоросжигание, в странах ЕС приняты решения прекратить с 2001г. строительство новых МСЗ, а с 2005 остановить действующие. Таким образом, “кризис свалок” сменился “кризисом МСЗ”. Основной проблемой термических установок является защита окружающей природной среды от диоксинов.

Традиционный способ снижения выбросов вредных веществ в атмосферу путем наращивания количества ступеней газоочистки в данном случае не дает требуемого результата из-за способности диоксинов к новому синтезу и их чрезвычайной стойкости во времени, что делает критерий ПДК для диоксинов совершенно неприемлемым.

Единственный из известных способов, реально снижающих содержание диоксинов в газах, – установка в газоочистке угольных фильтров – решает проблему лишь частично.

В сложившихся условиях необходим поиск как стратегических решений обезвреживания ТБО, так и частных, направленных в том числе, на совершенствование способа термообработки отходов, повышения его экологичности и экономичности.

Стратегическая направленность решения проблемы заключается следующем. Практический опыт переработки ТБО в различных странах показывает, что не существует какого-либо одного универсального метода, удовлетворяющего современным требованиям экологии, экономики, ресурсосбережения и рынка. Этим требованиям, тенденциям развития мировой практики, рекомендациям Международного конгресса “Окружающая среда и развитие” в Рио-де-Жанейро (Бразилия, 1992г.) в наибольшей степени отвечает проектирование и строительство комбинированных мусороперерабатывающих заводов, обеспечивающих использование отходов как источников энергии и как вторичного сырья. Построение промышленной технологии именно по принципу комбинации различных методов переработки ТБО нивелирует недостатки каждого метода взятого в отдельности. Именно комплексная переработка ТБО, как системная комбинация на новой основе сортировки, термообработки, ферментации и других процессов, обеспечивает в совокупности малую

отходность производства, его максимальную экологичность и экономичность.

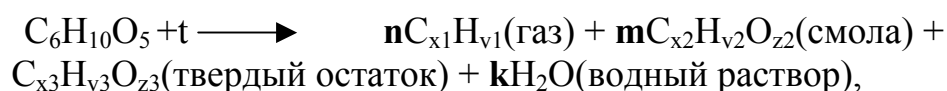
Объединяющим процессом при этом является сортировка, изменяющая качественный и количественный состав ТБО. По данным зарубежных исследований, предварительная сортировка ТБО на порядок снижает содержание вредных примесей в отходящих газах, т.е. является важнейшим первичным мероприятием по уменьшению токсичных выбросов. Она не облегчает ведение процесса термообработки в оптимальном режиме, поскольку на термообработку поступают не исходные неразделенные потоки ТБО, а их обогащенная фракция, из которой удалены токсичные компоненты, металлы, а масса обогащенной фракции становится гораздо меньше, чем исходных ТБО.

Частное решение проблемы термообработки, т.е. повышение ее, прежде всего, экологичности необходимо добиваться с помощью новых физико-химических приемов ведения этого процесса.

Одним из таких методов является способ термохимического процесса разложения органической части ТБО без доступа воздуха в специальных реакторах (пиролиз) [1]. Морфологический состав ТБО указывает, что они обычно на 90 % состоят из органических веществ.

В этой массе содержатся углерод, водород и кислород. Их соотношение в отходах приблизительно соответствует соотношению в целлюлозе $(C_6H_{10}O_5)_n$.

При термической обработке целлюлозы (при отсутствии доступа кислорода) она разлагается, образуя большое количество различных продуктов и выделяя дополнительно теплоту:



где **n**, **m**, **k** – количество газа, смолы и водного раствора соответственно.

Приведенное уравнение указывает, что пиролиз – это не просто разложение (распад) органического материала, но и синтез новых продуктов. Эти стадии процесса взаимно связаны и протекают одновременно с тем лишь различием, что каждая из них преобладает в определенном интервале температуры или времени.

Общую схему пиролиза можно представить следующим образом:

$$\text{ТБО} + Q = T + Ж + Г \pm Q_i,$$

где **Q** – подводимая теплота;

Q_i – вторичная теплота.

Образуются продукты, которые могут находить применение в народном хозяйстве:

- 1) парогазовая смесь (содержащая летучие вещества – пиролизный газ с высокой теплотой сгорания и пары смолы);
- 2) жидкие продукты (деготь, нерастворимые масла, органические соединения);
- 3) твердый углеродистый остаток – пирокарбон;
- 4) подсмольная вода.

В зависимости от температуры ведения процесса различают три вида пиролиза:

- **низкотемпературный** пиролиз, или полукоксование (450-550 °С), при котором выход жидких продуктов и твердого остатка максимален, а выход пиролизного газа с максимальной теплотой сгорания минимален;
- **среднетемпературный** пиролиз, или среднетемпературное коксование (до 800 °С), при котором выход газа увеличивается при уменьшении его теплоты сгорания, а выход жидких продуктов и коксового остатка уменьшается;
- **высокотемпературный** пиролиз, или коксование (900-1050 °С), при котором минимален выход пиролизного газа (с небольшой теплотой сгорания); обычная теплота сгорания пиролизного газа 12 – 15 МДж/м³.

Высокотемпературный пиролиз по сравнению с другими методами имеет ряд преимуществ: при нем происходит более интенсивное преобразование исходного продукта; скорость реакций возрастает с экспоненциальным увеличением температуры, в то время как тепловые потери возрастают линейно; увеличивается время теплового воздействия на отходы; происходит более полный выход летучих продуктов; сокращается количество остатка после окончания процесса.

Одной из разновидностей высокотемпературного пиролиза является пиролиз, с применением электронагрева (ВТЭП). Данные технологии утилизации ТБО предложены впервые Гордой В.И. [2]. Она обеспечивает полную ликвидацию диоксинов непосредственно в реакторе пиролиза. Особенности предложенной технологии рассмотрены в работе [3].

Литература

1. Парфенюк А.С., Матлак Е.С., Стародубцева О.В., Антонюк С.И., Топоров А.А., Балакин А.А. Актуальные вопросы комплексной термолизно-энергетической переработки

- твердых углеродистых промышленных и бытовых отходов / Журн. “Проблемы экологии” 2002, №1.- 60-65 с.
2. Патент № 35979А, Украина, на изобретение “Способ утилизации бытовых отходов”, заявлен 16.06.99г., опубликован 16.04.2001г., бюл. №3.
 3. Горда В.И. Экологические аспекты высокотемпературного пиролиза стойких органических токсинов при утилизации ТБО/ Развитие, приоритеты, реализация та перспективи процесу “Довкілля для Європи”/ Збірка доповідей науково-практичної конференції. Т.1 – Донецьк: Держуправління екології та природних ресурсів України в Донецькій області, Донецька філія ДПІК Мінекоресурсів України, 2004. – 103 – 105 с.

Поступила в редакцію 13.05.04

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ УГЛЕБОГАЩЕНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГЛИНОЗЕМА

Н.И. Беломеря, А.Ю. Шевченко
Донецкий национальный технический университет

В работе показана возможность использования отходов углеобогащения для получения глинозема (на примере отхода Чумаковской ЦОФ). Отработана технология извлечения глинозема, которая включает подготовку шихты, спекание отхода с мелом и содой, выщелачивание спека, обескремнивание алюминатного раствора, карбонизацию, фильтрование и промывку осадка гидроксида алюминия, его термическое разложение. Предложена технологическая схема производства.

Глинозем является исходным материалом для производства алюминия. Кроме этого он используется для получения электрокорунда, важнейших видов огнеупоров (муллитовых, муллитокорундовых, корундовых), технической керамики, легковесной огнеупорной керамики, для нанесения защитных покрытий на металлы, как добавка в стекольную шихту при варке различных видов стекол (электронно-лучевых телевизионных прямоугольных трубок, стекол, устойчивых к радиоактивным излучениям и нейтронам, оптических стекол, стеклянных волокон, жаропрочной посуды и др.).

Алюминий обладает высокой химической активностью и поэтому в природе встречается только в связанном состоянии в форме различных минералов и горных пород. Около 250 различных минералов содержат алюминий. Свыше 40% алюминиевых минералов представлены алюмосиликатами. Алюминиевые минералы редко встречаются в природе в чистом виде в таких количествах, чтобы образовать промышленные месторождения. Как правило, эти минералы входят в состав горной породы вместе с другими минералами. Основным сырьем для производства глинозема в настоящее время служат бокситы, содержащие от 30 до 70% Al_2O_3 (около 95% мирового производства глинозема). Однако бокситы даже одного месторождения отличаются непостоянством химико-минералогического состава, в том числе и непостоянным содержанием оксида алюминия. Крупнейшими поставщиками бокситов на мировой рынок являются Австралия, Ямайка, Гвинея, Бразилия, которые в последнее время увеличивают собственное производство глинозема и алюминия, сокращая тем самым возможные поставки сырья. В условиях, когда растущий экспорт алюминия из стран СНГ вызывает недовольство

западных конкурентов, некоторые из них предпринимают меры, направленные на сокращение производства алюминия и глинозема в странах СНГ. Поэтому наличие собственной сырьевой базы для производства глинозема становится все более актуальным. Таким сырьем в странах СНГ могут быть нефелины, алуниты, кианиты и другие материалы, в том числе и отходы производства, содержащие глинозем (золы, шлаки ТЭЦ, отходы угледобычи и углеобогащения). Использование последних для Украины, особенно для Донецкой области, является актуальным, поскольку позволяет решить проблему утилизации таких отходов и способствует улучшению экологической ситуации в регионе в целом.

В настоящее время наиболее распространенными способами получения глинозема являются [1,2]: способ Байера (для его осуществления требуются высококачественные бокситы, содержащие небольшое количество сульфидов, карбонатов, органических веществ, имеющие высокий кремнеземистый модуль) и способ спекания, сырьем для которого служат бокситы более низкого качества, нефелины, алуниты, глины, каолины, аргиллиты, сланцы, серициты и другие алюмосиликатные породы, запасы которых практически неисчерпаемы. Поэтому переработка такого сырья способом спекания на глинозем, даже несмотря на пониженное содержание оксида алюминия, вполне целесообразна и выгодна, так как побочными продуктами при этом являются сода, поташ, цемент. Имеется также комбинированный способ Байер-спекание (сочетание способов Байера и спекания в параллельном или последовательном вариантах).

В данной работе исследована возможность получения способом спекания глинозема из отходов угледобычи и углеобогащения, общее количество которых в Донецкой области составляет к настоящему времени около 500 млн. т и используется не более 10 % ежегодного прироста.

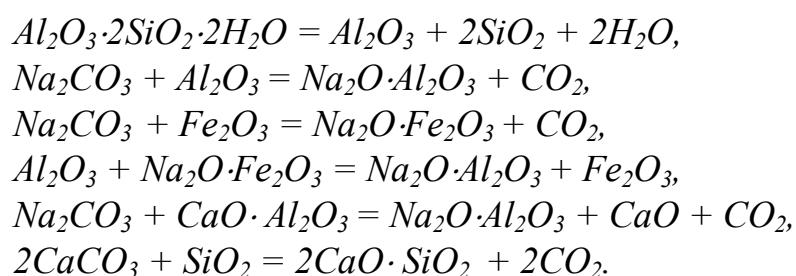
Отходы углеобогащения довольно стабильны по минеральному составу. Они представлены литологическими разновидностями: аргиллиты – 40-55 %, углистые аргиллиты – 7-25 %, алевролиты – 4-10 %, песчаник – 4-10 %. Процентное соотношение составляющих оксидов изменяется только в зависимости от содержания угля в отходах. Количество кремнезема находится в пределах 35-50%, глинозема – 20-30%, оксидов щелочных и щелочно-земельных металлов – 2-8%, оксидов железа – 2-10%. Зольность отходов – 67-86 %. Гранулометрический состав характеризуется следующим содержанием отдельных фракций (мм): 0,01-0,04 ~ 25 %, 0,04-0,12 ~ 15 %, 0,12-0,25 ~ 12 %, 0,25-0,50 ~ 15 %, 0,50-1,0 ~ 10 %, 1-3 ~ 20 %. Содержащийся в отходах углерод (3-30%) частично компенсирует расход топлива, связанный с затратами тепла на спекание шихты. Отходы угледобычи по химико-минералогическому составу близки к отходам углеобогащения, отличаясь от них более высокой зольностью и

меньшим содержанием угля. Благодаря высокой дисперсности частиц в составе отхода отсутствует необходимость его дополнительного измельчения при приготовлении шихты. Побочным продуктом получения глинозема этим способом является двухкальциевый силикат, образующийся после выщелачивания спека, который может быть использован для производства цемента.

В качестве объекта изучения взят отход углеобогащения Чумаковской ЦОФ, который имеет следующий химический состав (%): SiO_2 – 53, Al_2O_3 – 23,8, Fe_2O_3 – 12,1, CaO – 2,2, MgO – 2,2, SO_3 – 3,5, K_2O – 1,9, Na_2O – 2,2. К отходу добавляли в необходимых количествах мел для связывания кремнезема и соду для получения растворимого алюмината натрия.

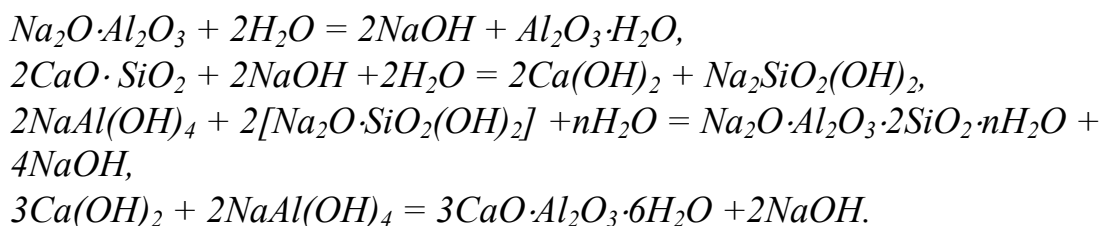
Исследования по извлечению глинозема из отхода проводили по следующей схеме. Спеканию предшествует подготовка шихты, которая сводится к выполнению следующих операций: измельчение исходного материала, дозировка компонентов шихты, смешение и корректировка шихты. Спекание шихты проводили в муфельной печи при температуре 1100°C .

Основная цель спекания шихты состоит в возможно более полном превращении оксида алюминия в растворимый алюминат натрия, а кремнезема – в малорастворимый двухкальциевый силикат. При этом происходят твердофазные реакции:

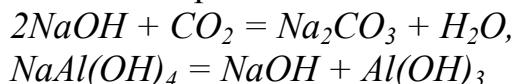


После спекания спек охлаждали и направляли на выщелачивание. Цель этого передела - перевести как можно больше оксида алюминия и оксидов натрия и калия из спека в алюминатный раствор и отмыть оставшийся красный шлам от алюминатного раствора.

Выщелачивание проводили горячим насыщенным содовым раствором. Затем проводили обескремнивание раствора в две стадии. На первой стадии создаются условия для наиболее полной кристаллизации гидроалюмосиликата натрия. Вторая стадия – стадия глубокого обескремнивания. Для более полного осаждения кремнезема из раствора использовали малую растворимость кремнийсодержащего соединения – гидрограната – в присутствии гидроксида кальция. Обескремнивание производили длительным кипячением раствора. При выщелачивании и обескремнивании протекают реакции:



Далее алюминатный раствор подвергали карбонизации для его разложения. При этом через раствор пропускали CO_2 . В процессе карбонизации щелочь нейтрализуется, а оксид алюминия выпадает в осадок в виде гидроксида алюминия.



Карбонизацию проводили при температуре $80^\circ C$ при постоянном перемешивании в течение 6-8 часов. Выпавший осадок гидроксида алюминия отфильтровывали, а затем направляли на прокаливание (кальцинацию) в муфельную печь при температуре $1200^\circ C$, в результате чего получали готовый продукт – глинозем.

Лабораторные исследования показали возможность извлечения 80-85 % оксида алюминия, содержащегося в материале. Предложена технологическая схема получения глинозема из отходов углеобогащения способом спекания, представленная на рисунке.

Библиографические ссылки:

1. Лайнер А.И. Производство глинозема/ А.И. Лайнер, Н.И. Еремин, Ю.А. Лайнер, И.З. Певзнер. – М.: Металлургия, 1978. – 344 с.
2. Позина М.Б., Балабанович Я.К. Технология глинозема и щелочей. – Л.: Изд-во Сев.-Зап. заочн. политехн. ин-та, 1979. – 77 с.

Поступила в редакцию 13.05.04

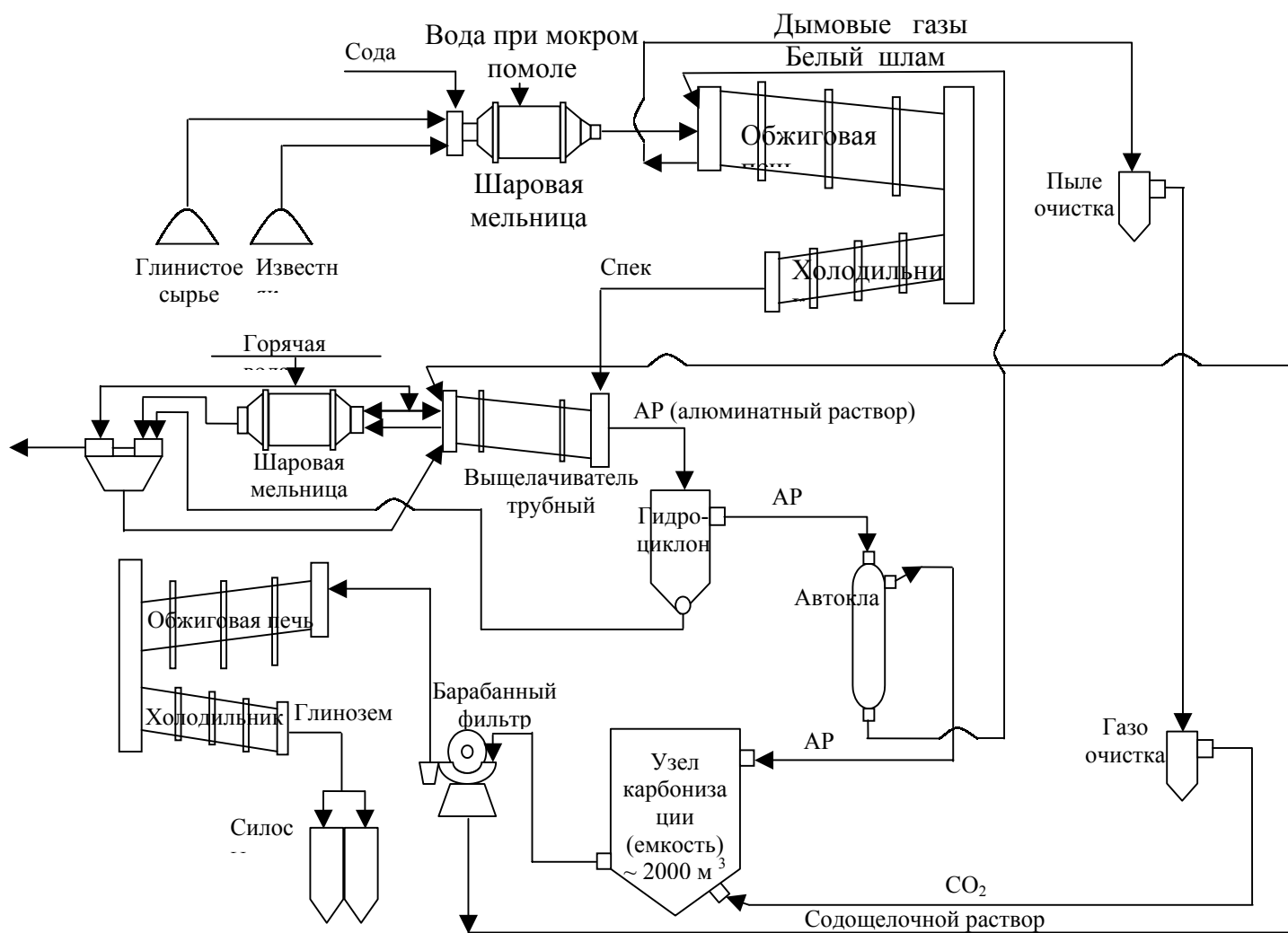


Рисунок – Технологическая схема получения глинозема из глинистого сырья (метод

НАПРАВЛЕНИЯ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА г.ДОНЕЦК

Р.В. Кишкань, Г.В. Аверин,
Исполнительный комитет Донецкого городского совета
Донецкий национальный технический университет

Проведен анализ риска возникновения опасных ситуаций в г. Донецк, связанных с загрязнением атмосферного воздуха. На примере г.Донецка формулируются возможные направления создания системы муниципального экологического мониторинга.

Сегодня наметившийся экономический рост и определенная стабилизация в экономике Украины происходит на фоне увеличения масштабов экологических проблем и возрастания уровня загрязнения окружающей среды. Проблема экологической безопасности для крупных промышленных городов Украины носит выраженный региональный характер, так как тесно связана с уровнем производственного развития того или иного региона. В этом плане г. Донецк является одним из наиболее техногенно нагруженных городов Украины. На территории города сосредоточено более 60 крупных промышленных предприятий которые относятся к объектам повышенной опасности, среди них: около 30 предприятий угольной отрасли, около 10 предприятий металлургического и коксохимического комплекса, более 20 химически опасных производств. Кроме того, в городе эксплуатируются объекты, которые хранят и транспортируют взрывоопасные и пожароопасные вещества, сосредоточено около 30 крупных гидротехнических сооружений, имеются производства, связанные с использованием радиоактивных веществ. На рис.1 показаны основные крупные объекты промышленной деятельности г. Донецк. В целом на территории г.Донецка более 40 крупных предприятий являются экологически опасными, а 30 взрывоопасными, имеется 35 объектов химической и гидродинамической опасности [1]. В зонах потенциальной экологической и техногенной опасности проживает практически все население города.

В настоящее время в плане анализа и оценки экологических и техногенных опасностей исключительная роль отводится системе экологического мониторинга. В этой области для прогнозирования развития экологически опасных ситуаций сегодня недостаточно придерживаться старой политики и практики, основанной на наблюдении, накоплении данных и составлении бюллетеней загрязнения окружающей среды. Многие проблемы в области охраны окружающей среды и

экологической безопасности стали слишком сложными и взаимосвязанными и вызывают большие издержки в экономике и обществе. В области решения задач оперативного экологического контроля требуется новая стратегия и новые методы, которые позволяют концентрировать внимание на ближайших и будущих тенденциях и первостепенных задачах. Поэтому необходима отработка методик отслеживания на региональном и городском уровне как краткосрочных, так и долгосрочных тенденций динамики экологических процессов с возможностью принятия оперативных управленческих решений.

Решение данной проблемы следует начинать с анализа загрязнения атмосферного воздуха. Динамика загрязнения атмосферного воздуха в г. Донецк свидетельствует об отсутствии эффективных методов управления техногенным загрязнением атмосферы. Статистические данные последних лет указывают на довольно стойкое повышение концентраций по основным загрязнителям атмосферного воздуха. Причем экологическая опасность этих процессов связана, в первую очередь, не с тенденциями среднего повышения уровня загрязнения атмосферы, а с устойчивой тенденцией наличия пиковых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, превышающих даже максимально разовые предельно допустимые концентрации. Такие процессы обычно характеризуются залповыми выбросами предприятий и неблагоприятными метеорологическими условиями. Известно, что при возрастании вероятности резких повышений концентрации вредных веществ в атмосфере увеличивается как потенциальный, так и реальный риск здоровью населения [2].

На рис. 2 приведен временной ряд распределения концентраций диоксида азота в атмосферном воздухе г. Донецка. Среднесуточная предельно допустимая концентрация для диоксида азота равна $ПДК_{cc}=0,04$ мг/м³, а максимально разовая предельно допустимая концентрация $ПДК_{мр}=0,085$ мг/м³. Из приведенного графика видно, что на территории города наблюдаются опасные экологические ситуации, когда среднесуточная концентрация превышает $ПДК_{мр}$ в 1,5-2,5 раза, причем длительность таких событий может составлять от 1 до 3-4 суток. Для указанного диапазона времени количество подобных событий составило более 200, а вероятность их возникновения достигает $p=0,24$.

На рис.3 приведен график распределения концентрации пыли в атмосфере г. Донецка по данным, полученным на стационарном посту контроля в районе Донецкого металлургического завода. При значениях $ПДК_{cc}=0,15$ мг/м³ и $ПДК_{мр}=0,5$ мг/м³ за 2002 г. наблюдалось около 90 событий с превышением $ПДК_{мр}$ длительностью 1-5 суток, причем 280 суток из 365 среднесуточная концентрация пыли в атмосферном воздухе превышала значения $ПДК_{cc}$.

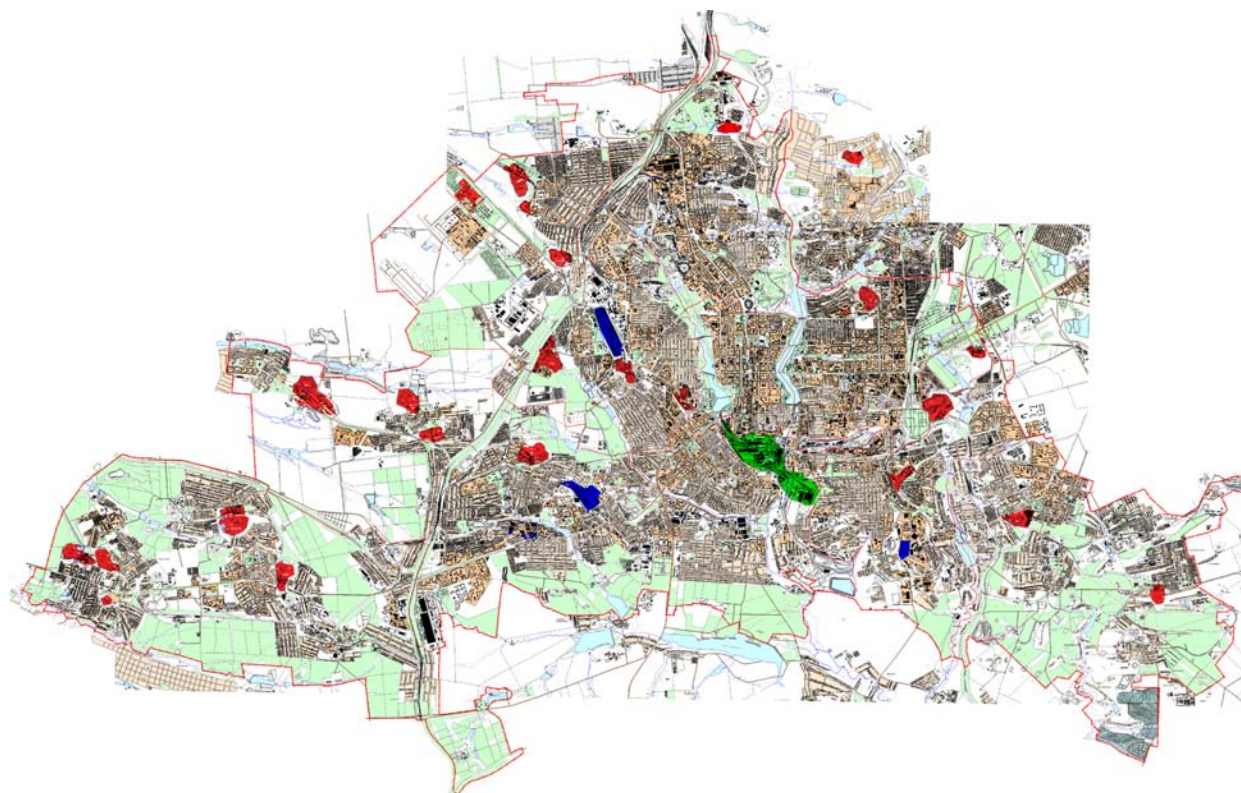
Результаты анализа возникновения опасных событий при загрязнении атмосферного воздуха в г.Донецк приведены в таблице 1.

Анализ вероятности возникновения опасных событий показал, что наиболее опасные ситуации наблюдаются при загрязнении воздуха окислами азота, пыли и аммиаком, в данной группе достаточно высокая вероятность превышения как ПДК_{сс}, так ПДК_{мр}. Во второй группе веществ – окись углерода и формальдегид, вероятность превышения ПДК_{сс} существенна, а превышение ПДК_{мр} не наблюдается. Для наблюдаемых концентраций окислов серы и фенола вероятность превышения ПДК_{сс} лежит в диапазоне 0,1 – 0,15.

Следовательно, в первую очередь, на оперативный контроль и регулирование процессов загрязнения атмосферного воздуха по первой группе ингредиентов и следует направить усилия при создании первой очереди муниципальной системы экологического мониторинга атмосферы города.

В г.Донецк основными субъектами мониторинга атмосферы выступают Госуправление экологии и природных ресурсов в Донецкой области, Донецкий гидрометеоцентр и Донецкая областная санэпидемстанция. Информацию о загрязнении воздуха представляют также большие промышленные предприятия, которые влияют на атмосферу в городе. Объектами мониторинга в городе является воздушная среда, климат и метеоусловия, а также источники выбросов вредных веществ крупных промышленных предприятий. Объектом прогнозирования в муниципальном экологическом мониторинге выступают опасные события и ситуации при загрязнении атмосферного воздуха в городе, качество окружающей воздушной среды, возможные воздействия на человека, связанные с загрязнением атмосферы, а также экологический риск.

Процесс прогнозирования, в первую очередь, должен быть направлен на предсказание опасных ситуаций, оценку трендов и тенденций загрязнения воздуха и оперативное выявление и распознавание источников выбросов вредных веществ на основе анализа динамики загрязнения атмосферы.



 - шахты  - заводы  - металлургические комбинаты

Рис. 1. Схема расположения объектов промышленной деятельности г.Донецка

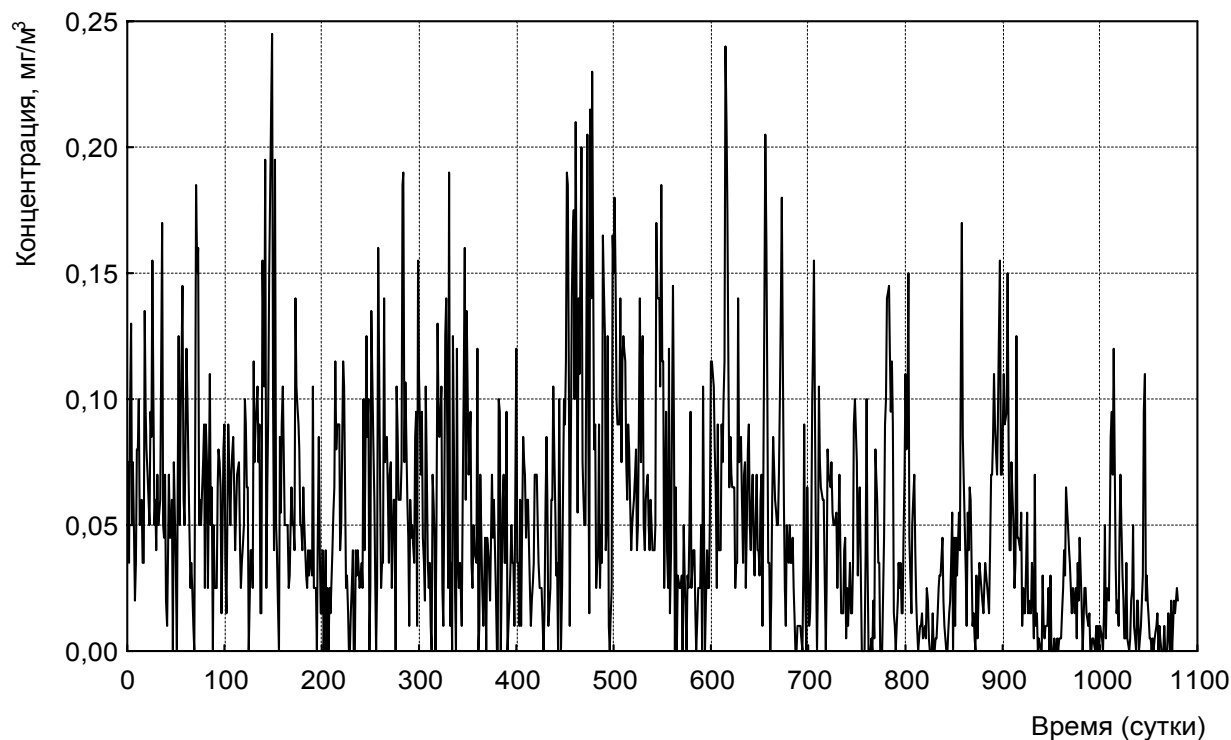


Рис. 2. График распределения среднесуточных концентраций диоксида азота в атмосферном воздухе на посту №2 за 2000-2002 гг.

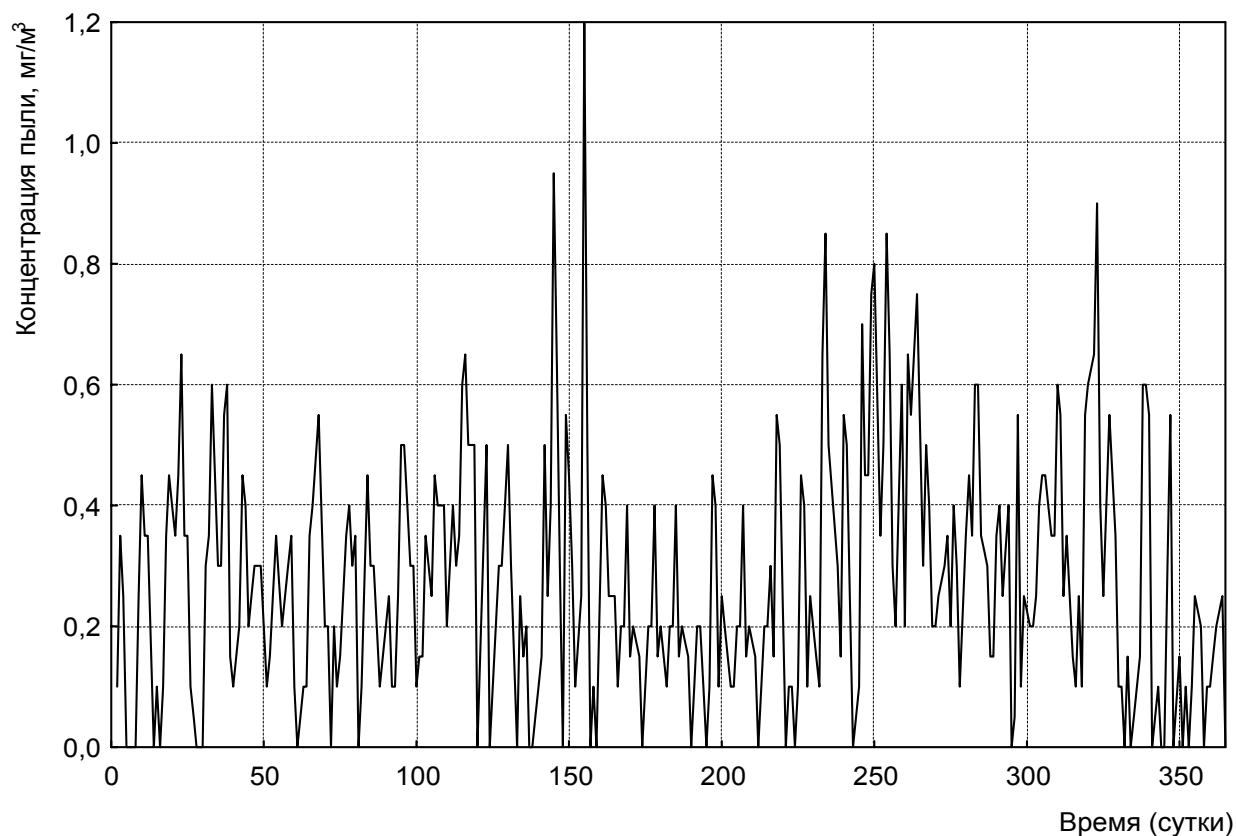


Рис. 3. График распределения среднесуточных концентраций пыли в атмосферном воздухе за 2002 г. на посту контроля № 4.

Направлениями создания системы муниципального экологического мониторинга атмосферного воздуха предполагается в перспективе в г. Донецк разместить 3-4 станции автоматизированного контроля. В настоящее время современный аппаратно-программный комплекс экологического мониторинга атмосферного воздуха включает в себя сенсоры ингредиентов, устройства приема и преобразования информации от сенсоров, ПЕВМ для представления, хранения и обработки поступающих данных, соответствующее системное и специальное программное обеспечение. Использование систем автоматизированного контроля позволит комплексно подойти к анализу опасных ситуаций при загрязнении атмосферного воздуха на основе применения методологии кризисного (оперативного) мониторинга.

Оперативный мониторинг атмосферы осуществляется путем непрерывных наблюдений на автоматизированных и стационарных постах контроля, накоплении данных о загрязнении атмосферного воздуха в базах данных муниципальной системы мониторинга, текущего краткосрочного прогноза загрязнения воздуха и использования алгоритмов распознавания опасных ситуаций на основе анализа трендов и тенденций процессов загрязнения воздуха на контрольных постах. Одной из составляющей экологического мониторинга в этом случае является применение передвижного автоматизированного поста с использованием специальных регламентов и утвержденных процедур мониторинга для выявления нарушителей природоохранного законодательства. В этом случае объектами наблюдения являются антропогенные факторы и показатели загрязнения атмосферного воздуха в районе размещения объекта контроля, техногенно опасные для окружающей среды и населения, причем комплексный анализ и предотвращение опасных ситуаций предполагается обеспечить путем:

- отработки признаков нарастания и возникновения опасных событий и возможности их перерастания в опасные для населения ситуации на основе анализа данных, полученных на автоматизированных и стационарных постах контроля качества атмосферного воздуха и метеоусловий;

- разработки алгоритмов распознавания опасных ситуаций с учетом задания уровней критических воздействий и оценки тенденций изменения процессов загрязнения атмосферного воздуха;

- разработки моделей вероятности возникновения опасных ситуаций по данным стационарных и автоматизированных постов;

- построения системы оперативного оповещения для лиц принимающих решения, выработки процедур оперативного контроля и предотвращения опасных для населения ситуаций.

Применение подобно организованной системы муниципального экологического мониторинга позволит идентифицировать источники

выбросов загрязняющих веществ на территории г. Донецк, выявлять нарушителей природоохранного законодательства, целенаправленно применять штрафные санкции.

Литература

1. «Перелік потенційно-небезпечних об'єктів Донецької області» (Рішення обласної комісії ТЕБ и НС Донецької області, протокол №1, 23.09.02).
2. Киселев А.В., Фридман К.Б. Оценка риска здоровью. СПб.: Международный институт оценки риска здоровью. 1997.
3. Порядок організації та проведення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря. Затверджено постановою КМ України від 09.03.99 № 343.
4. РД52.04.186-89. Руководство по загрязнению атмосферы. М.: Госгидромет 1991.-693 с.

Поступила в редакцию 13.05.04

Таблица 1. Вероятность превышения ПДК_{СС} и ПДК_{МР} для различных веществ при загрязнении атмосферного воздуха г. Донецк за 2000-2002 г.г.

Посты контроля атмосферного воздуха Донецкого Гидрометеоцентра	Диоксид азота		Пыль		Диоксид серы		Окись углерода		Аммиак		Фенол		Формальдегид	
	ПДК _{СС}	ПДК _{МР}	ПДК _{СС}	ПДК _{МР}	ПДК _{СС}	ПДК _{МР}	ПДК _{СС}	ПДК _{МР}	ПДК _{СС}	ПДК _{МР}	ПДК _{СС}	ПДК _{МР}	ПДК _{СС}	ПДК _{МР}
№ 2	0,53	0,24	0,57	0,13	0,09	0	0,38	0	0,46	0,13	--	--	0,44	0
№ 4	0,50	0,21	0,77	0,25	0,07	0	0,11	0	--	--	--	--	0,66	0,01
№ 5	0,74	0,39	0,30	0,01	0,07	0	0,27	0	--	--	--	--	0,29	0
№ 7	0,73	0,42	0,56	0,17	0,07	0	0,36	0	0,73	0,15	0,15	0,01	--	--
№ 9	0,66	0,35	0,64	0,24	0,07	0	0,32	0	0,50	0,09	0,10	0,01	--	--
№ 14	0,44	0,17	0,54	0,14	0,10	0	0,23	0	0,59	0,14	0,16	0,02	--	--

ГІС – ТЕХНОЛОГІЇ ЕКОЛОГІЧНОГО АУДИТУ ТА ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ УРБООКОСИСТЕМ

Адаменко О.М., Адаменко Я.О, Міщенко Л.В., Журавель О.М. ,
Зоріна Н.О., Луценко А.С., Зорін Д.О
кафедра екології Івано-Франківського національного технічного
університету нафти і газу

Екологічний аудит – новий напрямок в екологічній науці та природоохоронній галузі, нова навчальна дисципліна у вищих навчальних закладах и для підготовки бакалаврів, спеціалістів і магістрів з екології та охорони навколишнього середовища. Екологічний аудит проводять по відношенню до територій держави, регіону, адміністративних областей і районів, населених пунктів (міст і сіл) або до народногосподарських об'єктів – промвузлів, заводів, фабрик і інших об'єктів промисловості, транспорту, енергетики, хімії, гірництва, зв'язку і т.д.

Екологічний аудит – це визначення сучасного екологічного стану усіх компонентів навколишнього середовища (літосфери та мінерально-сировинних ресурсів; геофізичних полів Землі і Космосу та їх впливу на довкілля і здоров'я людей; геоморфосфери (рельєфу) та небезпечних ендота екзогеодинамічних процесів, руйнуючих літосферу і перетворюючих рельєф; поверхневої та підземної гідросфери і водних ресурсів; атмосфери і кліматичних ресурсів; фіто- та зоосфер і біологічних ресурсів; демосфери та стану здоров'я населення у зв'язку з екологічними чинниками; техносфери та її впливу на всі попередні компоненти природних екосистем). Кінцевою метою екологічного аудиту є визначення відповідності сучасної екологічної ситуації екологічним стандартам, які б забезпечували оптимальний стан довкілля та безпеку життєдіяльності людини.

Екологічний аудит міста виконаний на прикладі Івано-Франківська і його результатом є комп'ютерна система кореляції захворюваності населення міських територій від екологічних чинників, яка включає: 1) бази даних різних рівнів захворюваності населення у різних мікрорайонах міста по 28 хворобам згідно діючої міжнародної класифікації хвороб (МКХ); 2) бази даних з хімічного забруднення ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод, атмосферного повітря і рослинності важкими металами, радіонуклідами, нафтопродуктами; 3) комп'ютерні карти екологічного стану геологічного середовища, геофізичних полів, геоморфосфери, ландшафтів; 4) електронні карти хімічного забруднення 12 компонентами ґрунтів, гідросфери, атмосфери і фітосфери; 5) карти екологічного стану техносфери міста. Комп'ютерний кореляційний аналіз баз даних

захворюваності кожної із груп хвороб МКХ разом з комп'ютерними (електронними) картами екологічного стану кожного із компонентів довкілля міської території дозволив визначити пряму кореляційну залежність між різними захворюваннями і ступенем трансформації довкілля.

Ця робота – один із 15 проектів-переможців, відібраних і фінансованих Світовим банком із поданих на конкурс 462 інноваційних ідей в 2001р. в Україні. В результаті виконання проекту методами екологічного аудиту автори установили, що кожний контур підвищеної захворюваності залежить від напруженого екологічного стану конкретної території міста і потребує індивідуальних заходів щодо охорони здоров'я і покращення екологічного стану урбоекосистеми.

Розроблена нами методика екологічного аудиту міста на базі КСЕБ – комп'ютерної інформаційно-аналітичної та прогнозно-керуючої системи екологічного моніторингу, екологічної безпеки, прогнозу та попередження надзвичайних ситуацій – не претендує на універсальність, а є лише черговим прикладом нашого підходу до комплексних досліджень екологічного стану території. Наступним етапом буде розробка методики екологічного аудиту для народногосподарських об'єктів.

Поступила в редакцію 13.05.04

ТЕХНОГЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ И РОТАЦИОННАЯ КОНЦЕПЦИЯ ИХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Приходько С.Ю., Юрков В.В.

Донецкий национальный технический университет

Обеспечение экологической безопасности может быть гарантировано лишь в условиях устойчивого экологически безопасного развития экономики. Предложен новый подход прогнозирования во времени экологических угроз (газодинамических явлений и развивающихся при этом подземных пожаров в шахтах) с учетом космогонических факторов.

В конце 20 века промышленная экология оформилась в комплексное междисциплинарное научное направление. Центральная проблема этого направления - создание безопасных условий для человека в процессе трудовой деятельности и защиты природной среды от негативных техногенных воздействий. Основные пути решения названной проблемы включают реализацию ресурсосбережения на всех этапах производства, безопасность технологических процессов, сокращение отходов производства, защиту рабочей зоны и окружающей среды от различных техногенных воздействий (технические системы экологической безопасности) и т.д.

Каждое из перечисленных направлений имеет самостоятельное значение. Прогноз их развития, координация и комплексная реализация находят свое воплощение в управлении производством по критериям экологической безопасности. Оценка взаимодействия производственных процессов с природной средой имеет место, прежде всего на стадии разработки и проектирования новых технологий (потенциальное или прогнозируемое воздействия) а также в отдельных случаях в процессе эксплуатации системы: опасность лучше предотвратить, чем бороться с последствиями непродуманных организационных технологических и технических решений. Последнее особенно важно иметь в виду в условиях горного производства, которое по своему комплексному отрицательному воздействию как на окружающую природную среду, так и состояние охраны труда превосходит значительно другие отрасли народного хозяйства. Тому способствуют грозные газодинамические явления в горных выработках, подземные пожары, выбросы метана и пыли в атмосферу, сбросы шахтных вод, деформации горного массива. Таким образом, горная промышленность создает локальные и региональные

экологические угрозы. Так как от таких угроз существенно зависит здоровье населения и даже выживание человека как вида в будущем, необходимо включение экологической безопасности в качестве приоритетного направления в систему национальной безопасности.

Угрозы локального характера, как и угрозы стихийных бедствий, будут существовать "вечно", т. е. человек в созданной им искусственной среде обитания всегда будет жить и функционировать в условиях ненулевого риска. Степень защищенности от локальных угроз определяется состоянием научных разработок, наличием достоверных методов прогнозирования и обоснованных технологий, компетентными управленческими решениями.

Экологические региональные угрозы тесно связаны с локальными. Они представляют ту часть локальных угроз, которые могут распространяться природными процессами на большие расстояния, охватывать значительные территории. В горной промышленности такими факторами являются выбросы метана в атмосферу из вентиляционных стволов шахт (следствием является утонение озонового слоя), а также пыли и вредных газов горящих отвалов, подземных пожаров, сброс в огромных количествах шахтных вод.

Мировой опыт экономического развития государств указывает, что обеспечение экологической безопасности может быть гарантировано только в условиях устойчивого экологически безопасного развития.

Необходимость решения экологических проблем возрастает с изменением условий ведения горных работ, в частности, с увеличением глубины горных работ. Анализ этого вопроса показывает, что задачу снижения выбросов метана, пыли, вредных выбросов в атмосферу, сбросов шахтных вод в гидросферу нужно рассматривать совместно с решением вопросов снижения издержек производства, экономии энергетических ресурсов и комплексного использования отходов производства. Все большую актуальность, техническую и экономическую целесообразность приобретают вопросы каптации и использования шахтного метана, утилизации низкопотенциальных энергоресурсов. Наконец, особого внимания требуют вопросы прогноза предотвращения газодинамических явлений в подземных шахтных выработках, основанная на новых подходах.

Область науки, выводы которой основываются на данных астрономии, физики, химии, геологии и других наук называют планетной космогонией. Факторы, которые при этом используются, называют космогоническими факторами.

Изучение физических процессов, происходящих в горном массиве, должно предусматривать не только изучение напряженного состояния и связанных с ним физических свойств породы, но и изучение изменений земной поверхности во времени (приливные процессы), которыми

обусловлены вариации напряженного состояния горного массива. Приливные процессы тесно связаны с такими космогоническими факторами, как гравитационное воздействие небесных тел, угловая скорость вращения Земли, движение полюсов Земли, солнечная активность. Закономерность приливного явления имеет аналитическое выражение [5, 6]

$$W=fMR^2(3\cos^2z-1)/2r^3$$

где W - приливный потенциал, представляющий собой работу, равную произведению высоты прилива на силу притяжения единичной массы, т. е. ускорению заемного тяготения.

f - постоянная тяготения;

M - масса приливообразующего тела;

R - расстояние от центра Земли до приливообразующего тела;

r - расстояние от центра Земли до точки наблюдения;

z - угол между линиями соединяющими центр Земли с точкой наблюдения.

Вариации угловой скорости вращения Земли обуславливают вариации приливного потенциала.

Геодинамическая модель горного массива, построенная с учетом космогонических факторов, позволила вывести зависимость горного давления от вариаций приливного потенциала:

$$P(z)_{\max} = \frac{[8 \cdot 10^6 + 1,5 \cdot 10^4 (H + 0,51)] (H + 0,51)}{[320 + (H + 0,51)]}, \text{ Па}$$

$$P(z)_{\min} = \frac{[8 \cdot 10^6 + 1,5 \cdot 10^4 (H - 0,27)] (H - 0,27)}{[320 + (H - 0,27)]}, \text{ Па}$$

В таблице 1 показаны данные расчета горного давления, которое изменяется под действием приливных сил.

Таблица 1

Глубина разработки, м	Вертикальная компонента горного давления, Па		
	P_0	P_c /приращение	P_p /приращение
500	9451220	9459646/+8426	9446758/-4462

800	14285714	14298780/+8060	14281443/-4271
1000	17424242	17432191/+7949	17420033/-4209
1200	20526150	20534191/+8041	20522145/-4005

где P_0 - горное давление без учета приливных сил;

P_c - горное давление при максимальном сжатии горного массива приливными силами;

P_p - горное давление при максимальном растяжении горного массива приливными силами.

Сжатие горного массива под воздействием приливных сил приводит к увеличению горного давления в среднем на 8КПа, а расстояние - к его уменьшению на 4КПа.

Основным показателем характеризующим приливное давление, является сила тяжести, которая рассматривается как производная от основных космогонических факторов. Оценка совместного влияния космогонических факторов на частоту проявления внезапных выбросов показала, что наибольшее значение имеет корреляционное отношение между изменениями силы тяжести и частотой проявления внезапных выбросов, исследования показали, что учет вариаций силы тяжести позволяет наиболее надежно прогнозировать неблагоприятные временные интервалы, в течение которых возрастает выбороопасность разрабатываемых угольных пластов [1 – 3].

Предотвращение внезапных выбросов угля и газа в шахтах является наиболее актуальным в рамках решения экологических задач в горном производстве, т.к. одновременно решается задача о предотвращении подземных пожаров и повышается безопасность проведения горных работ.[4]

Литература

1. В.И. Данилов - Данильян Экологический кризис и проблемы экологической безопасности. Доклады Четвертой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием "Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности" в 2-ух томах, 16-18 июня 1999 года, СПб./Под редакцией Н.И. Иванова; Балт. гос. техн. университет, СПб; 1999.

2. Зуев Л.А., Приходько С.Ю. О взаимосвязи частоты внезапных выбросов с космогенными и геофизическими факторами // Уголь Украины - 2000. - №5 - с. 41.

3. Овчаренко В.Л., Приходько С.Ю. Влияние приливных деформаций на газодинамические явления в шахтах // Уголь Украины - 1998. - №6 - с. 35-36.

4. Приходько С.Ю. Прогноз внезапных выбросов угля и газа в шахтах / Проблемы безопасности в условиях природно-антропогенных воздействий. Стратегия жизни в условиях планетарного экологического кризиса. В 3 т.т. Т.3. - СПб.:Издательство "Гуманистика", 2002. - с. 127-132.

5. Валуконис Г.Ю., Приходько С.Ю. Экологические последствия подземных пожаров. / Проблемы безопасности в условиях природно-антропогенных воздействий. Стратегия жизни в условиях планетарного экологического кризиса. В 3 т.т. Т.3. - СПб.: Издательство "Гуманистика", 2002. - с. 132-136.

6. Мельхиор П. Земные приливы. - М.: Мир. - 1968. - с. 482.

Поступила в редакцию 13.05.04

СОДЕРЖАНИЕ МЫШЬЯКА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ БЕЗОПАСНОСТИ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД КУРОРТНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПРИМЫКАЮЩИХ К РЕГИОНАМ С ВЫСОКОЙ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ

н.с. Беленький К.Э.

Украинский НИИ медицинской реабилитации и курортологии

К промышленным регионам востока Украины примыкают территории, развитие которых ориентировано на курортно-рекреационное использование. При оценке безопасности минеральных вод предложено уделять особое внимание определению содержания в них мышьяка, т.к. он присутствует во многих технологических процессах и мигрирует в широком диапазоне рН и Eh.

Восточные области Украины традиционно рассматриваются как территории с высочайшей концентрацией производственных и людских ресурсов. В то же время к этим регионам примыкают территории имеющие статус курортных, а именно: побережье Азовского моря и курорт "Славянск" с его уникальными природными лечебными ресурсами. Административно, они расположены в пределах Донецкой и Запорожской областей.

Соседство курортных территорий с территориями на которых длительное интенсивное сочетание угледобычи, работы предприятий металлургического комплекса, нефте- и коксохимии, машиностроения, складирование токсичных производственных отходов привело к наиболее интенсивному в Украине загрязнению окружающей среды, требует постоянного контроля безопасности используемых в бальнеологической практике природных лечебных ресурсов.

Действительно, в регионе идет постоянное накопление токсичных промышленных отходов (ТПО) – неоднородных и нестабильных по своему составу смесей, которые генерируются различными отраслями промышленности и весьма разнообразны по составу. Только в Донецкой области имеется около 1000 объектов накопления отходов виде терриконов, отвалов, шламонакопителей и свалок, занимающих до 30 тыс. га и в которых сконцентрировано почти 4 млрд тонн веществ.

Артемовской геологоразведочной экспедицией в населенных пунктах сельского типа, а также на территориях промышленных узлов и городских агломераций были проведены гидрохимические исследования вод колодцев, родников, скважин, вскрывающих первые от поверхности

водоносные горизонты (таблица 1), а так же геохимические исследования почв на профилях, длиной 400 м перпендикулярных магистралям. По результатам исследований была сделана относительная оценка степени загрязнения почвы и грунтовых вод тяжелыми металлами, нитратами и нитритами. За “чистую” зону был принят район природно-ландшафтного заповедника “Хомутовская степь”, восток Новоазовского района Донецкой области (таблица 2).

Таблица 1 – оценка степени загрязнения грунтовых вод Донецкой и Запорожских областей

Донецкая область		Запорожская область	
Район	Степень загрязн	Район	Степень загрязн
Амвросиевский Володарский Старобешевский Тельмановский, Новоазовский, Першотравневый	Очень высокая	Запорожский	Очень высокая
Волновахский	Высокая	Мелитопольский	высокая
Константиновский Ясиноватский	Средняя	Куйбышевский Бердянский Михайловский Новониколаевский	Средняя
Красноармейский Славянский Шахтерский Великоновосельский Марьинский	Низкая	Васильевский Велико-Белозерский Веселовский Вольнянский Гуляйпольский Каменко- Днепровский	Низкая
Артемовский Александровский Краснолиманский Добропольский	Минимальная	Пологовский Приазовский Приморский	Минимальная

Результаты гидрогеохимической оценки показывают, что почвы и грунтовые воды более чем на 30 % территории Донецкой и Запорожской областей имеют степень загрязнения выше средней.

В связи с актуальностью оценок безопасности природных объектов и, в частности, минеральных вод, предлагается в регионах с высокой техногенной нагрузкой особое внимание уделять определениям концентрации мышьяка, как элементу, который присутствует в большинстве современных технологических процессов тяжелой индустрии. В месте с тем, амфотерность мышьяка обуславливает возможность его миграции в широком диапазоне Eh – рН. Аномальные

концентрации мышьяка установлены как в кислых, так и в щелочных водах. В водах он мигрирует в виде AsO_4^{3-} , $H_2AsO_4^-$, H_2AsO_3 .

Таблица 2 – оценка степени загрязнения почв Донецкой и Запорожских областей

Донецкая область		Запорожская область	
Район	Степень загрязн	Район	Степень загрязн
Артемовский Константиновский Ясиноватский	Очень высокая	Запорожский	Очень высокая
Волновахский Славянский Шахтерский Г. Мариуполь	высокая	Бердянский Мелитопольский	Высокая
Александровский Старобешевский Тельмановский	Средняя	Токмакский Черниговский	Средняя
Амвросиевский Володарский Новоазовский, Першотравневый Добропольский Красноармейский Марьинский	Низкая	Розовский Черниговский Якимовский	Низкая
Великоновосельский Краснолиманский	Минимальная	Ореховский Пологовский Приазовский Приморский	Минимальная

Мышьяк содержится в сточных водах предприятий самых различных отраслей промышленности - металлургич., химич., стекольной, кожевенной, текстильной, в производства гербицидов, инсектицидов, красок. Примесь мышьяка содержат почти все сульфидные руды цветных металлов, а также железный (серный) колчедан. Поэтому при их окислительном обжиге, наряду с сернистым ангидридом SO_2 , всегда образуется As_2O_3 ; большая часть его конденсируется в дымовых каналах, но при отсутствии или малой эффективности очистных сооружений отходящие газы рудобжигательных печей увлекают заметные количества As_2O_3 .

Кларк мышьяка в земной коре - $1,7 \times 10^{-4}$ %. Фоновое содержание мышьяка в почвах европейской части бывшего СССР определялось в 0,9-7,5 мг/кг.

Мышьяк – так называемый “тиоловый яд”, механизм его токсичности связан с нарушением обмена S, Se, P (его антагонистов). ПДК мышьяка для питьевой воды составляет $0,05$ мг/дм³.

В конце 90-х годов при проведении Украинским НИИ медицинской реабилитации и курортологии работ по оценке современного состояния минеральных вод восточных областей Украины концентрации мышьяка определялись значениями – не более 0,002 мг/дм³ при ПДК мышьяка для питьевых вод – 0,050 мг/дм³.

Сегодня мы располагаем экспериментальными данными по содержанию мышьяка в минеральных водах г. Мариуполя, Волновахского, Краснолиманского районов Донецкой области, Приазовского и Мелитопольского районов Запорожской области в 2001 – 2003 годов (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание мышьяка в минеральных водах г. Мариуполя, Волновахского, Краснолиманского районов Донецкой области, Приазовского и Мелитопольского районов Запорожской области в 2001 – 2003 г.г.

Район	Содержание As, мг/ дм ³	ПДК
г. Мариуполь и Волновахский р-н (Донецкая обл.)	0,0137 – 0,0224	0,0500
Краснолиманский р-н (Донецкая обл.)	0,0057 – 0,0184	
Приазовский и Мелитопольский р-ны (Запорожская обл.)	0,006 – 0,0062	

Глубина залегания продуктивных горизонтов от 70 до 360 м.

Содержание же мышьяка в водах г. Мариуполя и Волновахском районе определялось на уровне 0,0137 – 0,0224 мг/ дм³. В водах Краснолиманского р-на Донецкой области содержание мышьяка составляет 0,0057 – 0,0184 мг/ дм³. В минеральных водах Приазовского и Мелитопольского районов Запорожской области 0,006 – 0,0062 мг/дм³.

Содержания мышьяка хотя и не достигают ПДК, однако, существенно различаются в зависимости от места проявления минеральных вод. Полученные значения достаточно адекватно вписываются в картину геохимической оценки региона.

Поступила в редакцию 13.05.04

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВА РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ РІЧКИ КАЛЬМІУС ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ НА АКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ ДЕТОКСИКАЦІЇ ГІДРОБІОНТІВ

Н.М. Радченко, В.В. Мнускіна
Донецький національний технічний університет

У роботі досліджена динаміка надходження та вміст деяких важких металів (ВМ). Встановлена кореляційна залежність між певними формами ВМ, та виявлена зміна активності ферменту детоксикації (каталази) для деяких гідробіонтів від вмісту ВМ у воді. Підвищення каталази є результатом адаптаційних процесів гідробіонтів до забруднення ВМ, що характеризує критичний стан водоймища.

Мета дослідження – визначення дійсного рівня надходження важких металів у річку Кальміус, та їх вплив на ферментні системи гідробіонтів.

Проблема вивчення ВМ, як забруднювачів річки Кальміус, зв'язана з тим, що ВМ характеризуються кумулятивністю і токсичністю. ВМ у водному середовищі сорбуються мулом, донними відкладеннями, процес природнього очищення дуже тривалий. Основними джерелами надходження ВМ у річку Кальміус є: шахтні води, води металургійних виробництв, поверхневий сток з території міста.

Вміст ВМ може бути зв'язаний на рівні взаємодії з різними хімічними показниками (нафтопродукти, сульфати) забруднення води, при цьому токсичність може як знижуватися так і посилюватися. Щоб установити взаємоз'язок, необхідно представити кореляційну залежність вмісту ВМ з хімічними показниками.

Нами був визначений кореляційний зв'язок між вмістом ВМ, які надходять у річку, та деякими показниками якості води. Кореляційний зв'язок визначався на прикладі цинка, як найбільш розповсюдженого і досить токсичного елемента. Значення коефіцієнтів кореляції лежить між -1 і +1. Якщо спостерігається тенденція зростання однієї величини при рості іншої, то можна говорити про позитивну корелірованність величини. Розраховані за програмою Statistica коефіцієнти кореляції свідчать про максимальний зв'язок між вмістами цинку і ХПК (0,89) у річці Кальміус, цинку и SO_4 (0,69), цинку і марганцю (0,87), цинку і хрому (0,83). Високий ступінь кореляційної залежності між цими показниками свідчить про взаємозв'язок процесів, що мають місце за участю цих елементів. Великий внесок у забруднення річки Кальміус дає поверхневий сток з території міста Донецька, розрахункова величина якого становить 6,40

кг/м³ (завислих речовин)

Для конкретизації взаємозв'язку між забрудненням річки ВМ та впливом елементів на живі організми необхідно провести дослідження характеру зміни активності фермента детоксикації (каталази) у гідробіонтів.

Каталаза – двокомпонентний фермент, що складається з білка і з'єднаної з ним простетичної групи. Роль каталази полягає в тому, що вона руйнує отрутний для клітин перекис водню. Під дією фермента каталази пероксид водню розщеплюється з утворенням води і кисню.

Перекис водню розкладається завдяки каталітичній дії іонів заліза на воду і кисень, ця ж реакція каталізується утримуючим залізо ферментом каталазою. Однак каталітична активність каталази велика в порівнянні з каталітичною активністю іона заліза. Існує представлення, що перекис водню є еволюційним попередником перекису водню як донора електронів для фотосистеми у ціанобактерій. Більш того, висунуте припущення про те, що в ході сучасного фотосинтезу кисень виділяється не з води, а з перекису водню. Перекис водню одна з активних форм кисню. Небезпека перекису водню для живої клітки зв'язана з його природою – здатністю як до окисних, так і до відбудовних реакцій.

У воді річки Кальміус має місце наявність високих концентрацій ВМ, і це приводить до утворення комплексних з'єднань атомів ВМ з активним центром оксидаз, у результаті чого відбувається зміна активності ферментів. Таким чином, зміна активності каталази у водоростей може бути інформативною тест-реакцією на збільшення концентрації ВМ у водному середовищі.

Методика оцінки активності каталази складається з визначення активності фермента, відокремленого із водоростей методом екстракції і безпосереднім визначенні активності ферменту каталази у екстракті. Для оцінки активності каталази нами були обрані тест-об'єкти: це типова для річки Кальміус нитчана водорість (*S. glomerata*), стебло та лист очерету, ряскова (*Lemna gibba*) та акваріумна рослинність – аладея (контроль).

Активність каталази визначали об'ємним методом шляхом титрування надлишку перекису водню перманганатом калію. Активність ферменту водорості оцінювали в мікромолях/хв·г.

За формулою (1) розраховується активність каталази:

$$X=(T_k-T_{is})\cdot 50\cdot 100/(n\cdot 10\cdot t), \quad (1)$$

де T_k , T_{is} – об'єми 0,1 N р-на $KMnO_4$;

X -активність каталази, мікромолях/хв·г;

50 - коефіцієнт перерахунку на мікромолі пероксиду водня;

100 – загальний об'єм екстракта, мл;

n - наважка рослинного матеріалу;

t – час інкубації, хв.

Лабораторні дослідження показали: що в процесі окислення ряду речовин в рослинах під дією оксидаз (клас ферментів, що каталізують окислювальні процеси) утворюється пероксид водню. У підвищених концентраціях пероксид водню чинить токсичний вплив на тканини. У таблиці представлена зміна активності каталази для деяких гідробіонтів.

Таблиця – Змінення активності каталази гідробіонтів

Час дослідження каталази хв.	Активність каталази, мкмоль/хв*г				
	Лист очерету	Стебло очерету	Ряскова (<i>Lemna gibba</i>)	Водорість нитчана (<i>C.glomerata</i>)	Аладея (акваріумна водорість, контроль)
1	2	3	4	5	6
1	500	200	600	1000	200
2	250	350	400	400	150

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6
5	840	360	200	140	60
10	590	200	120	80	40
20	525	110	80	35	30

При проведенні досліджень встановлено, що для найбільш розповсюджених у річці Кальміус водоростей виявлене істотне збільшення активності каталази: для нитчаної (*C.glomerata*) – у 5 разів, для ряскової (*Lemna gibba* L) – у 3 рази в порівнянні з контрольною. Істотне підвищення активності каталази гідробіонтів свідчить про адаптацію рослин, до умов забруднення ВМ, що, можливо приведе до перенапруги адаптаційних механізмів гідробіонтів. Визначення активності каталази водоростей може бути інформативним тест-методом на забруднення водних об'єктів. Аналіз результатів досліджень активності ферментних систем водоростей річки Кальміус показав, що вони реагують на забруднення ВМ підвищенням активності ферменту детоксикації, що свідчить про маючу місце адаптацію водних організмів до умов забруднення. Підвищення активності ферменту детоксикації каталази у водоростей є результатом адаптаційного процесу на вплив ВМ, що вказує

на критичний стан водоймища.

Література

1. Семенов Д.А., Малишев А.Л. Хіміко-екологічне обґрунтування моделі поведінки важких металів у водної екосистемі //Казанський медичний журнал. 1992. - №4. – С. 272-274.
2. Липницька Г.П., Петльований О.А. Вплив важких металів на штучні мікрокосми водоростей // Укр. ботан. журнал. – 1999. - Т. 56 - №5. – С. 502.
3. Артемчик В.Д. Пероксидазна активність каталази, модифікована прогестероном// Біохімія. – 1986. - Т. 51 - №8. – С. 1355-1357.
4. Евтюгин Г.А. Ферментні методи моніторингу об'єктів навколишнього середовища// Казанський медичний журнал. – 1992. - №4. – С. 284-287.

Поступила в редакцію 13.05.04

ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБЪЕКТОВ ЭКОСИСТЕМЫ

Кондратов В.Т., Зарницына А.А.

Киевский национальный университет технологий и дизайна, г. Киев

В статье рассмотрена система измерения температуры объектов экосистем на основе оптико-электронных методов. Статья будет интересна специалистам в области бесконтактных методов измерения температуры горячих объектов.

Постановка проблемы и ее актуальность.

Важной проблемой экологии является измерение температуры горения труднодоступных экологических объектов (ЭО), например, температуры горения нефтепродуктов, торфяников, лесов, промышленных материалов, объектов и т.д. Измерение температуры этих ЭО осуществляется обычно бесконтактными методами. Среди них наиболее перспективными являются оптико-электронные методы (ОЭМ) измерения температуры по спектральным и энергетическим характеристикам потоков излучения горящих и нагретых тел на разных диапазонах длин волн [1]. Благодаря возможности бесконтактного измерения температуры ЭО, высокому быстродействию, широкому диапазону измеряемых температур, отсутствию влияния средств измерений на ЭО и т.д. ОЭМ измерения температуры имеют наибольшие преимущества перед другими методами.

Наряду с указанными достоинствами, ОЭМ измерения температуры присущи и недостатки, связанные с необходимостью учета свойств ЭО, свойств постоянно изменяющейся среды, специфики методов и средств измерений, которые оказывают значительное влияние на точность результатов измерений. В этой связи проблема высокоточного измерения температуры ОЭМ по-прежнему является актуальной для экологии.

Постановка задачи исследований.

Задачей исследований является проведение анализа причин и связанных с ними проблем измерения температуры ЭО, приводящих к снижению точности измерения. Это необходимо для получения новых знаний о погрешностях, обусловленных вариабельностью характеристик окружающей среды, влиянием неинформативных параметров потока излучения ЭО, нестабильностью и нелинейностью функции преобразования фотоприемника.

Цель исследования. Целью работы является анализ причин, приводящих к уменьшению точности измерения температур ЭО, и получению Яновых знаний о возможных путях и методах их исключения.

Основной материал и результаты исследований.

Проанализируем причины, которые обуславливают появление дополнительных погрешностей при измерении температуры ЭО ОЭМ. Нами выделены три основные группы причин: причины, связанные со специфическими свойствами ЭО; причины, обусловленные свойствами среды, через которую проходит поток излучения от ЭО; причины, обусловленные используемыми ОЭМ измерений.

Причины первой группы. К данной группе причин относятся причины, связанные с общими свойствами ЭО, неоднородностью температуры ЭО, а так-же с влиянием коэффициента излучения (КИ) на результат измерений.

Известно [3], что радиационные свойства ЭО зависят как от свойств структуры, так и от состояния его поверхности (микроструктуры, состава, толщины и т.д.). Эти свойства и их изменения существенно влияют на результат измерения температуры. Поэтому весьма важно выбрать адекватную модель теплового излучения ЭО и соответствующей ей ОЭМ измерения температуры. На сегодняшний день известны следующие методы измерения температуры [3]: 1) методы, учитывающие геометрическую структуру горящего ЭО и уравнения переноса; 2) методы, использующие феномено-реляционные модели, в которых излучательная способность ЭО определяется как доля излучения черного тела (ЧТ) при заданной температуре в любом спектральном интервале; 3) методы, использующие математические модели на базе точных знаний физических констант вещества ЭО; 4) методы, использующие модели серого тела.

Неоднородность температуры. Практически ЭО являются неоднородными и состоящими из материалов с разными физико-химическими свойствами. В нагретом состоянии и при горении они имеют неоднородную температуру по изучаемой поверхности. Спектральный состав потока излучения от ЭО обогащен составляющими, зависящими от физико-химических свойств разных добавок и при-месей в ЭО. Неоднородность температуры ЭО обуславливает возникновение дополнительных погрешностей измерения температуры. Все это накладывает определенные ограничения на выбор того или иного ОЭМ измерения температуры. В том случае, когда ЭО имеет изотермическую поверхность, рекомендуется использовать квазимонохроматические пирометры или пирометры полного излучения.

При уменьшении неоднородности температуры ЭО результаты измерений соответствуют средней температуре ЭО. С увеличением

неоднородности температуры по поверхности ЭО результаты измерений пирометров полного излучения и инфракрасных квазимонохроматических пирометров остаются близкими к сред-ней температуре или слегка превышают её. В то же время, показания квазимонохроматических пирометров, действие которых ограничено видимой частью спектра, и показания пирометров спектрального отношения приближаются к максимальной температуре в пределах их поля зрения.

Влияние коэффициента излучения на точность измерений. Основными характеристиками, определяющими числовое значение КИ, являются обработка, химический состав, температура, механическая и тепловая хронология ЭО. КИ материалов в инфракрасной области уменьшается с увеличением длины волны. Незнание значения КИ также оказывает существенное влияние на точность измерений температуры. Установлено [4], что без учета поправки на КИ при промышленных измерениях температуры методическая погрешность измерения составляет 0,5 ... 1,5 %.

Частично решение проблемы уменьшения влияния КИ на результат измерения возможно при использовании пирометров отношения [1, 4], но при условии, что КИ постоянен на обеих выбранных длинах волн, а ЭО представляет собой идеальный излучатель или серое тело.

При измерении цветовой температуры возникает погрешность, обусловленная отношением КИ $\varepsilon_{\lambda_1}/\varepsilon_{\lambda_2}$ (ε_{λ_1} и ε_{λ_2} – коэффициенты излучения соответственно на длине волны λ_1 и λ_2). Для получения действительного значения температуры в этом случае к результату измерения пирометра прибавляют поправку, определяемую выражением [4]:

$$\Delta T = T_c - T_x = \frac{AT_c^2}{1 + AT_c},$$

где T_c – цветовая температура ЭО; T_x – действительная температура ЭО; $A = \frac{1}{T_x} - \frac{1}{T_c} = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} \frac{1}{C_2} \ln \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}$, а C_2 – постоянная излучения.

При разработке новых методов измерения температуры весьма важным является определение среднего значения КИ и его частотную дисперсию с тем, чтобы учесть их влияние на конечный результат измерений.

Выбросы газов. На точность определения температуры ЭО влияют и выбросы газов. Если используемый метод измерения температуры в широком спектральном диапазоне длин волн чувствителен к излучениям на длинах волн выбросов газов, то в результате определения температуры будет внесена соответствующая погрешность. Для получения достоверных показаний используется метод “очищения” от газовой составляющей с известной длиной волны поглощения пу-

тем включения, например, заграждающих фильтров или абсорбционных камер.

Ко второй группе причин, приводящих к появлению дополнительной погрешности измерения температуры ЭО, относятся погрешности, обусловленные влиянием на результат измерения оптически прозрачных веществ, например, дыма, пламени и т.д., а также промежуточной среды и температуры окружающих тел на температуру ЭО.

Влияние промежуточной среды. При измерениях на поток излучения могут воздействовать внешние (естественные или искусственные) электрические и магнитные поля. Взаимодействие с внешними электрическими или магнитными полями изменяет интенсивность потока излучения от ЭО и вызывает его поляризацию. Поток излучения становится частично или полностью поляризованным. Исключение влияния этих факторов возможно при условии проведения дополнительных (избыточных) измерений или знания значений параметров воздействующих электрических или магнитных полей. Кроме того, на поток излучения от ЭО воздействуют: изменение освещенности, изменение температуры окружающей среды, электромагнитные свойства промежуточной среды, и т.д.

Твердые, жидкие и газообразные элементы, находящиеся между пирометром и ЭО, могут также оказывать существенное влияние на точность определения температуры по излучению ЭО.

Влияние промежуточной среды проявляется в ослаблении излучения от ЭО. Погрешность, возникающая за счет ослабления излучения промежуточной средой, может быть определена по уравнению величин [1]:

$$a(\lambda) = 1 - \exp(-k(\lambda)l) \text{ или } v(\lambda) = \exp(-k(\lambda)l),$$

где $k(\lambda)$ – спектральный коэффициент ослабления излучения; l – толщина поглощающего слоя по линии визирования; $a(\lambda)$ – спектральная поглощательная способность среды; $v(\lambda)$ – спектральный коэффициент пропускания среды.

Значение спектрального коэффициента ослабления излучения $k(\lambda)$ определяется составом промежуточной среды.

Поглощение потока излучения в газовой промежуточной среде является избирательным. Это объясняется тем, что оно происходит на длинах волн, на которых имеет место резонанс молекул газовой среды. Сильнее всего поток излучения поглощается парами воды, а из газов – углекислым газом. Поскольку оптические свойства водяного пара зависят от относительной влажности и температуры, то и пропускание слоя толщиной l может быть определено по про-

пусканию эквивалентного слоя l_v осажденной воды [1]: $w = a_0 l_v 10^{-3}$, где a_0 –

абсолютная влажность, г/см³.

Установлено [1], что ослабление потока излучения жидкими и твердыми частицами, находящимися в промежуточной среде, вызвано дифракционным и геометрическим рассеянием потока излучения. Наиболее часто встречающимися частицами являются частицы воды и углерод.

Наличие в объеме пространства между пирометром и объектом взвешенных твердых частиц изменяет поглощательную способность объема. Спектральный коэффициент поглощения для такой среды равен $k(\lambda) = \mu k(r_0) / \gamma$, где μ – концентрация поглощающих частиц; γ – плотность частиц; $k(r_0)$ – функция, определяемая оптическими размерами частиц.

В промышленных условиях поглощение потока излучения, как правило, непрерывно меняется. Введение поправок в результат измерений в этом случае не достаточно эффективно. Устранить влияние загрязненной среды на точность измерения температуры удастся, используя обдув (очистку среды или объекта) сжатым воздухом или путем применения светопровода [4].

Влияние температуры окружающих тел на температуру ЭО. Весьма важной является проблема измерения температуры ЭО в условиях, когда температура окружающих тел близка к измеряемой температуре или выше ее. В этих случаях поток излучения от окружающих тел, отражаясь от ЭО и попадая в пирометр, также существенно влияет на результат показаний [4]. Если же посторонние тела имеют одинаковую температуру T_0 и окружают ЭО со всех сторон, то излучение ЭО будет эквивалентно излучению черного тела. В этом случае, показания, измеренные квазимонохроматическим пирометром полного и спектрального отношения, описываются выражениями, приведенными в [4].

К третьей группе причин относятся погрешности, обусловленные: нелинейностью и нестабильностью функции преобразования фотоприемника; шумами фотоприемников; нестабильностью частоты модуляции; погрешностями изготовления и сборки элементов; калибровкой пирометра.

Погрешности, обусловленные нелинейностью функции преобразования фотоприемника. Большинство фотоприемников имеют нелинейную функцию преобразования. Это ограничивает диапазон измеряемых температур из-за вносимой погрешности от нелинейности. Для уменьшения этих погрешностей перспективно использование методов избыточных измерений [8].

Для линеаризации нелинейной функции преобразования обычно применяются разные схемотехнические решения. В последнее время проблема линеаризации успешно решается путем использования методов избыточных измерений [6-8]. Эти методы обеспечивают как

линеаризацию общей функции преобразования измерительного канала, так и исключение погрешностей, обусловленных нестабильностью и неидентичностью функции преобразования разных фотоприемников. Это особенно важно при замене фотоприемников по результатам поверки.

Шумы фотоприемников. На точность измерений температуры также влияют шумы фотоприемников [2]: темновой шум; радиационно-фотонный шум; дробовой шум; генерационно-рекомбинационный шум; температурные шумы, а также низкочастотные шумы (f -шумы) неизвестной природы, обусловленные поверхностными явлениями в полупроводниках.

Наиболее весомыми компонентами являются тепловая, дробовая и фотодиодная составляющие шумов.

Для борьбы с шумами используются избирательная фильтрация, МДМ-модуляция (модуляция-демодуляция), интегрирование и т.д. При работе в оптическом диапазоне длин волн предпочтительно использовать селекцию или избирательную фильтрацию потоков излучения, а также интегрирование. При работах на промежуточных частотах электрических сигналов – МДМ-модуляция, усреднение, фильтрование и интегрирование.

Нестабильность частоты модуляции потока излучения также влияет на результат измерения. Для ее уменьшения стабилизируют питание электродвигателей и частоту его вращения или вводят систему автоматической подстройки частоты. Одновременно решается задача усовершенствования системы модулятор-демодулятор.

Погрешности изготовления и сборки элементов являются технологическими и представляют собой отклонения от расчетных значений характеристик материалов, погрешности размеров, формы и расположения деталей. Эти погрешности представляют собой отклонение свойств материалов, погрешности диаметра линз, углов призм, децентровка и т.д. Для исключения влияния указанных погрешностей применяют методы компенсации погрешностей в пирометрах [5].

Проблема калибровки пирометра. Для градуировки и периодической поверки каждый пирометр должен быть откалиброван относительно некоторого стандарта, например модели черного тела. Однако для очень высоких температур возникают не существуют образцовые источники излучения. Это ограничивает верхний предел измерения температур с высокой точностью известными методами. На сегодняшний день известно ряд методов для решения этой задачи, одни из них описаны, например, в работе [6]

Выводы

1. Проанализированы причины, приводящие к уменьшению точности измерения температур, пути и методы их исключения.

2. Наиболее перспективными методами, обеспечивающими комплексное решение задачи линеаризации характеристик ФП, учета значения КИ и влияние факторов окружающей среды на точность измерения температуры, являются методы избыточных измерений температуры, описанные в [6, 7, 8].

3. Получены новые знания о влиянии внешних и внутренних факторов на погрешность измерения температуры ЭО, что является основой для дальнейшего развития и совершенствования высокоточных ОЭМ избыточных измерений экологических объектов, развиваемых авторами [6-8].

Литература

1. Поскачей А.А., Чубарев Е.П. Оптико- электронные системы измерения температуры 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 248 с.
2. Бржезинський В.А., Шевченко М.В. Оптоелектроніка : Навч. Посібник. – К.: ІСДО, 1995. – 244с.
3. Кондратов В.Т. Оптико-электронные методы измерения температуры: основные понятия, определения, классификация – Киев, 2001. – 58с. – (Препр. / НАН Украины, Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова; 2001-4).
4. Геращенко О.А., Гордов А.Н. и др. Температурные измерения. Справочник АН УССР. Ин-т проблем энергосбережения.-Киев: Наук.думка, 1989. – 704 с.
5. Латышев С.М. Компенсация погрешностей в оптических приборах. – Л.: Машиностроение, Ленигр. Отд-ние, 1985. – 248 с.
6. Деклараційний патент України №56614 А, МПК G01R7/02, Бюл. №5. – 2003.
7. Деклараційний патент України №55947 А, МПК G01J5/08, Бюл. №4. – 2003.
8. Кондратов В.Т. Основы теории автоматической коррекции систематических погрешностей измерения физических величин при нелинейной и нестабильной функции преобразования датчика: Дис... д-ра техн. наук.. – Киев, 2001. – Т.1 –501 с.

Поступила в редакцию 13.05.04

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА УГЛЕКИСЛЫХ СОЛЕЙ

Н.И.Чичикало, Н.А.Киктев

Донецкий национальный технический университет
Городской центр компьютеризации учебных заведений

В статье приведена автоматизированная система управления технологическим процессом получения углекислых солей методом электрохимического растворения анода в растворе солей натрия. Экологическая безопасность достигается за счет специальных управляющих процедур, обеспечивающих нейтрализацию вредных веществ методами электрохимической очистки.

Существует множество технологических процессов получения углекислых солей, обеспечить экологическую безопасность которых затруднительно из-за экономических факторов. Разработанная в ДонНТУ новая технология предназначена для получения ряда углекислых солей с помощью унифицированной автоматизированной системы управления и технологии, основанной на электрохимическом растворении. Благодаря предложенной системе управления упрощается конструктивная реализация процесса и повышается экономическая целесообразность реализации мер по экологической безопасности. При этом становятся безопасными условия работы обслуживающего персонала, исключаются профзаболевания, характерные для гальванических цехов, а также загрязнение воздушной и водной сред.

Целью данной разработки является создание автоматизированной системы обеспечения экологической безопасности электрохимического производства углекислых солей за счет дополнительных конструкторских и схемотехнических решений.

Технологические процессы электрохимического получения карбонатов представляет собой ряд последовательных операций, количество которых зависит от вида получаемого продукта и предъявляемых к ним требований.

На концентрацию воздуха рабочей зоны влияют:

- температурный режим ванны, который зависит от вида получаемого продукта и площади анода;
- активная поверхность ванны;

- токовый режим;
- концентрация химических элементов в растворе электролита;
- длительность процесса.

Для предварительной оценки агрегатного состояния микропримесей в воздухе необходимо располагать сведениями об их летучести. Она характеризуется максимальной концентрацией паров, выраженной в единицах массы на объем при данной температуре. Летучесть L (в мг/л) можно рассчитать по формуле:

$$L = \frac{pM}{RT} = \frac{pM * 1000}{760 * 0.082 * (273 + t)} = \frac{16pM}{273 + t}$$

где p - давление насыщенного пара при данной температуре, Па;
 M - молекулярная масса вещества;
 t - температура, °С.

В условиях производства температура окружающего воздуха может колебаться. С изменением температуры среды изменяется давление насыщенного пара и, следовательно, летучесть вещества. Ориентировочно давление насыщенного пара при различных температурах может быть вычислено по формуле:

$$\lg p_t = 2.763 - 0.019 * t_{\text{кип}} + 0.024 * t,$$

где $t_{\text{кип}}$ - температура кипения вещества;
 t - температура окружающей среды.

Таким образом, зная температуру кипения вещества, можно рассчитать давление насыщенного пара при различных температурах воздуха, а по отношению насыщающей воздух концентрации и ПДК - оценивать потенциальную опасность загрязнения воздушной среды.

Для анализа вредных веществ в воздухе рабочей зоны применяют информационно-измерительные газоанализаторы. К основным недостаткам относится то, что они не производят замера концентрации вещества, постоянно изменяющейся во времени, а работают в фиксированном режиме. Или представляют собой особо точные лабораторные приборы, которые невозможно использовать в условиях гальванического цеха.

Поэтому нами разработана автоматизированная система управления с адаптивным контуром управления скоростью воздуха рабочей зоны. В качестве датчиков применен разработанный комплекс быстродействующих ион-чувствительных измерительных средств, обеспечивающих контроль процессов в реальном времени. Функциональная схема, обеспечивающая экологическую безопасность технологического процесса электрохимического получения карбонатов, приведена на рис. 1.

Производственная линия состоит из двух реакционных ванн (анодная и катодная) и одной фильтрационной ванны. Вдоль всей линии движется автооператор 1, который обеспечивает фиксированную остановку у

рабочих позиций, подъем и опускание консоли автооператора, задержку консоли автооператора в крайнем нижнем положении. Каждая из реакционных гальванических ванн 2 крепится на системах 3, которые обеспечивают изолированность ванн. Ванны заполнены электролитом, содержание которого определяется видом производимого карбоната и соответствующей реакцией, которая протекает непосредственно в этой ванне.

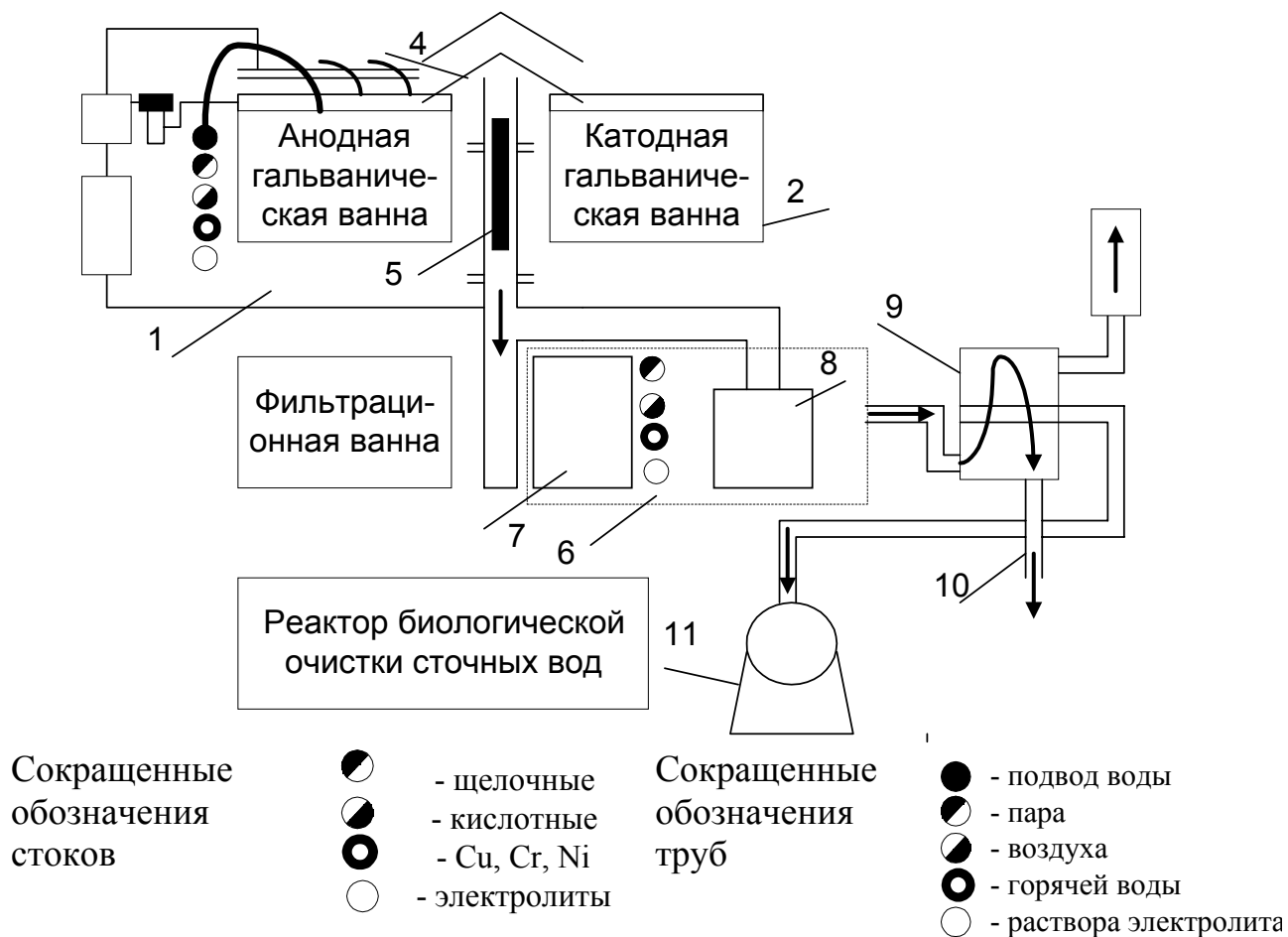


Рис.1. Функциональная схема системы экологической безопасности электрохимического производства.

К каждой из ванн подведен механизм вытяжки 4, который обеспечивает вытяжку паров вредных веществ с зеркала ванны. Внутри этого механизма расположена заслонка 5, которая реализует тягу. Пары электролита перемещаются со скоростью $V_1=0,7$ м/с, они попадают в механизм вытяжки, а затем в вентиляционный короб 6.

В вентиляционном коробе имеются трубы для стоков электролита. Стоки разбиты на группы в зависимости от того, какой химический раствор попадает в них (щелочная и кислотная среда). В эти трубы попадает раствор электролита, который уже потерял свои ценные свойства, необходимые для протекания химической реакции внутри ванн.

В основном вентиляционном коробе находятся еще два короба. Один из них - это вентиляционный короб с группами стоков 7, в другой 8 из механизма вытяжки попадают пары вредных веществ. Из вентиляционного короба 8 пары вредных веществ попадают в пенный фильтр 9. В нем находится раствор типа «шампунь», в основу которого входит вода и пена. В пенном фильтре происходит фильтрация паров вредных веществ. Часть веществ из пенного фильтра поступает в атмосферу в виде очищенного воздуха, другие вещества - как слабые растворы кислот сливаются в очистные сооружения 10 (H_2O + кислота). Трубы делятся на подвод воды, воздуха, пара, горячей воды, раствора электролита.

Процесс вытяжки паров вредных веществ с поверхности зеркала ванны происходит за счет двигателя вентилятора, который подключен к улитке вентилятора 11. Скорость отсоса в вентиляционном коробе $V_3 = 0.3 \dots 0.15$ м/с.

Вдоль ванн линии находятся трубы, которые подводят химические вещества в раствор электролита.

На основании анализа и синтеза объекта управления определены следующие функции программного обеспечения АСУ ТП электрохимического получения карбонатов.

Все функции АСУ ТП ЭХР реализуются программно. Программное обеспечение написано на языке Visual Basic 6.0 с использованием управляющих процедур на языке символьного кодирования Ассемблере. В состав специального программного обеспечения входят следующие алгоритмы:

- первичной обработки информации, в частности, алгоритмы контроля достоверности исходной информации;
- определения не измеряемых величин;
- непосредственного цифрового управления по стандартному ПИД-закону регулирования;
- программно-логического управления;

С целью визуального контроля технолога за ходом технологического процесса разработана графическая программная оболочка, обеспечивающая интерактивный режим задания начальных условий процесса, использование моделей и технологических параметров, предварительно занесенных в банк данных. Программная оболочка, созданная при помощи средств visual-программирования, представляет собой windows-приложение, позволяющее одновременно наблюдать за ходом множества параметров технологического процесса. Подготовка данных о технологическом режиме, считываемых из технологических баз данных, осуществляется в статическом режиме до начала технологического процесса с последующим переносом в текстовый файл данных. Алгоритмы управления процессом в реальном времени разработаны в соответствии с предложенными моделями [3] и включают

последовательный циклический опрос средств измерений, считывание и обработку исходной информации, запуск ассемблерных процедур и функций, вычисляющих значения зависимых переменных. Информационный обмен данными и результатами программ, работающих в реальном времени с СУБД осуществляется через текстовые файлы данных. Предусмотрено текстовое и графическое отображение состояния технологического процесса.

Литература.

1. Автоматическое регулирование плотности тока при нанесении гальванических покрытий с помощью УЭВМ «Днепр». К., ИТИ, 1966. - 28с.
2. Разработка экологически чистого технологического процесса получения карбонатов для премиксов в комбикорма животным. Отчет по НИР № Г15-94. Донецк, ДонГТУ, 1998. - 223с.
3. Киктев Н.А., Чичикало Н.И. Оптимизация управления процессом электрохимического получения карбонатов методом динамического программирования

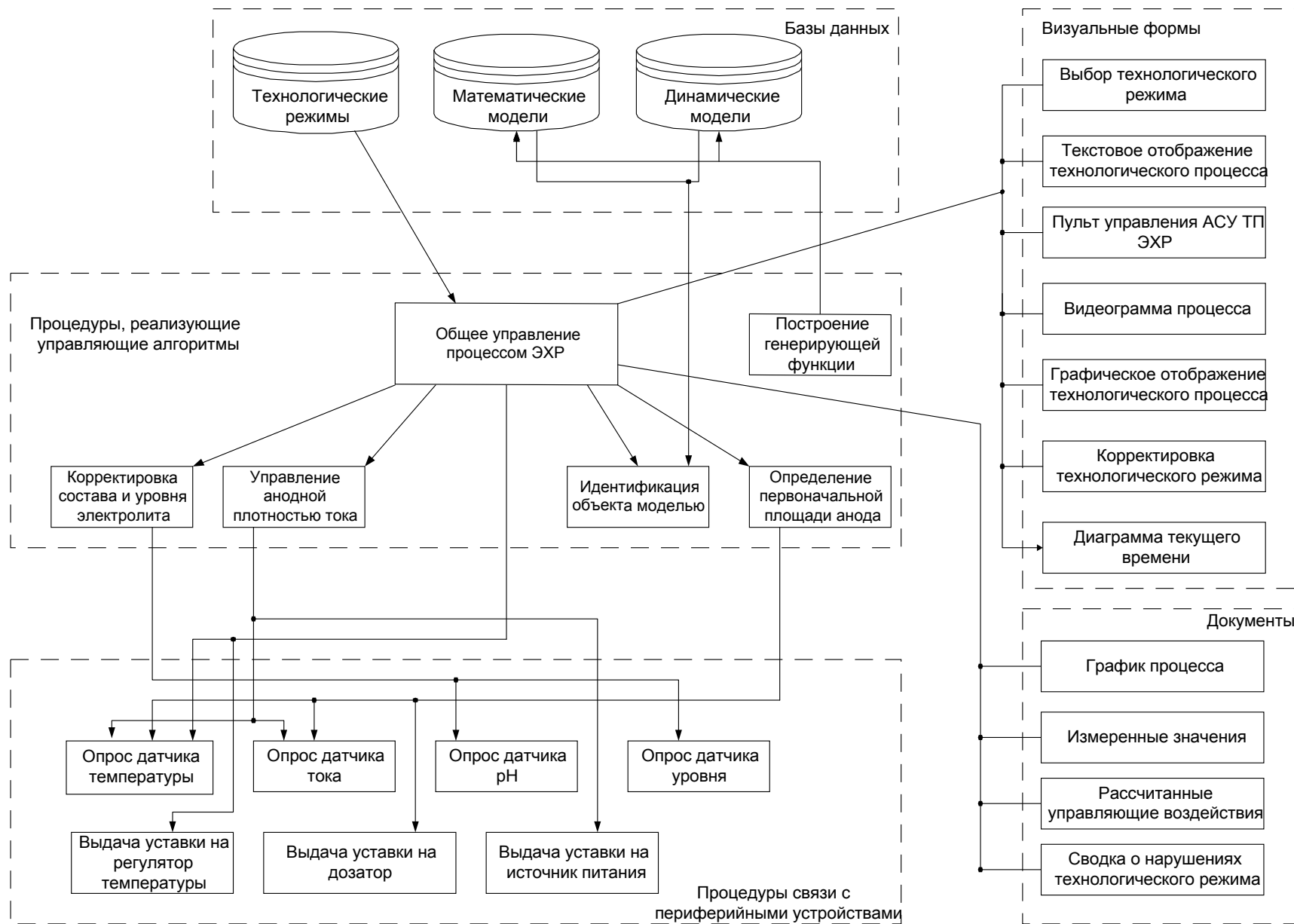


Рис. 2. Структура специального прикладного программного обеспечения АСУ ТП ЭХР

МОДЕЛЬ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО СИГНАЛА В КАНАЛЕ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПО ЗАХОРОНЕНИЮ ВРЕДНЫХ ОТХОДОВ

Р.З. Амиров

Донецкий национальный технический университет

Рассмотрены процессы преобразований оптического сигнала в канале информационно-измерительной системы измерений геометрических размеров (высоты) брикетов и определения погрешности результатов измерений. Изложены результаты разработки измерительного преобразователя обнаружения пакетов, брикетов и рабочих органов технологического оборудования.

В настоящее время во всем мире актуальна задача утилизации ядовитых и вредных веществ, объемы которых продолжают расти. К ним относятся отходы химической промышленности, машиностроения и других отраслей народного хозяйства. Особую опасность представляют радиоактивные отходы (РАО) средней и низкой активности (расходуемые материалы, отходы ремонтных работ в радиоактивных зонах, одежда персонала, дезактивирующие материалы и пр.) [1,2]. В этой связи возникает проблема утилизации и захоронения РАО, что обуславливает необходимость решения следующих задач:

- создания концепции оптимальной технологии переработки РАО;
- подбора высоконадежного технологического оборудования, способного реализовать концепцию оптимальной технологии при безлюдной обработке РАО;
- разработки информационного обеспечения такого комплекса оборудования с экстремальными условиями работы;
- создания комплексного интеллектуального автоматического управления всеми технологическими операциями при полном отсутствии человека.

Наиболее актуальной задачей является разработка информационного обеспечения, на котором базируется система безлюдного интеллектуального управления комплексом в целом. Технические измерительные задачи базируются на информационных задачах: обнаружении, различении и восстановлении сигналов различной природы, несущих информацию о счете объектов, их положении, физических параметрах (весе, высоте спрессованных бочек), а также об идентификации окатышей.

Самым основным фактором, создающим экстремальные условия для обслуживающего персонала, является радиоактивность обрабатываемых отходов, оказывающая негативное влияние на здоровье человека. Поэтому итоговой задачей является полностью безлюдное управление всеми механизмами комплекса по переработке РАО.

Основными элементами информационно-измерительной системы являются система измерения геометрических размеров (высоты) брикетов и система технического зрения для распознавания типоразмеров брикетов.

Для разработки и исследования измерительных преобразователей (ИП) обнаружения пакетов, брикетов и рабочих органов технологического оборудования привлечена теория обнаружения сигнала на фоне помех на основе 2^x альтернативных решений статистических гипотез (Γ_1 и Γ_2) [3]. В качестве носителя информации принят оптический сигнал $S_{\text{опт}}$, обладающий рядом существенных достоинств перед другими видами сигналов. Обнаружение объектов основано на идее оптической локации, что дает существенное конструктивное преимущество (излучатель и приемник располагаются в общем корпусе) перед тривиальными схемными решениями. При этом принята обработка серии (пачки) импульсов в противоположность обработке одиночных импульсов, распространенной в существующей аппаратуре.

Результаты исследования модели процессов преобразования оптического сигнала в измерительном преобразователе, в частности операторов преобразования оптических сигналов, позволили разработать структуру ИП в виде оптического лоатора, осуществляющего синхронное накопление серии импульсов. Как следует из осциллограмм, процесс накопления, осуществляемый интегратором, происходит периодически путем интегрирования n -го (250) числа импульсов в «пачке», что дает существенный выигрыш в усилении сигналов, кратном соотношению времени накопления и периода следования импульсов.

Таким образом, при синхронном накоплении, когда один и тот же маломощный сигнал повторяется n раз, а результаты, полученные на выходе ИП, определенным образом интегрируются, накапливаются, существенно поднимается соотношение сигнал / помеха.

Разработка измерителя параметров высоты основывалась на моделировании процессов преобразования оптического сигнала, несущего информацию о геометрических параметрах брикета, с помощью метода масштабного моделирования на многоэлементном фотоприемнике. По результатам моделирования разработана структура фотоприемной камеры. Ее входным сигналом является идеальный геометрический размер $h(t)$, который затем претерпевает ряд преобразований в различных элементах измерительного канала. После прохождения идентифицируемого канала неоднократно преобразованный геометрический параметр приобретает

цифровую форму H_j^* и выдается на устройство отображения информации или принимает участие в управлении манипулятором по компоновке брикетов различной высоты в контейнере. Процессы преобразования описываются операторами $P_1 - P_7$:

P_1 – оператор преобразования идеального геометрического параметра в идеальное физическое тело с высотой $h_{бр}$. Тень от объекта контроля оценивается световым потоком $\Phi_e(t)$:

$$\Phi_e(t) = f(\Phi_{и}, \tau_{ок});$$

где $\Phi_{и}$ – оптический поток от источника излучения;

$\tau_{ок}$ – коэффициент отражения оптического потока объектом контроля;

P_2 – оператор преобразования потока $\Phi_e(t)$ средой распространения:

$$\Phi'_e(t) = \Phi_e(t)\tau_{срс};$$

где $\tau_{срс}$ – коэффициент пропускания среды распространения;

P_3 – оператор преобразования оптического потока в системе:

$$\Phi_{вых}(t) = \tau_{ок}(t)\tau_{срс}(t)\tau_{ос}\Phi_e(t)\Delta S \sin \sigma A,$$

где $\tau_{ос}$ – коэффициент ослабления оптического сигнала оптической системой фотоприемника;

$\Delta S, \sin \sigma A$ – параметры теневого изображения;

P_4 – оператор преобразования оптического потока, несущего информацию о размере, в импульсный фототок в детекторе фотодиодной линейки:

$$I_{\phi i} = iq_e \Phi_{я} / nf,$$

где $I_{\phi i}$ – фототок в i -й ячейке фотоподлинки элементов (ФЛЭ);

i – квантовый выход создаваемых носителей заряда;

q_e – элементарный заряд;

$\Phi_{я}/nf$ – оптический поток, приходящийся на ячейку в единицу времени;

f – частота излучения с соответствующей длиной волны;

P_5 – оператор преобразования суммарного фототока в напряжение видеосигнала в системе обслуживания ФЛЭ:

$$U_{н}(t_j) = U_{см} - \Delta U_{я},$$

$$U_{н}(t_j) = f(t_{н}, C_{я}, \lambda),$$

где $U_{см}$ – напряжение смещения;

$\Delta U_{я}$ – изменение потенциала ячеек;

$t_{н}$ – время накопления заряда;

$C_{я}$ – емкость ячейки;

λ – длина волны;

P_6 – оператор преобразования аналогового сигнала в цифровую форму:

$$U_j^* = [U(t)]_{\Delta k},$$

где Δk – интервал квантования;

P_7 – оператор формирования в микропроцессоре числового значения параметра брикета – H^* - его высоты $h_{бр}$.

Погрешность результата измерения параметра объекта контроля – высоты брикета определяется так:

$$\Delta \lambda_j^* = \Delta_M \lambda_j^* + \Delta_u \lambda_j^* + \Delta_1 \lambda_j^* + \Delta_K \lambda_j^* + \Delta_2 \lambda_j^*,$$

где $\Delta_M \lambda_j^*$ - методическая погрешность;

$\Delta_u \lambda_j^*$ - инструментальная погрешность;

$\Delta_1 \lambda_j^*$ - погрешность, обусловленная аналоговым преобразованием;

$\Delta_K \lambda_j^*$ - погрешность, обусловленная аналого-цифровым преобразованием;

$\Delta_2 \lambda_j^*$ - погрешность, обусловленная цифровым преобразованием.

Снижение погрешности измерения обеспечивается применением поправочных коэффициентов, зависимостей и алгоритмов компенсации погрешностей, что в конечном итоге повышает достоверность распознавания образов объекта контроля.

Выводы

Предложенный функционально законченный комплекс математических моделей, способов и средств по обнаружению, различению сигналов и их восстановлению для обнаружения объектов, измерения их геометрических параметров и распознавания образов объектов позволяет решить комплексную проблему по захоронению радиоактивных отходов средней и низкой активности. Изложены результаты разработки измерительного преобразователя обнаружения пакетов, брикетов и рабочих органов технологического оборудования.

Литература

1. International Atomic Energy Agency. Technical Reports Series. - Vienna: IAEA, 1983. – Vol. 223: Treatment of Low - and Intermediate level solid Radioactive Wastes.
2. Никитин В.Е., Амиров Р.З., Сагайда И.М. Информационно-измерительная система по захоронению радиоактивных отходов // Машиностроение и техносфера на рубеже XXI века: Сб. научн. тр. - Донецк: ДонГТУ, 1999. - С.206-209.
3. Кузьмин И.В., Кедрус В.А. Основы теории информации и кодирования.-2-е изд., перераб. и доп.- К.:Вища шк. Головное изд-во,1986. – 238 с.

Поступила в редакцию 13.05.04

УДК 621.054

АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МОДЕЛИРУЮЩЕЙ СРЕДЫ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА ЧЕЛОВЕКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОГНИТИВНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

Ларин В. Ю., Охрименко А.А.

Донецкий национальный технический университет

В статье предложена алгоритмическая модель моделирующей среды теплового баланса человека с использованием когнитивной компьютерной графики.

Постановка проблемы и ее актуальность.

В настоящее время интенсивно распространяются рекламные и практические рекомендации о применении пищевых добавок, лекарственных препаратов и множестве других методах самолечения. Известно также, что их применение требует индивидуального подхода, что практически невозможно постоянно осуществлять для широкого круга пользователей. Наличие простых и доступных методов экспресс-анализа обобщенного состояния человека, одним из которых является тепловой баланс организма, позволит пользователю в бытовых условиях осуществлять диагностику их влияния на конкретный индивидуум, а также корректировку применения. Их разработка является весьма актуальной задачей и относится к методам профилактики здоровья человека. Одним из предлагаемых является метод определения текущего температурного портрета с целью его нормализации в случае наличия аномальных явлений.

Анализ известных решений.

Нормальная работа живого организма подразумевает эффективное использование ресурсного потенциала. Согласно представлениям П. К. Анохина, в достижении полезного приспособительного результата организм участвует весь как единое целое [1]. Тем не менее, выделен ряд частных функциональных систем, обеспечивающих достижение соответствующих результатов. Одной из них является функциональная система, поддерживающая температуру тела. Приспособительным результатом её является поддержание такого уровня температуры в организме, который обеспечивает нормальное течение обменных процессов.

Создание когнитивных моделей одновременно с визуальным наблюдением на экране дисплея персонального компьютера (ПК) за изменением параметров исследуемого объекта, дает возможность выполнять оценку полученных результатов. Время, затрачиваемое на

получение и обработку данных, составляет доли секунд и поэтому можно сделать приближение, что результаты, отображаемые на мониторе, соответствуют реальному времени. Помимо отображения параметров исследуемого сигнала также возможен их анализ и генерация управляющих импульсов поддерживающих уровень сигнала на заданном уровне. Все эти процессы, можно реализовать, используя модель моделирующей среды теплового баланса человека, задействовав один из портов ПК, к которому подключается интерфейс, обеспечивающий связь с контролируемым устройством. В простейшем случае данные для анализа можно ввести вручную.

Одним из основных условий, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность человека, является постоянство температуры тела. Однако в различных частях тела состояние неодинаково [2].

Известно, что экзо- и эндогенная термическая нагрузка влияет не только на систему терморегуляции, но и на другие функциональные системы организма живого организма. Ведущую роль в формировании термической нагрузки, которая определяет тепловое состояние, играет комплекс факторов: температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое излучение, экология и продолжительность их воздействия, физическая активность, длительная работа с компьютером и т. п.

Постановка задачи исследования.

Алгоритмическую модель моделирующей среды теплового баланса человека с использованием когнитивной компьютерной графики целесообразно представить в одном из пакетов прикладных программ, например, Delphi. На основании изучения особенностей объекта исследований определяется диапазон измеряемых параметров и точность измерений. Структура системы учитывает обоснованный выбор метода измерения температуры, требования к мобильности системы и число измерительных каналов. Метод передачи информации предусматривает наличие нескольких передатчиков и способ определения номера передатчика. Программное обеспечение должно производить накопление и визуальное отображение результатов измерений в реальном времени.

Целью исследований является разработка алгоритмической модели моделирующей среды теплового баланса человека с использованием когнитивной компьютерной графики. Источником информации является измерительное устройство, предназначенное для контроля и анализа температурного баланса живого организма. Разработка предназначена для использования в различных областях медицины, как на этапах исследовательской деятельности, профилактики, так и при контроле гомеостаза стационарных больных.

Согласно представлениям П. К. Анохина, в достижении полезного приспособительного результата организм участвует весь как единое целое.

Тем не менее, выделен ряд частных функциональных систем, обеспечивающих достижение соответствующих результатов. Одной из них является функциональная система, поддерживающая температуру тела. Приспособительным результатом её является поддержание такого уровня температуры в организме, который обеспечивает нормальное течение обменных процессов.

При исследовании, проведенном в летний период при относительном покое человека, выявлено, что температура кожи в течение дня существенно меняется. Наиболее низкая температура наблюдается в утренние часы, когда средняя величина её не превышает $32,22 \pm 0,01$. Обращает на себя внимание особенность распределения температуры кожи на различных участках тела: высокая – на туловище и относительно низкая - на дистальных и проксимальных участках.

Температура кожи ($^{\circ}\text{C}$) в течение дня

Поверхность кожи	Утро (6-7 час.)	День (12-13 час.)	Вечер (17-18 час.)
Лоб	$33,1 \pm 0,06$	$34,6 \pm 0,05$	$34,9 \pm 0,06$
Щеки	$31,9 \pm 0,09$	$34,7 \pm 0,01$	$34,7 \pm 0,02$
Шея	$33,4 \pm 0,07$	$34,7 \pm 0,01$	$34,9 \pm 0,02$
Живот	$32,6 \pm 0,07$	$33,7 \pm 0,02$	$34,1 \pm 0,02$
Кисть	$30,2 \pm 0,1$	$33,6 \pm 0,02$	$33,8 \pm 0,02$
Стопа	$31,9 \pm 0,26$	$33,5 \pm 0,05$	$33,9 \pm 0,05$

В дневные и вечерние часы суток при температуре воздуха в помещении $28,0-30,6$ градусов средняя температура кожи превышала комфортные параметры ($33,66-34,00$). Разница в уровнях температуры кожи туловища и конечностей при этом сглаживается. Повышается также температура тела (с $36,0 \pm 0,02$ до $36,6 \pm 0,02$ вечером).

Известно, что при температуре внешних областей (в аорте), равной $37,0-37,5$, разница в температуре между сердцевиной тела и периферией его составляет $4,5$ градуса. Следовательно, температура кожи должна находиться в пределах $32-33$ градусов. В наших наблюдениях температура кожи летом в дневное время при температуре воздуха $28-30,6$ выходила за пределы этих величин, что уменьшало разницу в температуре между сердцевиной и периферийными участками тела. Колебания температуры кожи в сторону повышения комфортных величин, а также учащение пульса и повышение кровяного давления в течение дня в связи с повышением температуры воздуха свидетельствует о заметном напряжении терморегулирующих механизмов организма. Анализ состояния организма производится не только исходя из результатов отклонений в данный конкретный момент, но и учитывается динамика изменения температуры. Для окончательного заключения о состоянии человека используются измерения ЭКГ. Алгоритм проведения

исследований представляет последовательность действий, которую необходимо выполнить оператору: разместить датчики температуры в местах измерения, произвести настройку аппаратуры, провести измерение температуры, отобразить результаты исследований. Составлен алгоритм, реализующий данный метод анализа.

В процессе работы программы на экране происходит отображение параметров температуры. Зеленый цвет, плавно переходящий в красный свидетельствует о повышении температуры в данной части организма человека. Переход зеленого в синий свидетельствует о переохлаждении. Рядом с графиком отображаются текущие измеренные параметры. Пример работы программы показан на рис.1, 2, 3:

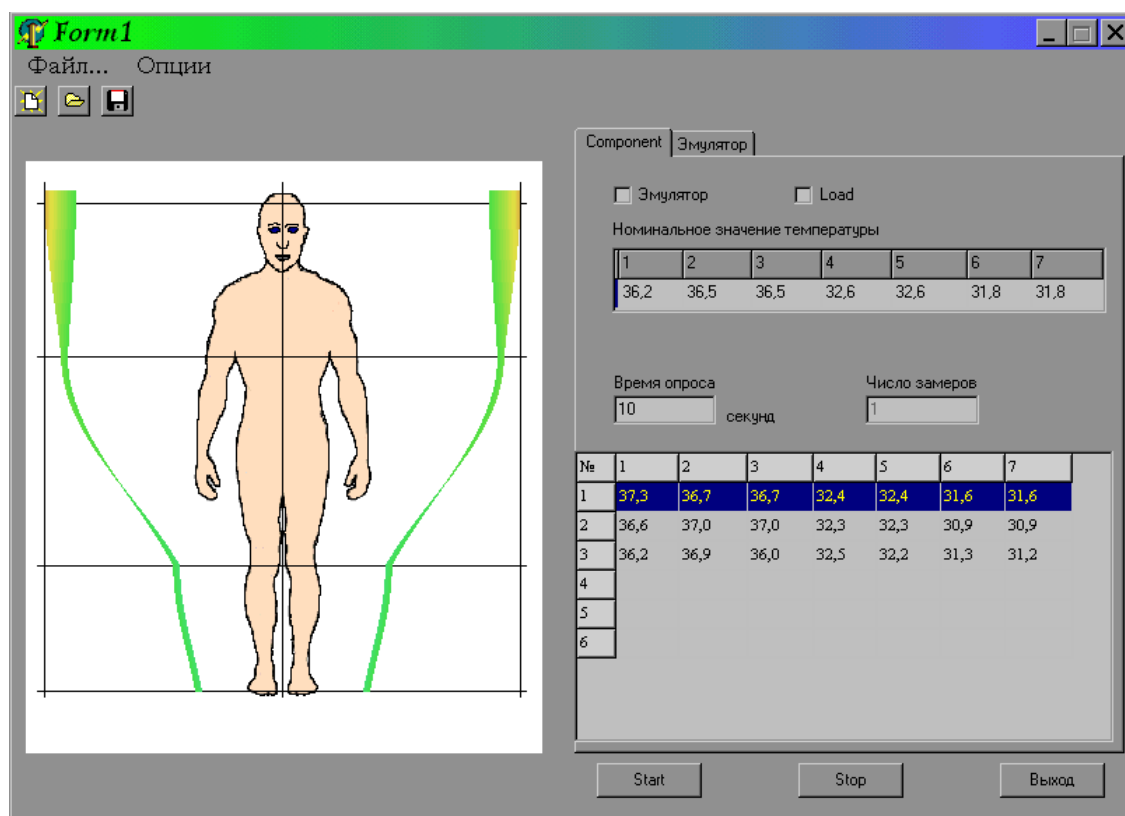


Рис. 1. Диаграмма распределения температуры - повышение температуры ГОЛОВЫ

Из рис. 1 видно, что температура головы поднялась и составляет 37,3 градусов, а температура ног снизилась до 31,6 градусов. На рис. 2 температура головы и тела находится приблизительно в норме, а температура ступней снизилась до 30,5 градусов. В процессе измерений может наблюдаться асимметрия распределения температуры, как показано на рис. 3.

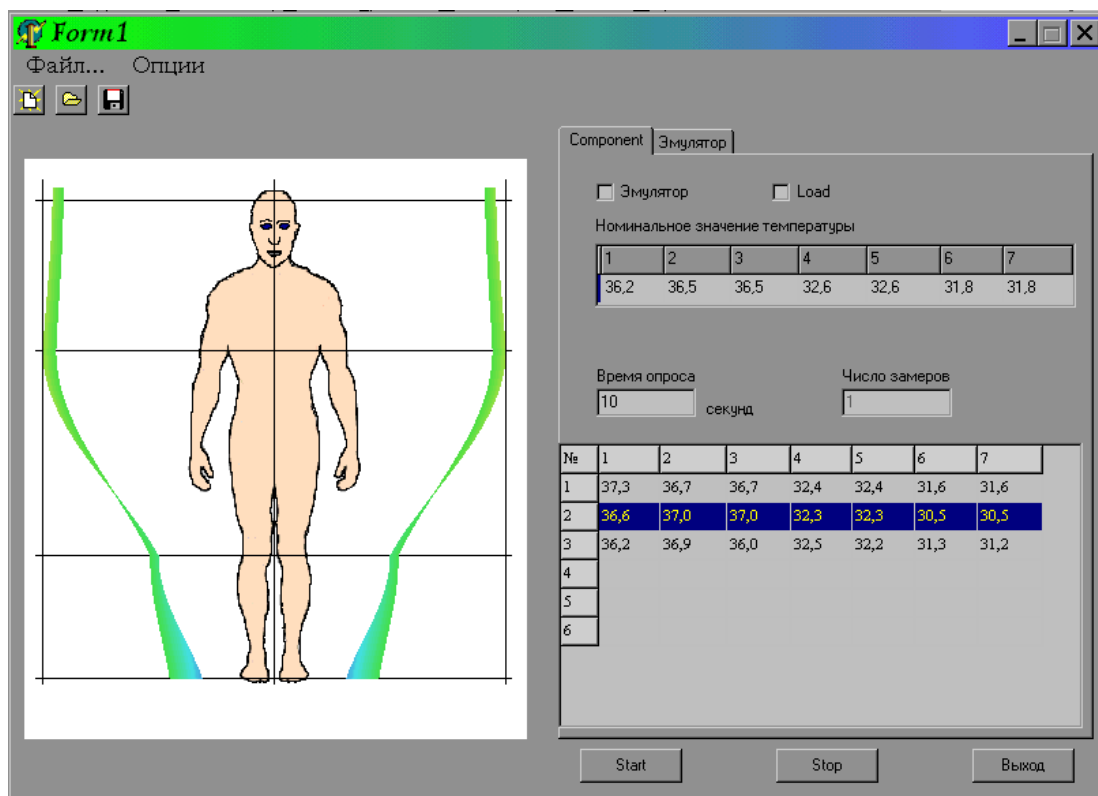


Рис. 2. Диаграмма распределения температуры - охлаждение ног

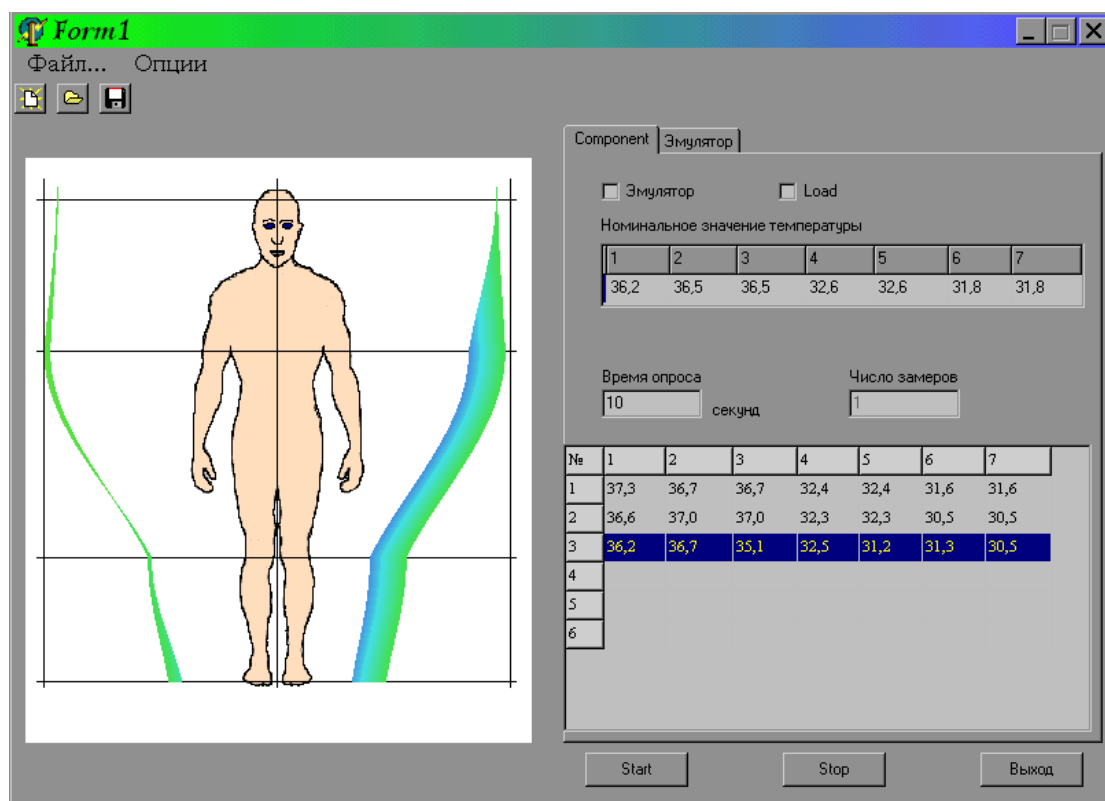


Рис. 3. Диаграмма распределения температуры - переохлаждение левой стороны

Выводы

Изучение функционального состояния организма человека при работе в экспериментальных условиях, позволяет установить характер зависимости терморегуляторных реакций организма от интенсивности охлаждающих воздействий среды.

Системный анализ приспособительной деятельности организма человека дает возможность вскрыть, что гемодинамика является одним из важнейших механизмов терморегуляции. Она обеспечивает обогрев периферических тканей и предохраняет их от обморожений. Большие теплотери организма способствуют включению механизмов разобщения окисления и фосфорилирования.

Контролируемый результат функциональной системы терморегуляции, позволяет установить реакцию организма на внешние условия, определяет всю совокупность процессов и механизмов, степень их функционального напряжения, обеспечивающих сохранение нормальной жизнедеятельности организма в данных условиях.

Предложенный способ схемотехнического решения контроля параметров температуры позволяет повысить точность измерений с использованием дешевых серийно выпускаемых измерительных технических средств.

Литература:

1. Акмедов Р. Терморегуляция человека и животных в условиях повышенной температуры. АН УзССР Ин-т физиология, Ташкент: «Фан» 1977г.
2. Рыжиков Г. В., Раков Г. К. Системный анализ механизмов терморегуляции организма. Физиология человека 1981г. т.7, №2 с.251-258
3. Суворов Г. А., Афанасьева Р. Ф., Антонов А. Г. Прогнозирование теплового состояния человека при воздействии комплекса факторов. Мед. труда и пром. экол. 2000г. №2 с.1-8
4. Чусов Ю. Н. Исследование механизмов терморегуляции. Физиология человека 1979г. т.5, №5 с.827-833
5. Павлов И. П. Физиология терморегуляции – полное собрание сочинений. М. –Л. 1952г. т.5 с.415

Поступила в редакцию 13.05.04

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ КОМПЛЕКСНОЙ ДИАГНОСТИКИ В ОБЛАСТИ МЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

А.А. Штепа, Н.И. Чичикало,
Донецкий национальный технический университет, ф. КИТА, каф. ЭТ

В статье предложена методика построения структуры универсальной мультисигнальной медикодиагностической ИИС, которая предусматривает возможность расширения состава измеряемых параметров, а также обеспечивает получение стабильных, воспроизводимых результатов измерения разнотипных физиологических параметров биообъекта для комплексного диагностического исследования.

Актуальным направлением современной диагностики (как медицинской, так и технической) является развитие комплексных методов исследования. Одновременное исследование набора разноплановых показателей дает более полное представление о процессах, протекающих в объекте и позволяет делать более точное заключение о текущем состоянии объекта исследования. Особенно актуальной задача комплексного исследования становится в области медицинской диагностики. Повышенный интерес к состоянию здоровья людей в условиях сложной экологической обстановки и негативного влияния на организм множества различных техногенных и природных воздействий приводит к разработке новых эффективных и сложных методик контроля общего состояния здоровья, основанных на одновременном анализе целого комплекса диагностических показателей с помощью персонального компьютера (ПК). Исследование одновременно нескольких диагностических характеристик позволяет судить о состоянии той или иной системы организма по минимальным отклонениям этих параметров, что позволяет решать важнейшую задачу медицинской диагностики - выявление признаков заболевания на ранних этапах его развития.

В том случае, когда необходимо одновременно измерять несколько физических величин, вместо того, чтобы для каждого измерения использовать отдельную измерительную систему, применяют систему сбора данных (рис 1).

Выходные сигналы от каждого датчика системы (D_1-D_n) поступают в преобразователи сигналов ($ПС_1-ПС_n$), где они преобразовываются в напряжение стандартного диапазона (обычно 0...5В или 0...10В) и фильтруются с целью подавления низкочастотных и высокочастотных помех [1]. Мультиплексор, устройство выборки и хранения, аналого-цифровой преобразователь (АЦП) и собственно микропроцессор (МП) управления процессом измерения объединены в единый микропроцессорный модуль (МПМ).

При этом фильтр целесообразно размещать ближе ко входу измерительного устройства, чтобы как можно раньше подавить помеху. Это

объясняется тем, что до тех пор, пока помеха не подавлена, динамический диапазон измерительного канала должен быть рассчитан на передачу без искажения суммы наибольшего полезного сигнала и наибольшей помехи. Такие повышенные требования к динамическому диапазону измерительных преобразователей отрицательно сказываются на их точности [2].

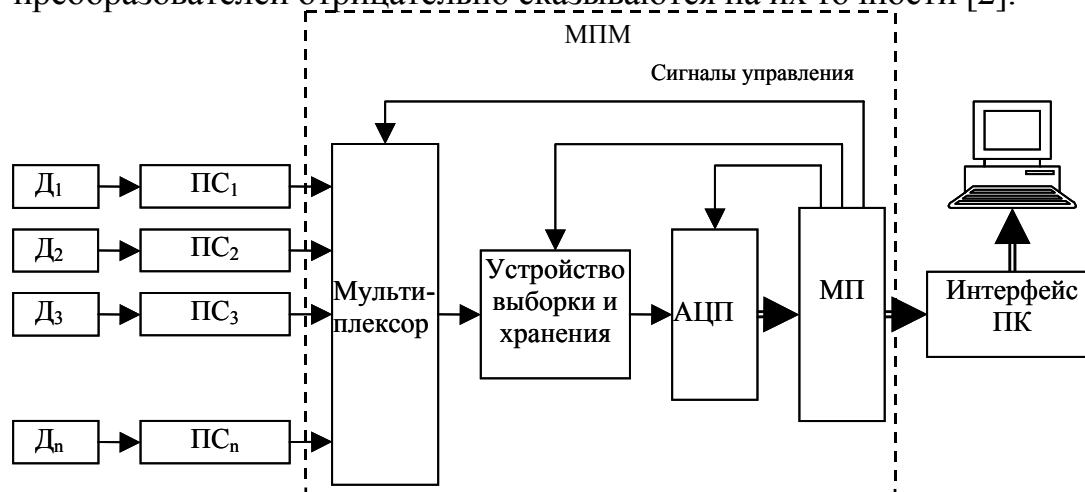


Рис 1. Основные элементы системы сбора данных

Применение пассивных фильтров в измерительном канале имеет ряд недостатков. Это, в первую очередь проблемы, связанные с ослаблением сигнала и согласованием последовательных секций. Ток, протекающий через нагрузку, может изменять частотную характеристику фильтра. Эти проблемы успешно решаются с помощью применения активных фильтров [1,2]. Однако, использование активных фильтров также не лишено некоторых недостатков. Для измерительной техники типичным является низкочастотный полезный сигнал [1], при этом для медикодиагностических исследований важнейшей задачей является подавление типичной низкочастотной помехи, вызванной дыханием пациента [3]. Близкое расположение спектров полезного сигнала и этой помехи обуславливает необходимость применения активных фильтров высокого порядка, обладающих более крутым спадом АЧХ в переходной полосе. Однако, анализ различных типов активных фильтров показывает, что чем круче спад АЧХ фильтра в переходной полосе, тем более нелинейна его ФЧХ [2]. Например, эллиптический фильтр (фильтр Кауэра), обладающий наиболее крутым спадом АЧХ, обладает нелинейностью ФЧХ, значительно искажающей форму измерительного сигнала. Фильтр Бесселя того же порядка, имеющий наиболее линейную ФЧХ, обладает значительно более плавным спадом АЧХ [4,5]. Нарастивать порядок фильтра Бесселя с целью приближения его характеристик к идеальным не представляется возможным, так как это приводит к усложнению схемы фильтра и ужесточению требований к точности его элементов. В связи с этим на практике крайне редко используются фильтры, порядок которых превышает 6-7 [2].

Поиск компромисса между нелинейностью ФЧХ и крутизной спада АЧХ привели к созданию ряда однотипных медицинских приборов, в которых в целях фильтрации сигнала и повышения помехоустойчивости применяются различные технические решения. Так как нормированию

подвергают лишь АЧХ устройства, а фазовые характеристики не оговариваются, то полученные в идентичных условиях сигналы при использовании однотипных приборов с различными ФЧХ будут различаться. Это повлечет существенные различия в вычисляемых показателях и, как следствие, невозможность совместного комплексного использования результатов нескольких одновременных измерений.

Для получения стабильных, воспроизводимых результатов измерения необходимо устранить систематические ошибки, связанные с АФЧХ измерительных преобразователей измерительного канала ИИС.

Целью настоящего исследования является разработка структуры ИИС, которая предусматривает возможность расширения состава измеряемых параметров, а также обеспечивает получение стабильных, воспроизводимых результатов измерения разноплановых физических параметров биообъекта.

Рассмотрим возможность получения стабильных, воспроизводимых результатов измерения физических параметров биообъекта.

В структурной схеме системы сбора данных на рис 1 мультиплексор, устройство выборки и хранения, АЦП и собственно микропроцессор управления процессом измерения объединены в единый микропроцессорный модуль (МПМ). Это отображает современное положение дел, когда широко доступны универсальные микропроцессоры, действительно включающие в себя все эти блоки, а иногда и интерфейс связи с персональным компьютером. Примером такого микропроцессора может служить семейство микроконтроллеров PICmicro[®] PIC 16C77x (производитель Microchip), оснащенный 8-канальным 12-разрядным АЦП и встроенным модулем универсального синхронно-асинхронного приемопередатчика (USART) [6]. Структурная схема измерительного канала системы, построенной на подобном микроконтроллере, приведена на рис 2.

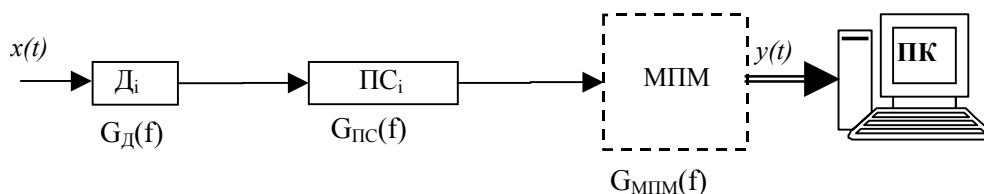


Рис. 2. Структурная схема *i*-го измерительного канала

Как правило, реальные приборы с достаточной степенью точности являются линейными, и тогда спектр выходного сигнала $y(t)$ измерительного канала можно представить:

$$Y(f) = G_{ИК}(f) \cdot X(f) = G_D(f) \cdot G_{ПС}(f) \cdot G_{МПМ}(f) \cdot X(f), \quad (1)$$

где $X(f)$ – спектр входного сигнала $x(t)$, $G_D(f)$, $G_{ПС}(f)$, $G_{МПМ}(f)$, $G_{ИК}(f)$ – частотная характеристика датчика, преобразователя сигнала и микропроцессорного модуля и всего измерительного канала соответственно. Отсюда следует, что частотная характеристика измерительного канала:

$$G_{ИК}(f) = G_D(f) \cdot G_{ПС}(f) \cdot G_{МПМ}(f), \quad (2)$$

а после преобразования Лапласа соотношения изображений входного и выходного сигнала описываются известной формулой:

$$Y(p) = G_{ИК}(p) \cdot X(p), \quad (3)$$

где $G_{ИК}(p)$ – передаточная функция цепи измерительного канала.

Из (1), (2), (3) и рис. 2 следует, что для устранения систематической погрешности, связанной с АФЧХ измерительного канала, в систему для каждого измерительного канала необходимо ввести корректирующее звено с передаточной характеристикой:

$$G_K(p) = \frac{1}{G_{ИК}(p)}. \quad (4)$$

Схемотехнически создание звена измерительного канала с произвольной передаточной характеристикой связано со значительными трудностями [4,5]. Однако, входящий в состав ИИС персональный компьютер позволяет воспользоваться значительными вычислительными возможностями для решения этой задачи с помощью методов цифровой обработки сигналов (ЦОС). Действительно, в конечном итоге задача сводится к обработке выходного сигнала измерительного канала с помощью звена с произвольной частотной характеристикой $G_K(f)$, то есть к фильтрации цифровым фильтром с частотной характеристикой вида:

$$G_K(f) = \frac{1}{G_{ИК}(f)} = \frac{1}{G_D(f) \cdot G_{ПС}(f) \cdot G_{МПМ}(f)}, \quad (5)$$

тогда из (1) и (5), спектр восстановленного таким образом сигнала будет равен:

$$Y_{восст}(f) = Y(f) \cdot G_K(f) = \frac{Y(f)}{G_{ИК}(f)} = \frac{Y(f)}{G_D(f) \cdot G_{ПС}(f) \cdot G_{МПМ}(f)}, \quad (6)$$

а из (1) и (6) следует:

$$Y_{восст}(f) = \frac{G_D(f) \cdot G_{ПС}(f) \cdot G_{МПМ}(f) \cdot X(f)}{G_D(f) \cdot G_{ПС}(f) \cdot G_{МПМ}(f)} = X(f). \quad (7)$$

Это значит, что после восстановления в ПК будет получен сигнал, лишенный систематической погрешности, связанной с АФЧХ всех звеньев измерительного канала. Кроме того, спектр восстановленного сигнала будет содержать все частотные составляющие, которые не были подавлены фильтром преобразователя сигнала до уровня, неразличимого АЦП микропроцессорного модуля. Поэтому после процедуры восстановления сигнала необходимо провести фильтрацию цифровым фильтром такого типа и порядка, который обеспечит наилучшее выделение полезной полосы сигнала без искажений его формы. При этом следует учитывать, что порядок применяемого цифрового фильтра ограничивается только требуемой для его реализации вычислительной мощностью ПК, а фазовые искажения, свойственные ряду цифровых фильтров могут быть устранены процедурой повторной встречной фильтрации [4,5].

Для успешной реализации такого алгоритма восстановления необходимо до начала измерений знать передаточные функции звеньев измерительного канала [7]. Возможны два способа получения этих передаточных характеристик: а) с помощью специальных программных средств моделирования работы принципиальных схем каждого звена, и б) прямыми измерениями в лабораторных условиях. В первом случае эффективность процедуры восстановления будет зависеть от точности модели и возможностей программного продукта. Во втором существенным недостатком является необходимость прибегать к специфическому лабораторному оборудованию каждый раз при изменении состава

измеряемых параметров. Кроме того, оба эти метода подразумевают однократное получение передаточных функций звеньев, что не позволяет учитывать временные изменения в характеристиках каналов, имеющие место при старении компонентов электронных схем или изменении внешних условий эксплуатации (температуры, влажности, давления и т.д.).

На основании проведенных исследований предлагается следующая структурная схема универсальной мультисигнальной медикодиагностической информационно-измерительной системы (ИИС) (рис. 3).

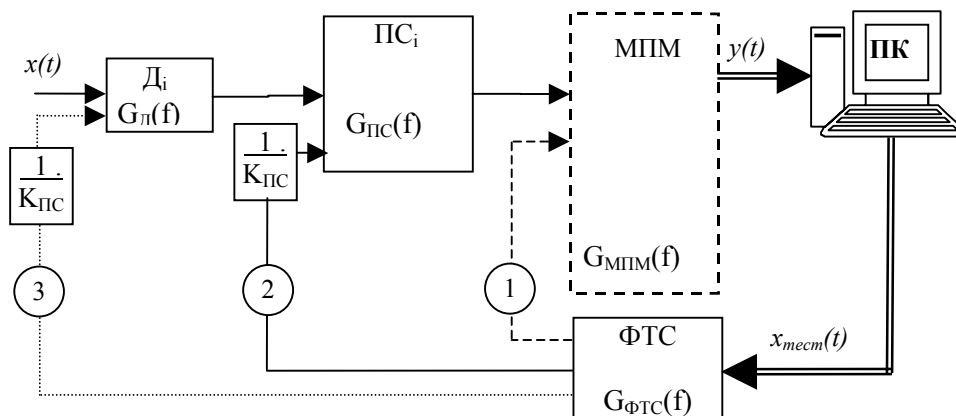


Рис 2. Структурная схема одного измерительного канала универсальной мультисигнальной медикодиагностической ИИС

Для контроля передаточных характеристик звеньев измерительного канала воспользуемся соотношением (3). Сформировав с помощью ПК некоторый тестовый сигнал $x_{тест}(t)$, полоса спектра которого совпадает с частотной полосой полезного сигнала, подадим его через формирователь тестового сигнала (ФТС) на вход звена, чья передаточная характеристика нас интересует. Затем по спектру полученного выходного $Y(f)$ и известному спектру тестового $X_{тест}(f)$ сигналов определим частотную характеристику участка измерительного канала и звена ФТС:

$$\frac{Y(f)}{X_{тест}(f)} = G_{ФТС}(f) \cdot G_{МПМ}(f). \quad (8)$$

Поскольку ПС обычно содержит усилитель с коэффициентом усиления в полосе пропускания $K_{ПСi}$, то перед вводом в ПС тестового сигнала необходимо согласовать его с динамическим диапазоном ПС, то есть обработать звеном с передаточной характеристикой $1/K_{ПСi}$, в роли которого может выступать соответствующий делитель напряжения:

$$\frac{Y(f)}{X_{тест}(f)} = G_{ФТС}(f) \cdot G_{МПМ}(f) \cdot G_{ПСi}(f) \cdot \frac{1}{K_{ПСi}}. \quad (7)$$

В случае, когда измеряемая физическая величина – напряжение (например в кардиографии) получим:

$$\frac{Y(f)}{X_{тест}(f)} = G_{ФТС}(f) \cdot G_{МПМ}(f) \cdot G_{ПСi}(f) \cdot \frac{1}{K_{ПСi}} \cdot G_{Di}(f) \quad (8)$$

Разделив полученную функцию (8) на известные $G_{\text{ФТС}}(f)$ и $1/K_{\text{ПС}i}$, получим частотную характеристику всего измерительного канала.

Выводы. Постоянный контроль за передаточной функцией измерительного канала с помощью предложенной структурной схемы позволяет не только избежать искажений связанных с собственными АФЧХ преобразователей сигналов отдельных измерительных каналов, но и совместно с процедурой апостериорного восстановления-фильтрации сигнала стандартизирует условия измерения, обеспечивая таким образом возможность получения стабильных, воспроизводимых результатов измерения физических параметров биообъекта. А это, в свою очередь дает возможность гибко изменять состав измеряемых системой величин и, адекватно сопоставляя результаты измерений, решать задачу комплексной диагностики состояния пациента. Кроме того, предложенная структура позволяет при разработке ПС к дополнительным датчикам избегать поиска компромисса между качеством АЧХ фильтра и фазовыми искажениями сигнала, поскольку нелинейность ФЧХ компенсируется процедурой апостериорного цифровой восстанавливающей фильтрации.

Литература

1. Болтон У. Карманный справочник инженера метролога.–М.: Издательский дом “Додэка-XXI”, 2002.–384 с.
2. Гутников В.С. Фильтрация измерительных сигналов.–Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1990 г. –192с.
3. Беляев К.Р., Морозов А.А. Коррекция фазовых искажений и обработка биомедицинских сигналов. Вестник МГТУ. Сер. Приборостроение. 1993. № 4. с.40-53
4. Цифровая обработка сигналов: Опыт использования персональных ЭВМ / А.А. Иванько, В.И. Гордиенко, В.М. Соловьев, Я.А. Иванько.К.: Тэхника, 1990 г.–160 с.
5. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов – СПб.:Питер, 2003 г –604 с.:ил.
6. Предко М. Справочник по ПС-микроконтроллерам: Пер. с англ. –М.: ДМК Пресс, 2002; ООО Издательский дом “Додэка-XXI”, 2002 г., 512с.
7. Василенко Г.И. Теория восстановления сигналов: О редукации к идеальному прибору в физике и технике.–М.: Сов. радио, 1979 г., 260 с.
8. . W. Smith The scientist and engineer's guide to digital signal processing. – California Technical Publishing, 1997.–420 p

Поступила в редакцию 13.05.04

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО ИНФРАКРАСНОГО МЕТАНОМЕТРА ДЛЯ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Вовна А.В., Хламов М. Г.

Донецкий национальный технический университет

Предложена имитационная математическая модель спектра поглощения инфракрасного излучения метаном. Модель использована в алгоритме определения концентрации метана в атмосфере подземных выработок угольных шахт. Введение дополнительного оптического канала, и разработанный алгоритм обеспечивают устранение влияния рудничной пыли в открытом оптическом канале на результат измерения концентрации метана.

Угледобыча в Донецком регионе остается одной из основных отраслей промышленности. С ростом глубины разработок угля увеличивается газоносность выработок, температура пластов и влажность пород, а так же частота и интенсивность газодинамических проявлений, что ведет к повышению опасности при ведении горных работ. В таких условиях особое значение приобретает вопрос комплексного оснащения шахт непрерывно действующими средствами автоматического контроля состава и параметров атмосферы шахты повышенного быстродействия.

Одним из опаснейших компонентов шахтной атмосферы является метан. Даже в небольших концентрациях (более 2,5 %) его смесь с воздухом является взрывоопасной. При внезапных выбросах метана на протяжении нескольких секунд его концентрация может достичь взрывоопасных границ. Согласно статистическим исследованиям, критическое время отключения технологического электроснабжения, которое обеспечивает допустимое значение достоверности аварийной ситуации, составляет 4,5 сек. Поэтому разработка методов и средств измерения характеристик компонентов шахтной атмосферы весьма актуальна.

В известных работах зарубежных авторов прослеживается тенденция разработки современных методов и средств для измерения объемной концентрации газов. В соответствии с этими методами существует спектр средств контроля метана в шахтной атмосфере, но они весьма критические к наличию в измеряемом объеме пыли. В целях устранения влияния пыли в составе атмосферы шахты введены средства пробоподготовки, которые снижают быстродействие систем газового

анализа.

Рост газодинамических проявлений в шахтной атмосфере нуждается в разработке специальных методов и технических средств оперативного наблюдения и контроля за ее состоянием. На участках шахтных выработок возникает необходимость получения дополнительной информации с целью предупреждения аварийных ситуаций на объектах в случае их возникновения, срочного выключения электроснабжения и устранения взрывоопасной ситуации. Эту информацию можно получить путем установления контрольных приборов вдоль шахтной выработки. Эти приборы работают в составе системы газовой защиты и являются оперативными. Они выявляют повышение концентрации метана и инициируют мероприятия, которые предотвращают взрыв метана. Здесь измерения осуществляются с помощью измерительного прибора, который подает электрический сигнал, пропорциональный концентрации метана.

Вследствие особенности интегральных оптических методов контроля, измерения значений объемной концентрации метана может быть выполнено за существенно меньшее время, чем это обеспечивают существующие средства измерения. Объемная концентрация метана практически мгновенно измеряется бездисперсионным спектрометрическим газоанализатором из-за отсутствия средств пробоподготовки (фильтров для очистки газа от пыли) в результате применения метода компенсации путем введения аппаратурной избыточности.

Использование спектрометрического оптикоабсорбционного метода измерения концентрации метана в автоматических системах измерения концентрации метана и его усовершенствования путем введения компенсации доминирующих факторов погрешности: присутствие в оптическом канале пленки сажи (нагромождение на окнах оптических каналов пленки пыли, рассеивания потока излучения в оптических каналах) и погрешности от динамических изменений характеристик измеряемой среды, на основе предложенных методов компенсации.

Основным источником подачи воздуха в выработке является система местного проветривания. Она состоит из вентилятора местного проветривания и воздуховода диаметр, которого в среднем равняется 1м. Выход воздуховода устанавливается на расстоянии 1,5-3 м от передней стены выработки. После столкновения струи с воздуховодом со стеной, струя разваливается на турбулентный поток. Далее по длине выработки поток воздуха носит турбулентный характер, причем по требованиям техники безопасности средняя продольная скорость воздуха в выработке не должна быть меньше 0,5 м/с во избежание развала турбулентного потока, иначе происходит стратифицированная воздуха, и метан концентрируется в верхней части выработки. Исходя из этого, для описания газовых процессов, которые протекают в тупиковых выработках,

используются модели турбулентных процессов.

С учетом всех этих факторов должно быть выбранная длина измеряемой трассы и ее положение в шахтной выработке с целью определения концентрации за минимальное время. Возможная длина трассы может быть ограничена величиной 3-5 м, с количеством использованных измерителей 3-4 шт. и временем измерение не больше 1мс.

В соответствии с экспериментальными данными [1] спектр поглощения метана имеет сложную структуру (колебательно – вращательную), которая изучена и промоделирована в работах [2,3], и представлен на рис. 1.

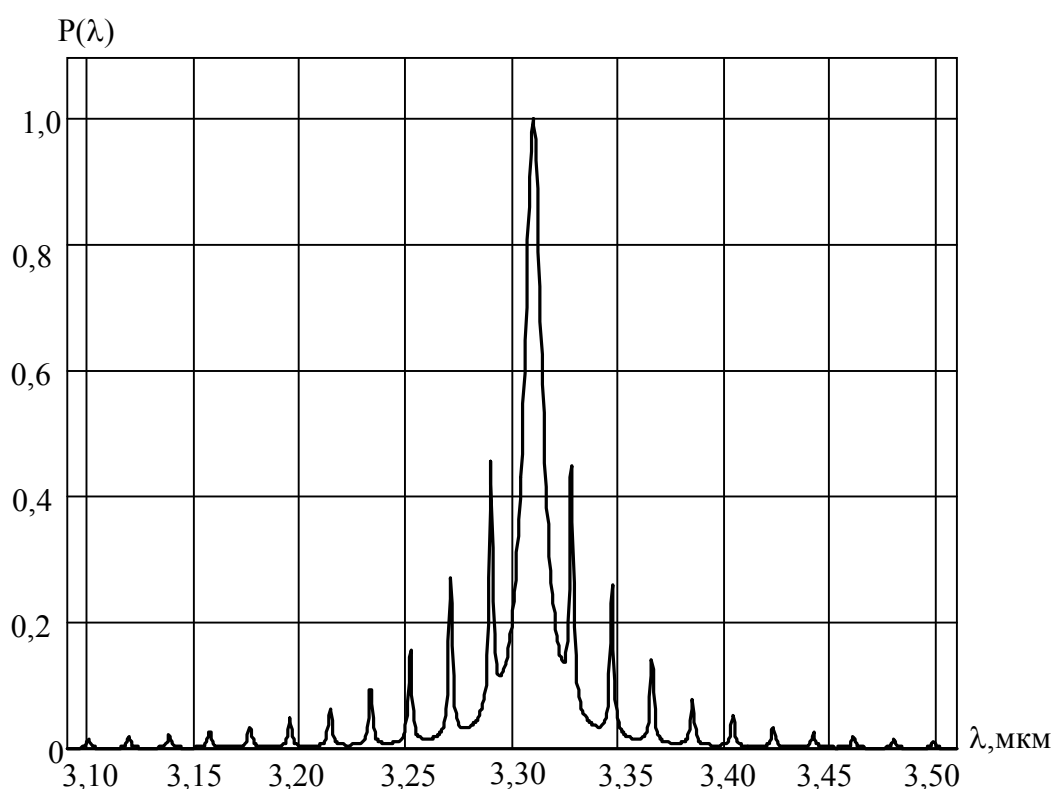
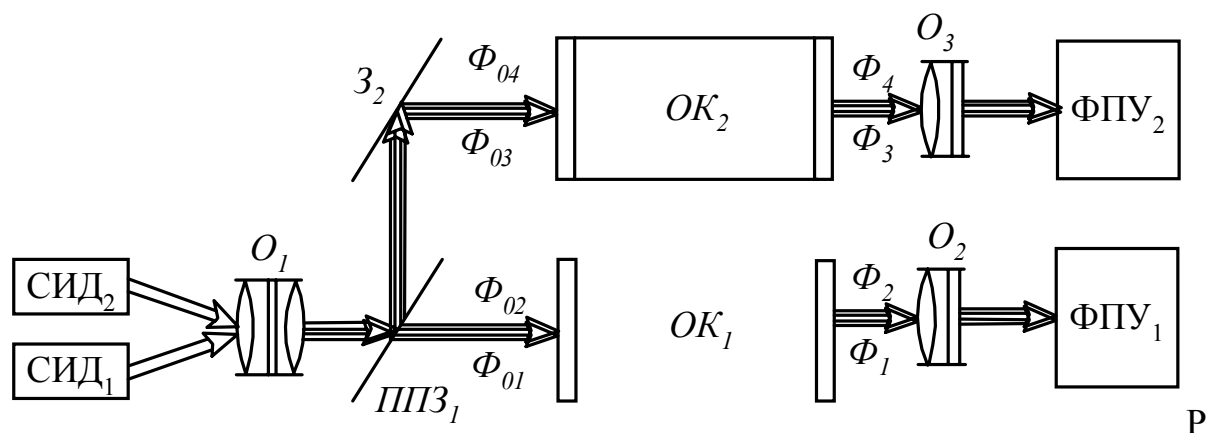


Рис. 1 – Спектр поглощения метана в инфракрасной области

Описанная математическая модель бездисперсионного абсорбционного спектрометрического измерителя концентрации метана описывает процессы в открытом оптическом канале. Но потери излучения в открытом канале не сводятся к его поглощению метаном. Существенная часть оптического потока, соизмеримая с поглощенной, рассеивается пылью рудничной атмосферы.

Для компенсации пылевой составляющей вводятся два оптических канала – один образцовый, а второй измерительный. В образцовом канале отсутствуют компоненты поглощающие излучение. Также вводятся два источника излучения. Один с длиной волны 3,3мкм (основной) а второй с длиной волны 2,9мкм (вспомогательный). Поток излучения от каждого излучателя разделяется на два с равной мощностью. Каждый из них

пропускается по двум оптическим каналам. Итого, на фотоприемники приходит четыре луча, попарно прошедших через один и тот же оптический канал (см. рис. 2).



ис. 2 - Оптическая система спектрометрического инфракрасного метанометра, где: СИД – светоизлучающие диоды с длиной волны $\lambda=3,3\text{мкм}$ (LED33 для измерения концентрации метана) и $\lambda=2,9\text{мкм}$ (LED29 для реализации алгоритмов компенсации, реализация которого подробнее приведена в [2,3]); О – оптические системы сведения лучей; ОК – оптические каналы (ОК₁ – открытый оптический канал); ППЗ – полупрозрачное зеркало; З₂ – зеркало; ФПУ – фотоприемное устройство.

При работе устройства светоизлучающие диоды инфракрасной области спектра (СИД₁ и СИД₂), работают поочередно. Через полупрозрачное зеркало излучение от СИД делится на две составляющие, которые проходят через оптические системы сведения лучей. Затем лучи проходят через эталонную кювету (в этой кювете нет метана и нет пыли – запаянный сосуд), и рабочую кювету (открытый канал – участок атмосферы выработки, где присутствуют метан и пыль). Инфракрасное излучение, прошедшее кюветы поступает на фотоприемник (в качестве фотоприемника может выступать фоторезистор, т.к. постоянная времени фоторезистора при этих длинах волн составляет порядка 10^{-5} с, что приемлемо для условий быстрогодействия данной системы). Полученная ЭДС поступает на систему нормирующих усилителей. Информация с этих каналов подается на мультиплексор аналоговых сигналов, устройство выборки хранения и затем с помощью аналого-цифрового преобразователя преобразуется в цифровой код, который подается в микропроцессор, где информация о концентрации исследуемых газов в угольной атмосфере обрабатывается и передается к системе газовой защиты шахты [4].

В пакете прикладных программ MathCAD 2000 Pro проведено моделирование работы основных блоков метанометра: формирование оптических сигналов, имитация функционирования электронных узлов,

моделирование основных алгоритмов обработки данных и оценка метрологических характеристик.

При имитационном моделировании анализатора метана учтены факторы, влияющие на прохождение инфракрасного излучения: отклонение параметров источников излучения от номинальных, обусловленное нестабильностью источников питания, токов излучателей и потоков излучения; в рабочем канале кроме газовой среды, которая обуславливает поглощение потока, присутствуют такие возмущающие факторы, как наличие угольной пыли, которая влияет на рассеивание и пропускание потока и приводит к его уменьшению. При моделировании разработан алгоритм компенсации перечисленных факторов, который требуется реализации двух пространственных и четырех частотных каналов.

При разработке имитационной модели была промоделирована работа алгоритмов микропроцессорной системы: алгоритм градуировки и алгоритм масштабирования данных. В результате градуировки установлены параметры алгоритма масштабирования, которые представляют собой степенной полином от четырех независимых переменных: концентрации оксида углерода, давления и температуры исследуемой газовой смеси, а также влияющего параметра — концентрации диоксида углерода.

В процессе моделирования оценены показатели точности проектируемого средства измерения. На последующих этапах промоделировано функционирование информационно-измерительной системы в реальных условиях эксплуатации, при воздействии факторов температуры и времени на метрологические характеристики измерителя параметров концентрации газовой смеси. Установлено, что значение перечисленных возмущающих факторов ведет к снижению точности результатов измерения. Предложен комплекс аппаратно-алгоритмических средств и мероприятий компенсации воздействия возмущений и повышение точности измерений.

Применение методов математического моделирования и современных средств микроэлектроники и оптики обеспечивают разработку и построение спектрометрических инфракрасных газоанализаторов высокого быстродействия и точности. Предлагается установить вдоль шахтной выработки стационарные спектрометрические оптикоабсорбционные газоанализаторы для первичного оперативного контроля объемной концентрации метана. В их состав должны войти точные, быстродействующие, дешевые и надежные измерители и вычислительные устройства, которые обеспечат непрерывный контроль объемной концентрации метана. В случае превышения объемной концентрацией метана порогового значения вычислительное устройство подает сигнал в систему газовой защиты шахты.

Литература

1. Прикладная инфракрасная спектроскопия: Под ред. Д. Кендела. – М.: Мир, 1970. – 376 с.
2. Вовна А.В., Рак А.И., Хламов М.Г. Математическая модель оптического канала абсорбционного измерителя концентрации оксида углерода инфракрасного газоанализатора. – Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Обчислювальна техніка та автоматика. Випуск 58. – Донецьк: Вид-во ДонНТУ, 2003. – С. 27–35.
3. Хламов М.Г., Кочин А.Е. Абсорбционный измеритель концентрации метана с открытым каналом. – Наукові праці Донецького державного технічного університету. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація. Випуск 12. – Донецьк: Вид-во ДонНТУ, 1999 – С.238–245.
4. Вовна А.В., Хламов М.Г. Обоснование спектрометрического абсорбционного инфракрасного газоанализатора средствами имитационного моделирования. - Автоматизация технологических объектов и процессов. Сборник научных трудов III международной научно-технической конференции аспирантов и студентов. – Донецк, ДонНТУ, 2003. – С. 224–231.

Поступила в редакцию 13.05.04

О РАЗРАБОТКЕ ТЕОРИИ ЛАЗЕРНОГО ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО МИКРОРЕЗОНАТОРНОГО СЕНСОРА ПРИМЕСЕЙ В ГАЗОВОЙ ФАЗЕ

Е.Г. Голубкова, Н.Г. Ермошин, А.А. Макеев, О.Н. Первеева,
М.В. Санникова

Московский государственный университет инженерной экологии

Представлена основная схема и принципы работы лазерной волоконно-оптической микрорезонаторной системы в качестве датчика различных физико-химических величин. Кратко рассмотрены основные механико-физико-химические процессы, определяющие работу микрорезонатора, и намечены этапы и методы его исследования для разработки сенсора примесей в газовой фазе.

Введение.

Трудно себе представить современный экологический мониторинг без действующей в автоматическом режиме надежной инструментальной базы измерения основных физико-химических параметров среды, окружающей человека. Среди новых методов измерения, без сомнения, важное место займут лазерные волоконно-оптические микрорезонаторные сенсоры. Принцип их работы базируется на недавнем открытии российских ученых, успевшем, впрочем, получить как российское, так и международное признание [1]. Разрабатываемые его основе многоканальные системы с одновременным измерением множества физических и физико-химических величин являются чрезвычайно перспективными, в том числе и для решения задач экологического мониторинга и инженерной экологии, однако методы конструирования и расчета таких систем в настоящее время отсутствуют.

Внешне кажущаяся довольно простой и эффективной система измерения (см. далее) порождает иллюзию легкого создания такого компактного, чувствительного сенсора или даже блока сенсоров, что подтверждается неоднократными предложениями, исходящими от весьма серьезных организаций, создать опытно-промышленный образец в сроки и на условиях финансирования, которые нельзя назвать иначе, как «смешными». Реальная сложность процессов, происходящих в оптоволоконных лазерных микрорезонаторных системах, превышает уровень возможностей современной физики, и, хотя исследования нестационарных процессов в лазерных системах ведутся широким фронтом всем мировым сообществом специалистов по квантовой электронике, как теоретически, так и экспериментально, до полного

понимания характера протекающих в таких системах процессов пока еще очень далеко.

Цель работы.

Идеей настоящего сообщения послужило осознание того факта, что микрорезонатор оказывает решающее воздействие на работу волоконно-оптического лазера. В то же время, будучи классически механической и физико-химической системой, он поддается достаточно глубокому исследованию на базе хорошо разработанных методов и подходов. Следовательно, просматривается возможность путем достаточно основательного изучения работы микрорезонатора исключить из системы большую часть неопределенностей, связанных именно с микрорезонаторами. Более того, большинство особенностей конкретных измерительных систем заключается именно в конструкции и режимах работы микрорезонаторов.

Цель настоящего сообщения – рассмотреть основной круг возникающих при этом вопросов и наметить подходы к их решению. Дополнительной целью является выявление реального уровня сложности проблемы для более адекватного обоснования работ по созданию опытно-промышленных образцов конкретных датчиков.

Блок-схема измерительной системы.

Система измерения представляет собой набор N независимых эрбиевых волоконных лазеров с N микрорезонаторными зеркалами $MP_i (i=1..N)$ (Рис.1) [2].

Излучение лазера накачки 2 с помощью многомодового волоконного разветвителя 3 направляется в соответствующие отрезки активных световодов 10. В качестве дихроичных зеркал 4, имеющих большой коэффициент отражения на линии генерации лазера λ_s и пропускания на длине волны излучения лазера накачки λ_p , могут применяться Брегговские отражатели, сформированные непосредственно в световодах. При этом длины активных участков световодов 10 и уровни их накачки, зависящие от коэффициентов деления многомодового разветвителя 3, определяются из условий резонанса между частотой релаксационных колебаний соответствующего волоконного лазера 1 и собственной частотой микрорезонатора 6.

В условиях непрерывной накачки в данной системе одновременно возбуждаются автоколебания различных микрорезонаторов, при этом выходной сигнал фотоприемника 8 содержит гармонические составляющие резонансных частот микрорезонаторов, зависящих от измеряемых физических величин в каждом измерительном канале.

Чувствительность таких датчиков находится на уровне или превышает лучшие мировые образцы, причем один лазер накачки может работать с

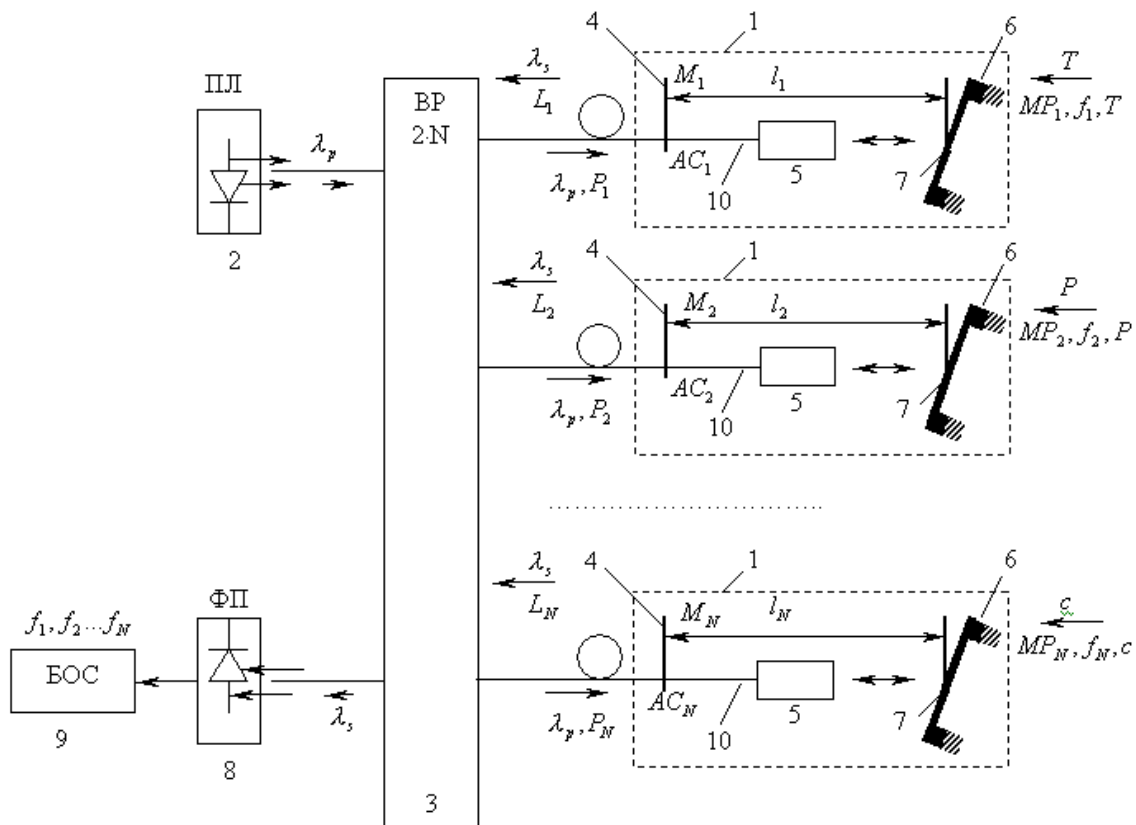


Рис.1. Многоканальная волоконно-оптическая измерительная система на основе автогенераторных микрорезонаторных волоконно-оптических датчиков. 1 – волоконно-оптический лазер, 2 – лазер накачки, 3 – многомодовый разветвитель, 4 – дихроичные зеркала, 5 – волоконные коллиматоры, 6 – микрорезонаторы, резонансные частоты которых чувствительны к соответствующей физической величине (температуре, давлению, концентрации и т.д.), 7 – отражающие поверхности микрорезонаторов, 8 – фотоприемник, 9 – блок обработки сигналов, 10 – активный одномодовый световод.

де
сят
ка
ми
ми
кр
ор
езо
нат
ор
ов,
од
но
вр
ем
ен
но
из
ме
ря
я
це
лы
й
на
бо
р
са

мых различных величин – температуры, давления, вибрации (ускорения), концентрации различных примесей и т.д.

Тонкости многих процессов, лежащих в основе работы датчика такого типа, неясны до сих пор, и представляют собой результат нелинейного резонансного взаимодействия фотонных и фононных волн, а также, возможно, пространственных волн концентрации ионов различной степени возбуждения вдоль волоконного лазера. Изучение таких процессов – самый передний край современной физики.

Физико-математическое моделирование.

Первые теоретические модели, описывающие происходящие в таких датчиках процессы, уже разработаны [2-3]. В этих моделях работа лазера описывается в приближении кинетических уравнений для одномодового режима генерации, а микрорезонатор моделируется просто материальной точкой – простейшим гармоническим осциллятором.

Несмотря на кажущуюся простоту, такая модель является нелинейной и пока не поддается достаточно глубокому аналитическому исследованию. Численное исследование показывает ее чрезвычайную чувствительность к, казалось бы, второстепенным параметрам, в результате чего расчеты даже с близкими значениями исходных данных приводят к принципиальному изменению всей картины процесса.

В данных обстоятельствах представляется наиболее целесообразным выделение простейших базовых моделей и их тщательное исследование, а затем построение на их основе и последовательное изучение иерархической системы моделей, все более приближающихся к наиболее желаемой многоканальной дифференциальной системе измерений. Далее обсуждаются первые шаги, которые, по нашему мнению, следует предпринять в данном направлении.

Колебания микрорезонатора.

Прежде всего, это всемерное упрощение модели работы волоконного лазера и определение того минимального порога сложности, который обеспечивает результаты, адекватные реальности [4].

Задачу исследования колебаний микрорезонатора следует ставить в более широкой постановке – рассмотреть вынужденные колебания консольной балки, мембраны, а также, возможно, резонаторов другой формы, под действием заданной периодической внешней силы (светового давления или фототермического эффекта). Для решения данной проблемы следует поставить и решить краевую задачу о возбуждении микрорезонатора как трехмерного тела (фактически решить волновое уравнение в общей тензорной постановке со смешанными граничными условиями на поверхности) (рис. 2).

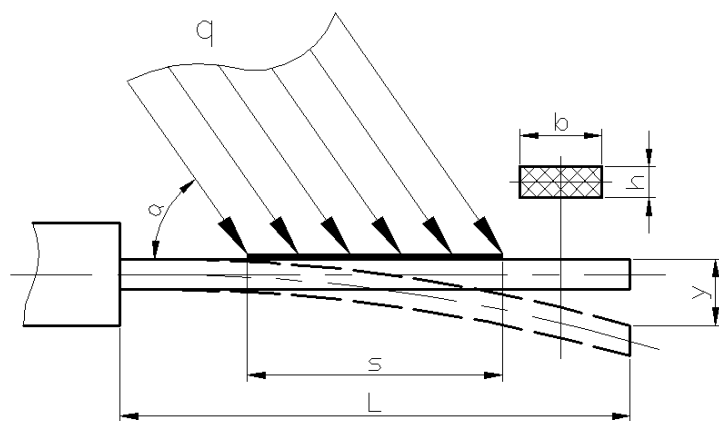


Рис. 2. Схема микрорезонатора для измерения температуры: α – угол падения светового потока; s – световое пятно; q – световой поток; L – длина балки; y – прогиб балки; b и h – размеры сечения балки

Особенностью данной постановки является то, что задачу следует решать как сопряжённую, т.е. рассматривать колебания тела вместе с движением окружающей среды (воздухом) — следовательно, в систему должны быть добавлены уравнения Навье-Стокса и неразрывности. Естественно, что это усложняет проблему, однако в качестве «побочного»

эффекта дает оценку величины механических потерь микрорезонатора.

Решение задачи облегчается чрезвычайной малостью амплитуды колебаний резонатора по сравнению с ее размерами, однако осложняется тем обстоятельством, что пятно и вектор приложения силы может изменяться заданным образом по поверхности резонатора.

Датчик температуры.

Поскольку любой волоконно-оптический датчик «по умолчанию» есть датчик температуры, исследование процесса колебаний микрорезонатора необходимо проводить с обязательным учетом температуры, т.е. решать задачу термоупругости. Кстати, по этой причине в любой многоканальной системе измерения должен обязательно присутствовать датчик температуры.

Датчик концентрации.

Наиболее интересная с экологической точки зрения проблема определения концентрации примесей требует расчета процесса абсорбции-десорбции примеси через поверхность датчика [5]. В принципе, такая задача, по крайней мере, для тел классической формы является хорошо исследованной (рис. 3), однако в нашем случае ситуацию усложняет необходимость учитывать изменения температуры, особенно в случае десорбции, которую предлагается осуществлять «выжиганием» [5].

Кроме того, в случае адсорбции-десорбции практическим результатом теории должно быть изменение массы микрорезонатора. Хотя, скорее всего, это изменение не будет превышать нескольких процентов, оно является ключевым параметром системы измерения, следовательно, потребует рассмотрения процесса колебаний датчика переменной массы, т.е. дальнейшего усложнения предыдущей механической задачи.

Изменение концентрации в сорбенте можно считать подчиняющимся

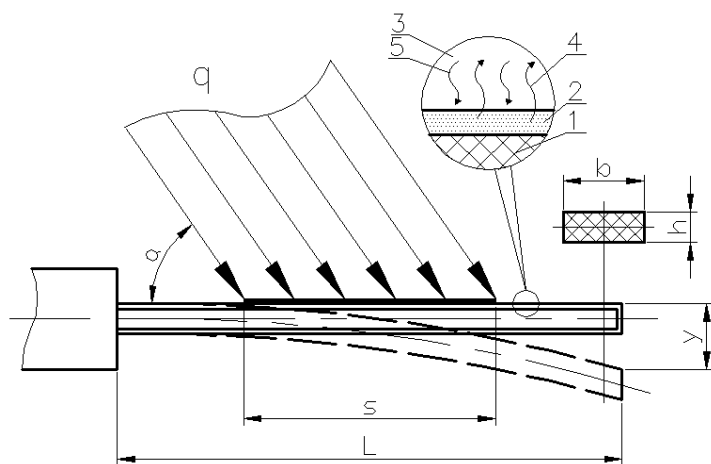


Рис. 3. Схема микрорезонатора для измерения концентрации: 1 – микрорезонатор; 2 – слой сорбента; 3 – анализируемый газ; 4 – поток десорбируемого газа при регенерации; 5 – поток сорбируемого газа на поверхности сорбента.

закону Фика ($\partial C/\partial t = \nabla(D\nabla C)$, где C – концентрация примеси, D – коэффициент диффузии t – время), хотя достаточно очевидно, что коэффициент диффузии будет не только функцией температуры (напр., по

Аррениусу: $D = D_0 \cdot \exp\{-E/(RT)\}$, где D_0 – предэкспоненциальный множитель, E – энергия активации, R – универсальная газовая постоянная, T – абсолютная

температура), но и, скорее всего, функцией концентрации, т.е. фактически речь идет об эффективном коэффициенте диффузии, который можно оценить только опытным путем, что потребует проведения специальных экспериментов и решения обратной задачи диффузии.

Выводы.

Необходимые для разработки волоконно-оптических микрорезонаторных сенсоров исследования собственно микрорезонаторов приводит к заключению о необходимости постановки и решения цепочки весьма серьезных краевых задач математической физики, причем, как правило, в сопряженной постановке и в некоторых случаях нелинейных. Однако, хотя эти задачи в такой общей постановке до сих пор не решались, весь необходимый физико-математический инструментарий для них уже существует. На данном этапе каких-либо непредвиденных ситуаций, могущих помешать выполнению поставленных задач, не предвидится (в отличие от исследования волоконного лазера, где такие явления, как динамический хаос, параметрическая неустойчивость и т.п. вполне ожидаемы).

Благодарности.

Работа частично поддержана грантом МГУИЭ, № 9/с (2004 г.).

Литература

1. В.Д. Бурков, А.В. Гориш, Ф.А. Егоров, Ю.Н. Коптев, В.И. Кузнецова, Я.В. Малков, В.Т. Потапов, Д.П. Трегуб. Явления резонансной автомодуляции параметров излучения волоконного лазера с оптическим нелинейным зеркалом (микрорезонатором). (Диплом № 122) // Научные открытия (сборник кратких описаний, 1999, Вып. 2) – М.-СПБ., 2000, с. 34-36.
2. В.Д. Бурков, Ф.А. Егоров, В.Т. Потапов. Волоконно-оптическая измерительная система на основе параллельно включенных микрорезонаторных датчиков физических величин. // Тр. XXVIII межд. конф. Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации, бизнесе, Украина, Крым, Ялта – Гурзуф, 20-29 мая 2001 г. с. 277 – 279.
3. В.Д. Бурков, Ф.А. Егоров, В.Т. Потапов, Т.В. Потапов. Численное моделирование явления резонансной автомодуляции в системе эрбиевый волоконный лазер – микрорезонатор. // Радиотехника и электроника, 2000, Т. 45, с. 880 – 886.
4. В.Д. Бурков, Ф.А. Егоров, А.А. Макеев. Выход лазерных оптоволоконных микрорезонаторных систем на асимптотически периодический режим работы. // *см. наст. сб.*
5. В.Д. Бурков, А.В. Гориш, Ф.А. Егоров, Ю.Н. Коптев. Микрорезонаторные оптоволоконные оптические датчики для измерения концентрации газов. // Электродинамика и техника СВЧ и КВЧ, 1998, т. 6, №1-2(21), с. 37-42.

Поступила в редакцию 13.05.04

ВЫХОД ЛАЗЕРНЫХ ОПТОВОЛОКОННЫХ МИКРОРЕЗОНАТОРНЫХ СИСТЕМ НА АСИМПТОТИЧЕСКИ ПЕРИОДИЧЕСКИЙ РЕЖИМ РАБОТЫ

Бурков В.Д., Егоров Ф.А., Макеев А.А.

Московский государственный университет леса, burkov@mgul.ac.ru

Приведены результаты исследования физико-математической модели микрорезонаторного волоконно-оптического сенсора. Описаны упрощения, предпринятые для выделения ключевых процессов, происходящих в волоконном лазере и освобождения модели от второстепенных факторов. Представлена простейшая двухуровневая модель волоконного лазера.

Введение. Открытое недавно российскими учеными явление резонансной автомодуляции параметров излучения волоконного лазера с оптически нелинейным зеркалом (микрорезонатором) [1] позволяет разрабатывать уникальные устройства измерения различных физических и физико-химических величин [2-4]. Непревзойденная точность таких сенсоров позволяет, в частности, всерьез ставить задачу создания «искусственного носа».

Общая схема многоканальной измерительной системы приведена в работах [2-3]. Однако весьма нетривиальной оказывается проблема запуска такой измерительной системы, т.е. ее выход на рабочий (асимптотически периодический) режим.

Постановка задачи. Хотя для всех реальных моделей сенсоров экспериментальным путем удалось найти некоторые параметры их работоспособности, границы соответствующих областей остаются неопределенными. В то же время при одновременной работе нескольких десятков (или даже сотен) датчиков в наиболее интересных с практической точки зрения многоканальных системах их рабочие области не должны перекрываться.

В этой ситуации роль физического и математического моделирования невозможно переоценить. Однако, даже в простейших случаях теоретические модели, описывающие взаимодействие совершенно различных по своей природе процессов, проходящих на квантовомеханическом, электромагнитном (оптическом) и механическом уровнях, остаются весьма сложными и плохо поддающимися как аналитическим, так и численным методам анализа. В данных обстоятельствах представляется наиболее целесообразным выделение простейшей базовой модели и ее тщательное исследование для выявления основных закономерностей процесса.

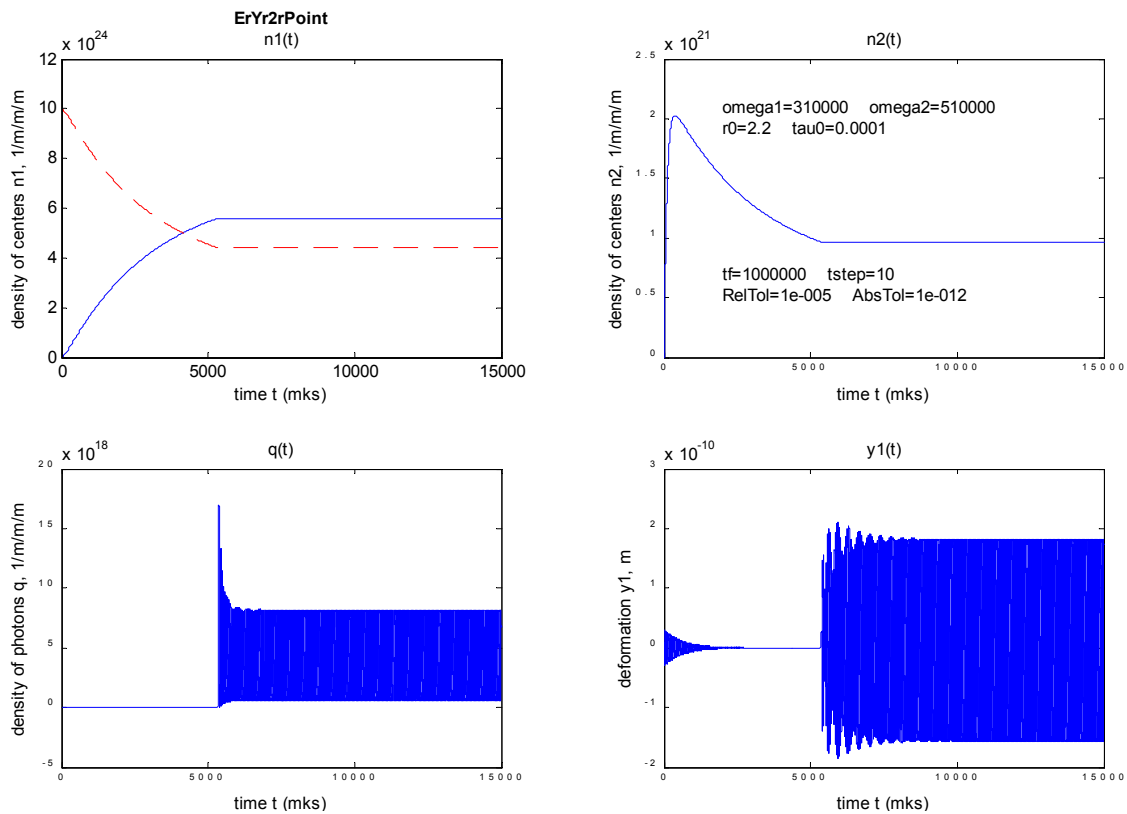


Рис. 1. Двухрезонансная трехуровневая система [4]: n_1 и n_2 — концентрация возбужденных ионов Er на втором и третьем уровне, соответственно; q — плотность потока лазерного излучения в активной области лазера; y — отклонение микрорезонатора от положения равновесия.

Исходная физико-математическая модель. В качестве исходной модели нами принята двухрезонаторная трехуровневая модель эрбиевого волоконного лазера с однородной оптической накачкой в приближении одномодовых кинетических уравнений [4]. Проведенные нами многочисленные расчеты по этой модели выявили обилие совершенно различных сценариев работы системы, как приводящих к устойчивой генерации выходного сигнала заданной частоты, так и не приводящих к ней, а также множество других вариантов (срыв начавшейся генерации, неустойчивая и «полуустойчивая» генерация с разрывами, импульсная и монотонная генерация и т.д.). Какой режим будет в каждом конкретном случае, зависит от параметров задачи, которых более двух десятков, а также и от параметров численного счета (задаваемой точности, как абсолютной, так и относительной, интервала расчета и выбранного начального шага). Никакой достаточно строгой закономерности установить здесь не удастся, и часто, казалось бы, незначительное изменение вроде бы второстепенного параметра приводит к принципиальным качественным изменениям всей картины процесса.

Поэтому первый предварительный вывод заключается в том, что, поскольку в выбранной модели микрорезонатор аппроксимируется

материальной точкой (классический осциллятор) и, следовательно, упрощать его уже невозможно, то для выявления основных факторов, управляющих процессом выхода системы на асимптотически периодический режим, необходимо упрощать модель волоконного лазера, последовательно исключая из нее все возможные факторы. Можно предположить, что в результате мы придем к модели, включающей минимально возможное для работы системы число факторов.

Далее кратко рассматриваются первые шаги, сделанные в этом направлении, и обсуждаются полученные результаты.

Система: эрбиевый волоконно-оптический лазер – два микрорезонатора [4]. Для этой системы методом подбора параметров удалось найти режимы, которые можно считать пригодными для работы сенсора. Один из таких вариантов приведен на Рис. 1, Рис. 2. Видно, что монотонность изменения концентраций возбужденных ионов (или их постоянство) кажущаяся и является следствием их малой модуляции (менее 0.1%). Наоборот, модуляция лазерного излучения приближается к 100%.

Почему начало возбуждения является столь резким? Общее представление, на котором держится вся идея волоконно-оптического лазера с микрорезонатором в качестве измерительной системы, заключается в предположении именно резонансного характера возбуждения. Однако, простейшие оценки [5] дают линейный характер увеличения амплитуды колебаний системы, попавшей в резонанс.

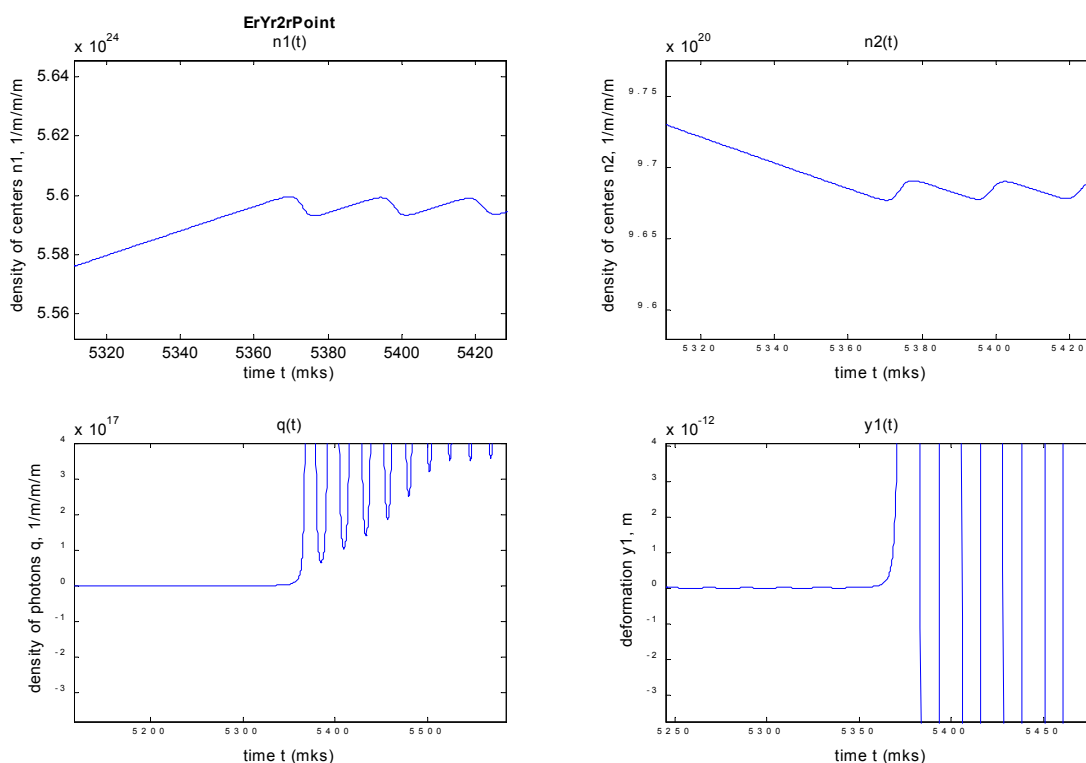


Рис. 2. Увеличенные фрагменты Рис. 1 в области начала возбуждения

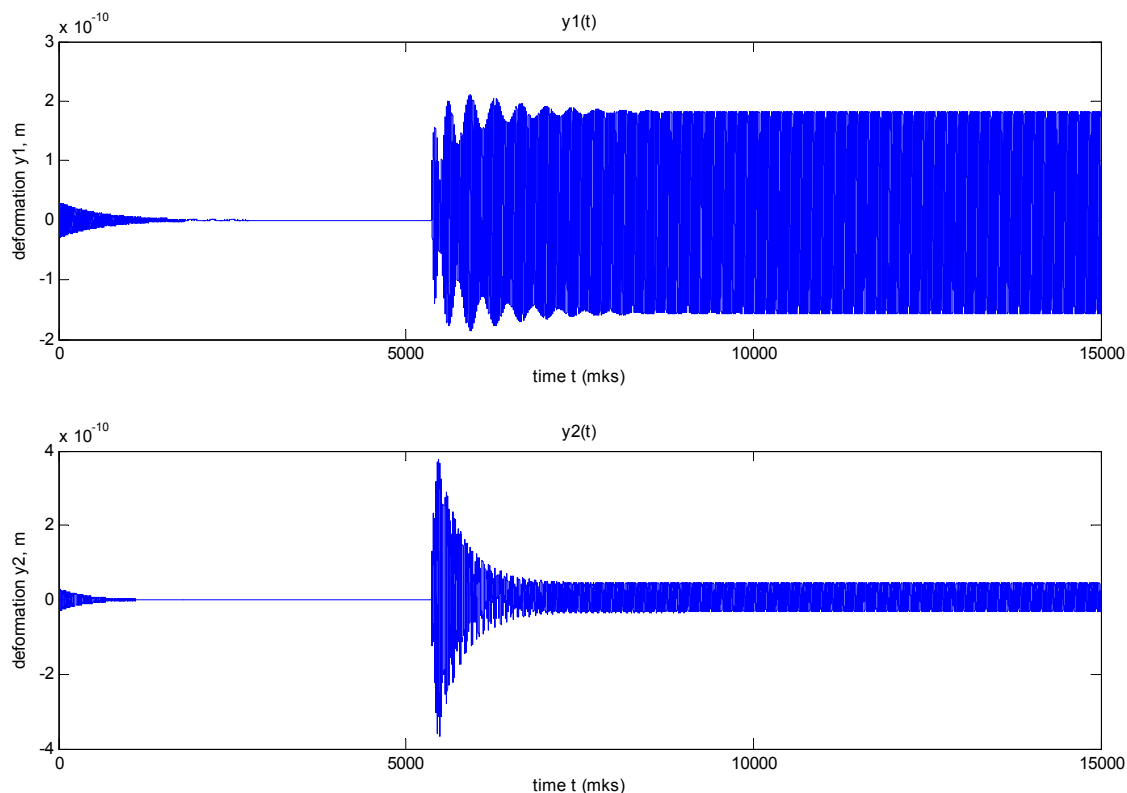


Рис. 3. Отклонения микропезонаторов от положения равновесия.

Для ответа на этот вопрос на Рис. 1 пунктирной линией обозначена оценка уровня барьера возбуждения волоконно-оптического лазера. Генерация возможна только тогда, когда концентрация возбужденных активных ионов n_1 превысит эту величину. Из Рис. 1 ясно видно (представленная оценка дает лишь минимальное значение уровня барьера генерации, реально он должен быть выше и потому точка его пересечения с кривой $n_1(t)$ будет правее), что начало возбуждения нашей системы является не резонансом, а началом лазерной генерации. Это и объясняет ударный характер возбуждения (как показано в [6], в этом случае $dq/dt \gg 1$).

На Рис. 3 приведены графики колебаний микрорезонаторов. Их детальный анализ показывает, что оба микрорезонатора колеблются с одной (в данном случае, меньшей) частотой, а вторая играет роль помехи, хотя в спектре колебаний содержатся обе линии.

Система: эрбиевый волоконно-оптический лазер – один микрорезонатор. Первое напрашивающееся упрощение — отказ от одного из микрорезонаторов. Однако результат численного исследования соответствующей упрощенной системы уравнений оказался несколько неожиданным. Казалось бы, удаление одного из двух источников возмущений должно было привести к большей стабилизации системы, однако фактически — результат обратный.

Анализ показал, что причина заключается в степени нерезонансного поглощения света — удаление одного из микрорезонаторов уменьшило величину этих потерь, что привело к излишней активизации возбуждения системы. Отсюда можно сделать вывод: на степень стабильности системы влияет не количество резонаторов, а уровень нерезонансного поглощения фотонов.

Двухуровневый волоконно-оптический лазер. Следующий достаточно очевидный этап — упрощение квантовой схемы работы волоконно-оптического лазера. Наиболее перспективный эрбиево-иттербиевый волоконный лазер имеет семь рабочих уровней, однако, как показано выше, даже в приближении трех уровней система очень плохо поддается исследованию. В этом плане двухуровневая схема будет минимально возможным приближением. Переход от трехуровневой схемы (Рис. 4) к двухуровневой возможен, если выполнены два условия: $\tau_{21} \ll \tau_{rel}$,

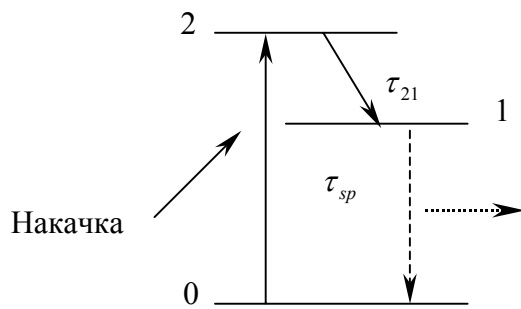


Рис. 4. Трехуровневая система; переход к двухуровневой системе формально означает слияние уровней 1 и 2.

т.е. время перехода со второго уровня на первый намного меньше времени релаксации лазерной генерации; $\tau_{21} r(t) \ll \tau_{sp}$, т.е. произведение времени перехода между первым и вторым уровнем на уровень накачки должно быть намного меньше времени жизни активного центра на метастабильном уровне. Для эрбиевых волоконных лазеров значения τ_{21} и τ_{sp} зависят от состава (примесей) в активной области световода и составляют $10^{-6} \div 10^{-5} c$ и $5 \cdot 10^{-3} \div 10^{-2} c$, соответственно. Поэтому для уровня накачки $r(t) < 10$ второе условие выполняется. Однако, с первым условием ситуация хуже: для микрорезонаторов с частотой $f = 100 \text{ кГц}$ даже при минимальном значении τ_{21} лазерная генерация является неустановившейся. Тем не менее, ввиду вышеуказанных причин мы принимаем двухуровневую схему с оговоркой о ее применимости к микрорезонаторам с не слишком большой собственной частотой. В результате система уравнений [4] преобразуется в следующую:

$$\begin{aligned} dn/d\tau &= -\sigma V(2n - N) \cdot q - n/\tau_{sp} + r_0 \cdot (1 - \exp(-\tau/\tau_0))(N - n)/\tau_{sp} \\ dq/d\tau &= \sigma V(2n - N) \cdot q + \gamma n/\tau_{sp} - (2P - \ln R + (\varphi + \chi y)^2 / \theta^2) qV/(2L) \\ d^2 y/d\tau^2 + (\omega/Q) dy/d\tau + \omega^2 y &= (k\omega^2 B \pi a^2 \varepsilon q V Q^{-1}) / (1 + R \exp(-(\varphi + \chi y)^2 / \theta^2)) \\ n(0) = 0 ; q(0) = 0 ; y(0) = y_0 ; dy/d\tau(0) &= 0 \end{aligned}$$

Здесь n — населенность первого энергетического уровня; N — концентрация рабочих ионов (в начальный момент равна их концентрации на нулевом уровне); τ — время; q — плотность фотонов; σ — сечение

внутренней эмиссии и поглощения для линии генерации; V — скорость света в световоде; r_0 — стационарное значение уровня накачки; τ_0 — время ее выхода на стационарный уровень; γ — коэффициент спонтанного излучения лазера; P — нерезонансные потери в волоконном резонаторе; R — коэффициент отражения автоколлиматора; φ, χ, θ — углы наклона микрорезонатора; ω — собственная частота микрорезонатора, Q — его добротность; y — его смещение от положения равновесия; k, B — коэффициенты эффективности оптического возбуждения микрорезонатора; a — радиус сердцевины световода; ε — энергия фотона лазерного излучения.

Заключение. Хотя двухуровневая схема является, очевидно, весьма грубым приближением к реальности, тем не менее, проведенные по вышеприведенной модели расчеты показали, что она также довольно богата качественно различными вариантами поведения. Результаты этих исследований и предпринятые попытки дальнейшего упрощения системы (в идеале, до уровня, поддающегося аналитическому исследованию) будут приведены в последующих сообщениях.

Благодарности. Работа частично поддержана Минобразования РФ, тема 30Б.

Литература

1. В.Д. Бурков, А.В. Гориш, Ф.А. Егоров, Ю.Н. Коптев, В.И. Кузнецова, Я.В. Малков, В.Т. Потапов, Д.П. Трегуб. Явления резонансной автомодуляции параметров излучения волоконного лазера с оптическим нелинейным зеркалом (микрорезонатором). (Диплом № 122) // Научные открытия (сборник кратких описаний, 1999, Вып. 2) – М.-СПБ., 2000, с. 34-36.
2. В.Д. Бурков, Ф.А. Егоров, В.Т. Потапов. Волоконно-оптическая измерительная система на основе параллельно включенных микрорезонаторных датчиков физических величин. // Тр. XXVIII межд. конф. Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации, бизнесе, Украина, Крым, Ялта – Гурзуф, 20-29 мая 2001 г. с. 277 – 279.
3. Е.Г. Голубкова, Н.Г. Ермошин, А.А. Makeев, О.Н. Первеева, М.В. Санникова О разработке теории лазерного волоконно-оптического микрорезонаторного сенсора примесей в газовой фазе. // *см. наст. сб.*
4. В.Д. Бурков, Ф.А. Егоров, В.Т. Потапов, Т.В. Потапов. Численное моделирование явления резонансной автомодуляции в системе эрбиевый волоконный лазер – микрорезонатор. // Радиотехника и электроника, 2000, Т. 45, с. 880 – 886.
5. Л.Д. Ландау, Е.М. Лившиц. Механика. – М.: Наука, 1973.
6. В.С. Машкевич Основы кинетики излучения лазеров. – Киев: Наукова думка, 1966, 235 с.

Поступила в редакцию 12.05.04

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НА КРУПНОМ ПРЕДПРИЯТИИ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В.А. Становова
ОАО «Авдеевский коксохимзавод»

Выполнен анализ организации лабораторного контроля за загрязнением воздушного, водного бассейнов, почвы. Определены проблемные вопросы в организации экологического мониторинга.

Обострение экологических проблем в Украине требует проведения мониторинга окружающей природной среды. ОАО «Авдеевский КХЗ» не есть исключение, а напротив, являясь крупным коксохимическим предприятием – одним из основных источников загрязнения окружающей природной среды, осуществляет в рамках мониторинга контроль за состоянием:

- сточных и поверхностных вод;
- атмосферного воздуха в г. Авдеевка и под факелом;
- почвы в зоне распространения выбросов загрязняющих веществ, в санитарно-защитной зоне и в окружении мест складирования отходов.

На Авдеевском КХЗ лаборатория организована в 1969 году, называлась «Отдельная зональная лаборатория УХИН (Украинский государственный научно-исследовательский углехимический институт)». В ее функции входили научно-исследовательские работы и изыскания, направленные на улучшение очистки сточных вод.

Приказом Министерства черной металлургии СССР от 12.05.83 г. лаборатория переименована в лабораторию защиты водного и воздушного бассейнов (СЛЗВВБ), являющейся самостоятельным структурным подразделением и подчиняющейся главному инженеру предприятия (п.1.1 Положения о лаборатории защиты водного и воздушного бассейнов на предприятии Министерства черной металлургии СССР, приказ Минчермета СССР №435 от 12.05.83г.). Функции лаборатории расширились, введен контроль за выбросами и сбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух и водоемы, эффективностью газоочистного оборудования и др.

В 1996 г. СЛЗВВБ была аттестована Донецким центром стандартизации, метрологии и сертификации (ДЦСМС), в 1999 г. и 2003 г. аккредитована на право проведения измерений в сфере распространения государственного метрологического надзора в соответствии с «Правилами

аккредитации на право проведения метрологических работ» (Порядок аккредитации измерительных лабораторий ПМУ 18-2000).

В функции лаборатории входит организация и осуществление лабораторного контроля за состоянием водных ресурсов; выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и состоянием атмосферного воздуха; почв в санитарно-защитной зоне завода и мест складирования отходов. Лаборатория аккредитована на выполнение этих работ (свидетельство № 512 от 15.01.2003г.), лабораторный контроль осуществляется согласно графикам контроля, согласованных и утвержденных в установленном порядке. Методики контроля применяются в соответствии с «Переліком методик виконання вимірювань (визначень) складу та властивостей проб об'єктів довкілля, викидів, відходів і скидів, тимчасово допущених до використання Мінекоресурсів України», «Руководством по контролю загрязнения атмосферы.

Мониторинг водного бассейна.

Авдеевский КХЗ территориально расположен на водоразделе бассейнов рек Днепра и Дона. С запада – истоки реки Волчьей (приток р. Самара), с востока – реки Кривой Торец, Северский Донец (приток Дона). Завод имеет площадь водосбора – 678 га, является крупным источником водоотведения (2001 г. – 4137 тыс. м³ сточных вод; 2002 г. – 3587 тыс. м³; 2003 г. – 2752 тыс.м³).

В настоящее время сброс сточных вод осуществляется двумя выпусками: выпуск №1 – сброс из пруда-накопителя, выпуск №2 – дренажные воды плотины золошламонакопителя. Оба сброса попадают в реку Каменка, далее – в реки Кривой Торец, Казенный Торец, Северский Донец.

СЛЗВВБ осуществляет отбор и лабораторный контроль вод: выпуски №1,2 -1раз в месяц, реки Кривой Торец (до и после впадения в нее реки Каменка) – 1 раз в квартал по 18 ингредиентам.

Многолетние наблюдения за качеством воды выпуска №1, 2 и рек позволяет провести анализ и прогноз на перспективу.

Эксплуатация пруда-накопителя в качестве буферной емкости имеет как положительные, так и отрицательные стороны.

Положительные:

- исключение залповых сбросов в реку Каменка;
- возможность иметь установившийся сброс сточных вод достаточно стабильного качества, а, следовательно, отбор и анализ проб в соответствии с КНД 211.1.0.009-94 «Гідросфера. Відбір проб для визначення складу і властивостей стічних та технологічних вод» можно производить реже (1 раз в месяц), что экономически целесообразно;

- интенсивно развиваются растительность, микроорганизмы и простейшие в воде пруда-накопителя, что лишь подтверждает удовлетворительное качество воды, сбрасываемой в р. Каменка.

Отрицательные:

- пруд-накопитель является источником технического водоснабжения для завода, т.е. вода из него используется в оборотных циклах, концентрируется и продувочные воды снова сбрасываются в пруд. Объем сброса сточных вод в реку Каменка уменьшается, в летнее время вообще отсутствует, происходит испарение с поверхности водоема - все это способствует концентрированию воды в пруде. Отсюда и качество воды по отдельным ингредиентам становится все хуже. Например, содержание хлоридов в воде возросло с 350 мг/л в 1986г. до 386,7 мг/л в 2003г., сульфатов с 450мг/л в 1986г. до 818,8 мг/л в 2003г., жесткости общей с 9,6мг-эquiv./л до 12,8мг-эquiv./л в 2003г.;

- используя воду с биовключениями в оборотном водоснабжении, завод испытывает трудности (наличие биообрастаний, ухудшение теплосъема и т.д.).

Эта проблема не является проблемой только нашего завода. Все предприятия, имеющие накопители воды, используемой в оборотном водоснабжении, сталкиваются с ней.

Мониторинг воздушного бассейна

Состояние атмосферного воздуха в окружении завода обуславливают выбросы загрязняющих веществ в атмосферу: продукты горения обратного коксового газа, воздух аспирационных систем, выбросы из воздушников, емкостей, оборудования и др. За последние годы уровень выбросов загрязняющих веществ в атмосферу имеют тенденцию к стабилизации и составили: 2001 г. – 34980 т/год, 2002 г. – 30843 т/год, 2003 г. – 32698 т/год.

Удельные выбросы загрязняющих веществ на тонну кокса также снижаются: 2001 г. – 8,005 кг/т кокса, 2002 г. – 7,626 кг/т кокса, 2003 г. – 7,068 кг/т кокса.

Контроль загрязнения атмосферного воздуха (отбор проб и хим. анализ) в г.Авдеевке и на границе СЗЗ завода под факелом производится 4 раза в неделю по 7 ингредиентам. Превышения ПДК в г. Авдеевке практически не наблюдается, под факелом – имеются.

При различных направлениях ветра наблюдаются превышения по разным ингредиентам. Наибольший «вклад» в загрязнении атмосферного воздуха на границе СЗЗ вносят относительно невысокие, высотой 15 – 20 метров, источники выбросов ЗВ: градирни конечного охлаждения газа цехов улавливания №1 и сероочистки №2; воздушники емкостей химических цехов, сушильные башни коксовых и пекококсового цехов. В течение 2003г. из 257 отборов и анализа проб атмосферного воздуха

зафиксировано 14 превышений по содержанию сероводорода, 17 – фенола, 5 – оксидов азота, 5 – пиридина, 3 – аммиака, 17 – цианистого водорода, т.е. от 1,1% до 6,6%.

Полученные результаты подтверждают действенность реализации «Программы мероприятий по улучшению очистки коксового газа от сероводорода до 0,5 г/м³».

Мониторинг почвы

Почва является эффективным поглотителем многих химических веществ, которые обычно удерживаются в поверхностном плодородном слое. Загрязняющие вещества, в частности тяжелые металлы, попадающие с выбросами вредных веществ в атмосферу и затем оседающие на поверхность земли, прочно связываются уже в ее верхнем слое, глубина которого не превышает 20 см. Однако, при сильном загрязнении они могут проникать и на большую глубину, до 160 см.

Таким образом, охрана почв от химического загрязнения занимает важное место в общей проблеме охраны природы.

Лабораторный контроль загрязнения почвы в СЗЗ завода и зоне распространения выбросов в атмосферу с учетом розы ветров, а также в окружении мест складирования отходов производится два раза в год – весной и осенью, - по 12 ингредиентам, в том числе определяется содержание 8 тяжелых металлов.

Точки отбора проб почв определены методикой А. Хорвата. Через источник загрязнения атмосферы, как центр, проводились радиусы по четырем основным румбам (север, юг, восток, северо-запад) и устанавливались концентрические окружности. Направления выбраны в соответствии с розой ветров, величина радиусов определялась с учетом высоты источников выбросов. Точки пересечения радиусов с окружностями являются точками отбора проб почвы.

В местах складирования отходов точки выбраны с учетом преобладающих ветров, в районе шламонакопителя и ливневых бассейнов учитывалось направление течения дренажных вод.

Проанализировав результаты анализов проб почв, выполненных в 2001 – 2003г.г., можно сделать вывод, что колебания по различным ингредиентам незначительны. Превышение ПДК (ОДК) содержания тяжелых металлов, кроме свинца, в почве не наблюдалось, содержание серы подвижной и аммония обменного превышало фоновые концентрации в 2 - 3 раза.

Полученные результаты по содержанию тяжелых металлов в почвах дали возможность производить контроль 1 раз в три года, по согласованию с ОблСЭС.

Результаты мониторинга по всем объектам (вода, воздух, почва) анализируются и оцениваются. Случаи превышения ПДК загрязняющих

веществ обсуждаются с представителями цехов и служб, оказывающих на это влияние. Разрабатываются и внедряются мероприятия, позволяющие снизить загрязнение окружающей природной среды.

Информация о проводимом мониторинге отправляется в РайСЭС и, по необходимости, другие контролирующие организации.

При проведении лабораторного контроля в рамках мониторинга имеет место ряд проблем:

- отбор, транспортировка, хранение проб требуют усовершенствования;
- химические методы анализа достоверны, избирательны, точны, но зачастую длительны;
- качество реактивов в настоящее время оставляет желать лучшего;
- необходимо внедрение оперативного контроля, позволяющего произвести отбор и выполнение максимально возможных определений непосредственно после отбора проб.

Необходимо усовершенствовать приборное обеспечение, позволяющее расширить диапазон наблюдений, повысить оперативность контроля, обеспечить единство измерений загрязняющих веществ.

Следует особо остановиться на отсутствии единого подхода к организации лабораторного контроля в рамках мониторинга на различных предприятиях. Например, ОАО «Авдеевский КХЗ» при разработке норм предельно-допустимого сброса отнесен к категории рыбо-хозяйственного водопользования, так как сброс осуществляется в реку Каменка, являющуюся притоком р. Северский Донец. Количество контролируемых ингредиентов составило 26, в том числе тяжелых металлов – 10. Для других предприятий (города Константиновка, Дружковка, Краматорск, Славянск) ПДК на сбросе установлены на уровне водоемов культурно - бытового назначения (менее жесткие), значительно меньше контролируемых ингредиентов, хотя сброс сточных вод также осуществляется в бассейн р. Северский Донец.

Выполнение лабораторных анализов на содержание одного и того же ингредиента разными методами нежелательно, так как результаты заметно отличаются, например, содержание кобальта в одной и той же пробе почвы, выполненное атомно-адсорбционным методом составило 3,1 мг/кг, химическим – 1,12 мг/кг.

В перспективе также необходимо улучшать информационное обслуживание, т.е. предприятие должно иметь оперативную информацию о других источниках загрязнения окружающей природной среды для анализа и сравнения с результатами, полученными на заводе.

Внедрение ISO-14000 позволит значительно усилить мониторинг и, следовательно, улучшить состояние окружающей природной среды.

Поступила в редакцию 13.05.04

О СОЗДАНИИ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА

Б.С. Бусыгин

Национальный горный университет

Дан краткий анализ состояния геоинформационных технологий в Украине. Обоснована настоятельная необходимость развертывания работ по созданию инфраструктуры пространственных данных. Приведены примеры возможного использования ИПД для решения задач управления природопользованием.

Современная система управления прежде всего должна быть основана на достоверной и актуальной информации об объектах и субъектах управления и состоянии территории. Рациональное использование природного, промышленного и научно-технического потенциала, материально-технических и финансовых ресурсов для решения комплекса текущих и стратегических задач регионов и отраслей возможно только при наличии современной инфраструктуры пространственных данных (ИПД), обеспечивающей информационно-аналитическую поддержку управленческой деятельности.

Резкое повышение роли пространственных данных (ПД) привело к появлению специализированных программно-технологических продуктов – геоинформационных систем (ГИС), что в свою очередь породило сложную проблему накопления, хранения, манипулирования, моделирования и анализа пространственных характеристик объектов.

Совершенствование аппаратных и программных компонентов компьютерных систем позволило не только разработать широкий спектр мощных пакетов обработки координатно-привязанной информации, но и создать с их помощью многочисленные хранилища и базы данных. Они и послужили основой принципиально новых информационно-электронных образований – инфраструктур пространственных данных. Сегодня под ИПД понимают совокупность технологических, нормативно-правовых и институциональных мер и механизмов их эффективной организации.

Пространственные данные (иначе – геоданные) и геоинформация в развитых странах рассматриваются в качестве многоцелевого национального информационного ресурса, а соответствующие ГИС - технологии получили широкое распространение в качестве универсальных интегрированных информационно-технологических продуктов.

Средства и методы ГИС-технологий представляют собой программно-информационную среду для ввода, хранения, манипулирования, моделирования, анализа, отображения и представления различного рода картографических, аэрокосмических и атрибутивных данных. Они обеспечивают однозначные взаимосвязи между точечными, линейными, площадными и объемными геообъектами и соответствующими атрибутивными данными и способствуют эффективному решению проблем территориального управления и планирования, комплексного изучения природно-экономического потенциала регионов, инвентаризации природных ресурсов, проектирования транспортных магистралей, оптимизации размещения промышленных (в т.ч. горногеологических) предприятий, экологического мониторинга, обеспечения безопасности человека и др.

Геоинформационные системы принципиально отличаются от хорошо известных систем, также использующих пространственную информацию - картографических (Mapping) и автоматизированного проектирования (САПР). Они являются не только (и не столько) средством компьютерного представления графических данных, а прежде всего представляют собой программно-технологический инструментарий решения наукоемких пространственно-ориентированных задач. Главная особенность ГИС - возможность моделирования и анализа структурных взаимосвязей сложных природно-хозяйственных объектов на основе современного математического аппарата.

Оценка состояния и уровня использования ГИС в развитых странах показывает, что большинство из них уже приступили к освоению более высокого этапа построения геоинформационной индустрии - созданию ГИС национального и глобального масштабов, базирующиеся на соответствующих ИПД. Серьезный толчок развитию исследований по организации национальных ИПД развитых стран дало исполнительное распоряжение Президента США Б. Клинтона № 12 906 от 11 апреля 1994 года «О координации сбора географических данных и организации доступа к национальной инфраструктуре пространственных данных».

К сожалению, сегодня состояние ГИС-технологий в Украине значительно уступает уровню развитых стран. Судя по публикациям в прессе, по анализу ситуации в ряде отраслей и, в частности, Минпромполитики, Минтопэнерго, Госкомприродных ресурсов можно констатировать, что уровень развития и использования ГИС-технологий несоизмерим с существующими в регионах и отраслях объемами работ, которые целесообразно решать с помощью ГИС. Отметим некоторые проблемные вопросы.

1. Все больше региональных и отраслевых организаций испытывают необходимость обновления, интеграции и анализа достоверных и разнообразных ПД и пытаются использовать для этого современные ГИС-

технологии. В свою очередь последние, предлагая соответствующие аппаратно-программные решения и подходы к анализу территориальных проблем, испытывают значительный дефицит в достоверных и согласованных наборах цифровых геопространственных данных.

2. В регионах накоплено большое количество отраслевой и ведомственной информации, необходимой для управления экономическими, социальными, производственными и иными процессами. Однако эта информация рассредоточена, разнородна и во многих случаях несопоставима.

3. ГИС-технологии, являющиеся важнейшим средством интеграции информационных ресурсов, используются в основном для решения разнообразных отраслевых и муниципальных задач хозяйственного назначения: создание земельных, лесных, водных и других кадастров, организации и проведении экологического мониторинга, управлении муниципальными службами и городским хозяйством и т.п. Совершенно недостаточно выполняются комплексные ГИС-проекты отраслей и регионов.

4. При проектировании и создании ГИС на одной территории в настоящее время как правило:

- используются различные, плохо сопоставимые между собой, базовые картографические основы,
- применяются узкоспециализированные и несертифицированные программные средства,
- дублируется значительный объем информации.

5. В создаваемых ГИС практически не используется аналитический аппарат, позволяющий исследовать структурные взаимосвязи между социально-экономическими, производственными и ресурсно-природными факторами, которые в совокупности определяют состояние и изменчивость элементов пространственной организации территории, что важно для решения задач устойчивого развития.

6. Многие ведомства и организации все чаще вынуждены признавать, что они не обладают квалифицированными кадрами, профессионально владеющими ГИС-технологиями.

7. Становится все более заметным несоответствие масштабов задач по освоению и использованию ГИС-технологий и сложившимся уровнем геоинформационного образования специалистов, занятых разработкой и созданием ГИС.

8. Не менее острой проблемой остается геоинформационное просвещение и повышение степени геоинформационной грамотности лиц, принимающих решения на различных уровнях административного и отраслевого управления.

Несмотря на отмеченные проблемы, в ряде отраслей, предприятий и регионов идет формирование отдельных элементов геоинформационных

технологий и ГИС для различных территориальных объектов и подразделений. Нет главного – единой инфраструктуры, которая смогла бы обеспечить:

- стандартизацию перечня и структуры ПД;
- использование единых форматов представления и обмена пространственными данными;
- единство описания данных, т.е. формализацию метаданных;
- организацию системы подготовки и актуализации ПД;
- организацию системы доступа пользователей к базам ПД.

К негативным моментам развития ИПД можно отнести:

- отсутствие четких конкретных формулировок задач и целей в отраслевом (национальном) масштабе;
- отсутствие координации работ и, как следствие, дублирование и незапланированное расходование средств и ресурсов;
- отсутствие стандартов представления данных и протоколов обмена и системы контроля по их соблюдению;
- слабое участие Украины в работе профильных международных организаций по созданию, развитию и использованию ПД.

Таким образом, поскольку ИПД включают в себя как нормативную, так и организационную составляющие, то инициатором и координатором создания такой инфраструктуры должно выступать государство. Основной формой технологической реализации ИПД страны могла бы послужить Национальная геоинформационная система, имеющая многоуровневый и многоцелевой характер, однако она ни в коем случае не должна подменять ГИС более низкого уровня.

Создание национальной (региональной) ГИС позволит в частности:

- обеспечить ведение различных кадастров топливо-энергетических ресурсов и комплексное представление обобщенных данных по всей совокупности этих ресурсов на том или ином участке территории;
- повысить качество каталогизации и управления природными и производственными ресурсами;
- прогнозировать возникновение чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, снизить возникающий при этом ущерб;
- оптимизировать экологический мониторинг, оценку и прогнозирование состояния окружающей среды.
- создать информационную базу для повышения инвестиционной привлекательности отдельных регионов и предприятий, реализации региональных проектов и программ;
- создать информационную основу реестра ресурсных платежей, позволяющего систематизировать учет налогоплательщиков для прогноза

поступления платежей и за счет этого оптимизировать механизм пополнения бюджета;

- улучшить перспективное и оперативное планирование социально-экономического развития территорий, обеспечить полноту, достоверность и оперативность информации об объектах управления;

Особую роль подобные ГИС могли бы сыграть в процессе управления государственной собственностью, в том числе для выдачи государственных концессий. Сегодня для подавляющего большинства концессионных проектов отсутствие адекватной геоинформационной технологии, позволяющей производить оценку месторождения, передаваемого в концессию, не по запасам, а по его рыночной стоимости, является реальным препятствием для заключения соглашения.

Литература

1. Бусыгин Б.С. Геоинформационные технологии в Украине: состояние и Пути развития // Сб. Научных трудов Национальной горной академии Украины. – Днепропетровск, 1998, № 3, том 1. – с. 33-37.
2. Бусыгин Б.С., Коротенко Г.М. Стандартизация и ГИС. Состояние и пути развития // Сб. Научных трудов Национальной горной академии Украины. – Днепропетровск, 2001, № 12, том 1. – с. 5-17.

Поступила в редакцию 13.05.04

ПОСТРОЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ДОНЕЦКО- МАКЕЕВСКОГО РАЙОНА

Аверин Д.Г.

Донецкий национальный технический университет

В статье рассмотрено построение автоматизированной информационно-аналитической системы мониторинга атмосферного воздуха. Определены принципы работы системы, ее задачи. Приведены функциональная и организационная схемы построения.

В соответствии с законодательством Украины и Европейского Союза, экологический мониторинг является неотъемлемой частью государственной деятельности в области охраны окружающей природной среды, национального богатства и здоровья населения. Сегодня в Украине на национальном уровне создается единая государственная система экологического мониторинга природной среды, целью которой является получение достоверной и своевременной информации о состоянии природных сред и источниках антропогенного воздействия, осуществление прогноза и оценки возможных воздействий на природную среду. Важной составляющей решения данной проблемы является создание современной автоматизированной информационно-аналитической системы мониторинга атмосферного воздуха.

Динамика загрязнения атмосферного воздуха свидетельствует об отсутствии эффективных методов управления техногенным загрязнением в промышленно-развитых регионах. Статистические данные последних лет указывают на достаточно устойчивое превышение ПДК по основным загрязнителям атмосферного воздуха для многих промышленных городов Украины [1, 2].

Целью создания автоматизированной системы является проведение автоматизированного сбора информации о загрязнении атмосферного воздуха, поддержка глобального информационного банка данных и осуществление прогноза состояния окружающей среды для принятия управленческих решений на региональном уровне.

Система должна строиться на следующих принципах:

Унифицированность. Принцип обеспечивается за счёт применения унифицированных методов анализа и измерений, типизации проектных решений и использования единых подходов при внедрении информационно-коммуникационных технологий.

Доступность – принцип обеспечивается предъявлением информации в Интернет для всех зарегистрированных пользователей через модули ввода-вывода.

Однотипность. Общий подход в этом случае обеспечивается за счёт применения модернизированной системы АСОИЗА – Автоматическая система обработки информации о загрязнении атмосферы по методике [3] - в качестве автоматизированного рабочего места, (АРМ лаборатории контроля) и однотипного оборудования.

Систематичность. Принцип обеспечивается использованием в крупных городах 1-2 постов автоматизированного контроля и проведением оценки взаимосвязей полученных данных с данными стационарных постов за счёт автоматизированных алгоритмов анализа.

Комплексность. Принцип обеспечивается за счёт накопления единой региональной базы данных экологической информации, возможностью обеспечения краткосрочного прогноза загрязнения воздуха по постам контроля, учётом метеоусловий и зон воздействий потенциально опасных предприятий, построением комплексных моделей прогноза загрязнений атмосферы над территориальными объектами с использованием метода АРПСС и нейросетевых технологий, а также использованием алгоритмов оценки трендов и тенденций загрязнения, анализа возникновения экологически опасных ситуаций и идентификации источников выбросов.

Оперативность контроля. Принцип оперативности обеспечивается анализом данных автоматизированных постов с высокой периодичностью, использованием алгоритмов идентификации источников выбросов и оценки трендов и тенденций на основе краткосрочного прогноза загрязнения атмосферного воздуха.

Информационная совместимость – за счёт применения технологии «Клиент-сервер» и использования стандартных протоколов взаимодействия Internet-TCP/IP и HTTP.

Единство программного обеспечения – за счёт применения СУРБД MySQL и языка программирования PHP, позволяющих применить единую технологию создания программно-аппаратных комплексов программных продуктов, баз данных и АРМ.

Геоинформационный подход – обеспечивается применением векторных карт районов и городов на базе данных МинЧС и использованием геоинформационных баз данных.

Принцип развития (открытости) системы обеспечивается возможностью увеличения количества территориальных объектов мониторинга и постов контроля, расширением перечня контролируемых показателей и развитием структуры и функциональных возможностей системы.

Таким образом, можно выделить задачи, решаемые автоматизированной системой:

- создание основы для формирования системы регионального мониторинга состояния природной среды промышленного региона;
- повышение эффективности контроля загрязнения атмосферы за счет автоматизации процессов регистрации и обмена информацией, а также ее обработки, хранения и анализа;
- создание и поддержка единой информационной базы данных показателей загрязнения атмосферного воздуха на региональном уровне;
- осуществление краткосрочного прогноза загрязнения атмосферы промышленного региона для принятия управленческих решений, направленных на снижение уровня загрязнения окружающей среды.

Для решения поставленных задач на основе комплекса проведенных исследований можно рекомендовать следующую организационную схему построения автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха (рис. 1).

Данная организационная схема предполагает как проведение автоматизированных измерений концентраций загрязняющих веществ, так и лабораторные анализы проб, отобранных вручную. Для автоматизированных измерений предполагается использовать 2-3 автоматизированных контрольных поста, места размещения которых выбираются в соответствии с Европейскими нормами мониторинга атмосферного воздуха промышленных городов [4]. Аналитические измерения проводятся в лабораториях Донецкого гидрометеоцентра и Донецкой санэпидемстанции в соответствии с общепринятыми методиками контроля веществ.

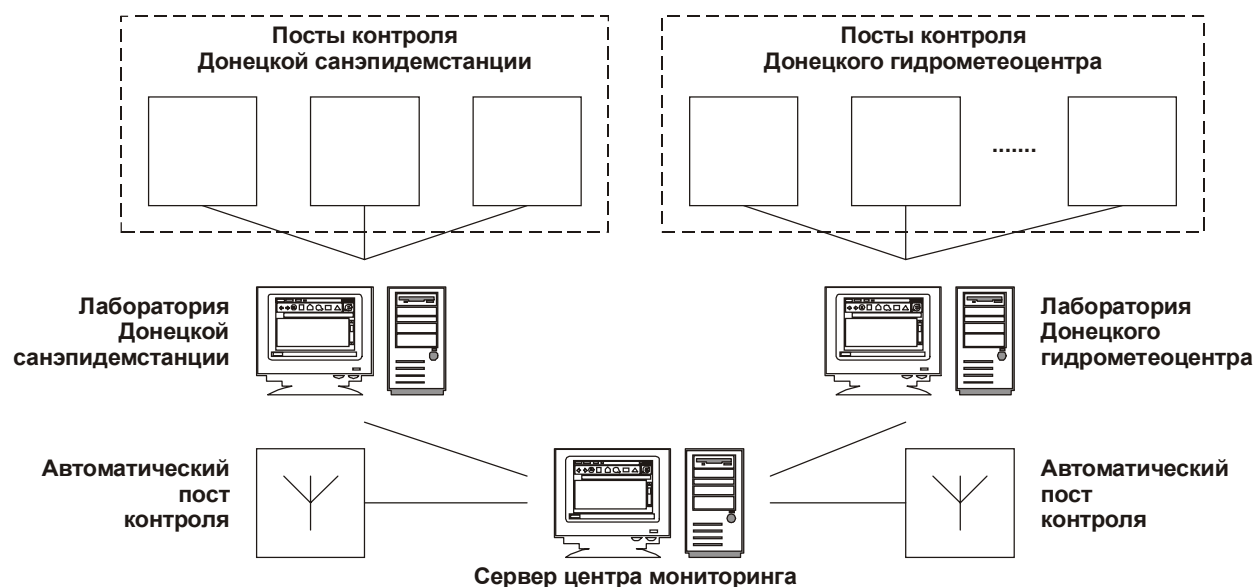


Рис. 1 - Организационная схема построения автоматизированной информационно-аналитической системы мониторинга атмосферного воздуха

Приведенная организационная схема предполагает реализацию функциональной схемы автоматизированной системы, приведенной на рис. 4.2.

При реализации информационно-аналитической системы мониторинга атмосферного воздуха остро встает вопрос хранения больших объемов информации и обеспечения к ней быстрого доступа, а также интеграции данных и приложений. Решением этой проблемы может стать разработка СУРБД, которая обеспечит процессы обмена и управления распределенными информационными ресурсами. Такое решение особенно актуально, так как автоматизированная информационно-аналитическая система будет иметь территориально распределенную инфраструктуру. Наиболее важными свойствами СУРБД являются:

- возможность управления движением больших потоков информации, рассредоточенной по территориально распределенным объектам;
- возможность анализа и обработки информации в любой момент времени на любом рабочем месте с учетом предоставленного уровня доступа посредством технологий Internet/Intranet;
- поддержка целостности информационных ресурсов при репликации данных по любым каналам связи;
- построение инфраструктуры системы мониторинга атмосферного воздуха в рамках единой технической системы, что существенно сокращает затраты на сопровождение, развитие и модернизацию информационно-аналитических алгоритмов под изменяющиеся задачи.

СУРБД базируется на следующих принципах построения распределенных информационных систем:

- единый банк данных для хранения информации;
- централизованная система администрирования и репликации данных;
- единая среда программных приложений;
- интегрированная аппаратная среда.

Единый банк данных содержит три базы данных:

- база данных о загрязнении атмосферного воздуха;
- база данных о предприятиях Донецко-Макеевского района с координатами санитарно-защитных зон и характеристиками источников и объемов выбросов вредных веществ в соответствии с формами 2ТП-«Воздух»;
- база геоинформационных данных Донецко-Макеевского района, выполненная по стандарту OpenGIS, рекомендованному Open GIS Consortium в документе Simple Features Specifications For SQL [5, 6].

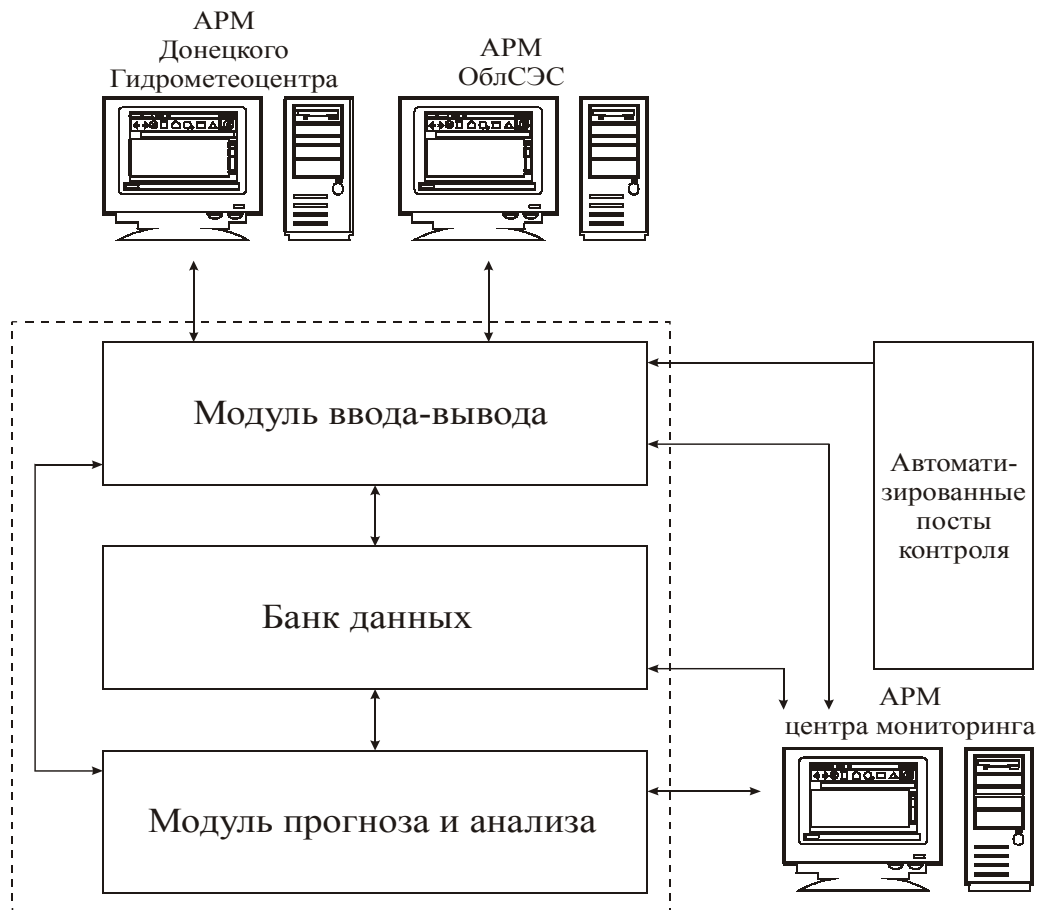


Рис. 2 - Функциональная схема автоматизированной информационно-аналитической системы мониторинга атмосферного воздуха

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2001 році. – 2003.10.28. – <http://mail.menr.gov.ua/publ/nreport/Nd2001u.pdf>.
2. Земля тривоги нашої. Огляд екологічної ситуації в Донецькій області. Державне управління Мінекобезпеки, Донецьк, 1999. – 102 с.
3. Руководство по загрязнению атмосферы. РД 52.04.186-89. М.: Госгидромет, 1991. – 693 с.
4. Council directive 1999/30/EC of 22 April 1999 relating to limit values for sulphur dioxide, nitrogen dioxide and oxides of nitrogen, particulate matter and lead in ambient air.- http://europa.eu.int/smartapi/cgi/sga_doc.smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=en&type_doc=Directive&an_doc=1999&nu_doc=30 (02.02.2004)
5. Spatial Extensions in MySQL. - http://www.mysql.com/doc/en/GIS_introduction.html (02.02.2004)
6. OpenGIS® Specifications. - <http://www.opengis.org/specs/?page=specs> (20.11.2003).

Поступила в редакцию 13.05.04

КОНТРОЛЬ КОНЦЕНТРАЦІЇ РЕЧОВИН В РІДИННИХ ВІДХОДАХ ВИРОБНИЦТВА МЕТОДАМИ НАДЛИШКОВИХ ВИМІРЮВАНЬ

В. Т. Кондратов, В. Б. Сітар

Київський національний університет технологій та дизайну
м. Київ, Україна

Розглянуто новий метод надлишкових вимірювань концентрації речовин після поглинання ультрафіолетового випромінювання, який забезпечує визначення концентрації з високою точністю в широкому діапазоні величин.

Постановка проблеми, її актуальність.

Проблема запобігання негативним діям матеріально-виробничої діяльності людства на природне оточення стала однією з важливіших проблем сучасності. Починаючи з другої половини 20-го століття упевненість в “безмежності людської винахідливості” почала помітно поступатися місцем серйозній стурбованості станом навколишнього середовища, що все більш змінюється під впливом цієї винахідливості не в кращу сторону. Промислове виробництво неминуче супроводжується утворенням речовин, які є побічним результатом тієї чи іншої технології. Результати виробничої діяльності призвели до усвідомлення сучасною людиною, що прогресуюче погіршення стану навколишнього середовища стає реальним фактом, зневажа яким чревата вельми небезпечними наслідками [1-2].

Постановка задачі.

Незважаючи на розробку високоефективних способів очистки відходів промисловості, основна їх частина, як і раніше, нейтралізується “методом розбавлення”, коли шкідливі рідкі відходи скидаються у водойми. Теперішній стан очисних споруд підприємств хімічної, текстильної та легкої промисловостей морально та технічно застарів, нові споруди практично не будуються. Незважаючи на те, що майже всі підприємства працюють не на повну потужність, має місце перевищення гранично допустимої концентрації речовин в рідинних відходах виробництва. Тому й в теперішній час існує проблема контролю гранично допустимої концентрації та високоточного вимірювання концентрації речовин в рідинних відходах виробництва.

Мета дослідження.

Для визначення концентрації речовин в рідинних відходах виробництва існує багато різноманітних методів вимірювання [3-5]. Метою цієї роботи є створення нового методу надлишкових вимірювань концентрації речовин та матеріалів за поглинанням ультрафіолетового випромінювання, який за-

безпечує визначення дійсного значення концентрації з підвищеною точністю у широкому діапазоні її значень та вирішення задачі доцільності утилізації рідинних відходів виробництва.

Основний матеріал та результати досліджень.

Суть запропонованого методу полягає в наступному. Спочатку формується монохроматичне ультрафіолетове випромінювання заданої інтенсивності I_0 та довжини хвилі λ за допомогою джерела монохроматичного випромінювання 1 (див. рисунок). Камера порівняння 6 складаної кювети 4 заповнюється технологічним розчином з нормованою за розміром концентрацією C_1 досліджуваної речовини. Через складану кювету 4 з зазначеним розчином пропускають монохроматичне ультрафіолетове випромінювання від джерела 1. Інтенсивність вихідного потоку кювети 4 за допомогою послідовно ввімкнених фотоприймача 7 з підсилювачем, квадратора 8, керованого інтегратора 9 та узгоджуючого підсилювача 10 перетворюється в дійсне значення напруги U_1 протягом заданого інтервалу часу Δt . Напруга U_1 вимірюється за допомогою цифрового мілівольтметра 11, а отримане значення N_1 запам'ятовується.

Потім камеру порівняння 6 кювети 4 заповнюється тим самим розчином, але з нормованою за розміром концентрацією C_2 досліджуваної речовини. Через складану кювету 4 з цим розчином пропускають монохроматичне ультрафіолетове випромінювання від джерела 1. Знов за допомогою блоків 7 – 10 перетворюють інтенсивність вихідного потоку в дійсне значення напруги U_2 протягом заданого інтервалу часу Δt . Напруга U_2 перетворюється в код числа N_2 за допомогою цифрового мілівольтметра 11 і запам'ятовується.

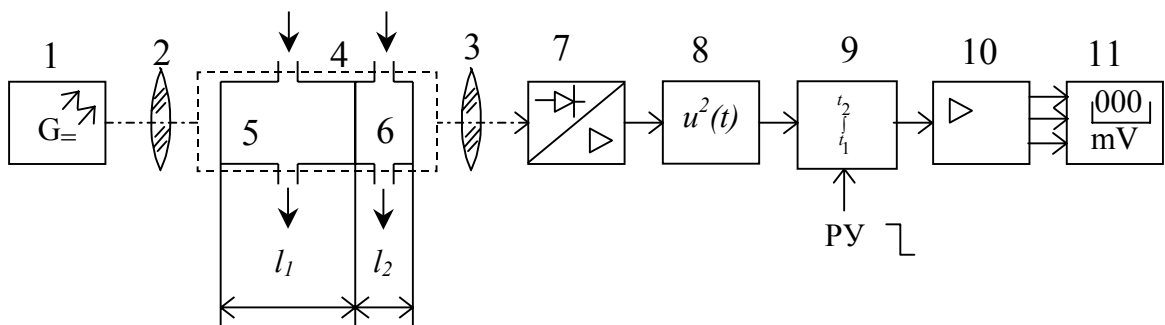


Рисунок. Структурна схема установки, що реалізує метод

надлишкових вимірювань концентрації речовин

Після цього заповнюють робочу камеру 5 складаної кювети 4 технологічним розчином з невідомою концентрацією C_x досліджуваної речовини. Інтенсивність монохроматичного ультрафіолетового потоку випромінювання, який пройшов через складану кювету 4 з розчинами, за допомо-

гою блоків 7 – 10 перетворюють в дійсне значення напруги U_3 протягом заданого інтервалу часу Δt . Отримана напруга U_3 також вимірюється за допомогою цифрового мілівольметра 11. Її значення N_3 запам'ятовується.

Далі камера порівняння 6 заповнюється розчином з відомою за значенням концентрацією C_1 досліджуваної речовини. Аналогічним чином інтенсивність потоку монохроматичного ультрафіолетового випромінювання, що пройшло через складану кювету 4 з розчинами, перетворюється в дійсне значення напруги U_4 протягом заданого інтервалу часу Δt . Отримана напруга U_4 вимірюється, а її значення N_4 запам'ятовується.

Після виконання зазначеної сукупності процесів перетворення зливають технологічні розчини зі складаної кювети 4. Вимикають джерело 1 монохроматичного випромінювання. В цьому разі виключається проходження монохроматичного ультрафіолетового випромінювання через незаповнені камери складаної кювети 4. В напругу U_5 перетворюється вже інтенсивність темного потоку протягом заданого інтервалу часу Δt . Отримане значення вихідної напруги U_5 вимірюється, а її значення N_5 запам'ятовується.

Після отримання результатів проміжних вимірювань концентрація досліджуваної речовини визначається у відповідності з рівнянням надлишкових вимірювань

$$C_x = (\{C_2\} - \{C_1\}) \cdot \frac{\ln \frac{(N_1 - N_5)(N_2 - N_5)}{(N_3 - N_5)(N_4 - N_5)}}{n_2 \cdot \ln \frac{N_1 - N_5}{N_2 - N_5}},$$

де $\{C_1\}$ та $\{C_2\}$ – концентрації розчинів порівняння заданих розмірів; N_1, N_2, N_3, N_4 – значення напруг, що отримані в результаті перетворень інтенсивностей монохроматичного ультрафіолетового випромінювання, які пройшли через складану кювету з зазначеними концентраціями розчинів; N_5 – значення напруги, що отримана в результаті перетворення інтенсивності темного потоку; n_2 – коефіцієнт пропорційності $n_2 = 2$.

Дослідження показали, що розроблений метод визначення концентрації досліджуваної речовини забезпечує лінеаризацію нелінійної функції перетворення фотоприймача завдяки використанню нової математичної моделі методу та виведенню відповідного рівняння надлишкових вимірювань. Крім того, він забезпечує високу точність вимірювання за рахунок виключення похибок, що обумовлені нелінійністю та нестабільністю функції перетворення фотоприймача, забрудненням вікон складаної кювети та їх запотіванням. Реалізація запропонованого методу дозволить створити цифрові вимірювачі концентрації речовин класу 0,1.

Висновки

Встановлено, що запропонований метод надлишкових вимірювань концентрації речовин дає можливість:

- 1) підвищити точність вимірювання концентрації речовин у рідинних відходах виробництва за рахунок виключення похибки вимірювання, що обумовлена поглинанням ультрафіолетового випромінювання стінками кювети та елементами оптичного тракту, а також адитивної, лінійної та нелінійної мультиплікативних складових систематичної похибки;
- 2) зменшити час вимірювання за рахунок мінімізації кількості операцій та оптимізації порядку їх виконання;
- 3) вирішити проблему утилізації рідинних відходів виробництва, зокрема по результатах високоточного визначення концентрації дорогоцінних металів чи шкідливих речовин у технологічних розчинах;
- 4) створити цифрові вимірювачі концентрації речовин класу 0,1.

Литература.

1. Бигон М., Харпер Д., Таунсенд К. Экология. т.1. М.:, 1989. – 668 с.
2. Злобін Ю.А. Основи екології. К.: – Видавництво “Лібра”, ТОВ, 1998. – 248 с.
3. Баркан М.Я., Каралис В.Н. Двухканальный ультрафиолетовый фотометр // Приборы и техника эксперимента, 1977, №5. – С. 166-167.
4. А.с. РФ №2012868, G01N21/61. Козубовский В.Р., Повхан Т.И. Однолучевой многоканальный анализатор. Бюл. № 9, 1994.
5. А.с. СССР №1807356, G01N21/85. Михалевич В.С., Кондратов В.Т., Скрипник Ю.А. Фотоэлектрический способ определения концентрации жидких и газообразных сред. Бюл. №13, 1993.

Поступила в редакцию 13.05.04

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ ШАХТ ЦЕНТРАЛЬНОГО ДОНБАССА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Кузык И.Н., Булгаков Ю.Ф., Артамонов В.Н.
ДонНТУ, Украина

Розглянуто матеріали моніторингу стану породних відвалів та їх впливу на навколишнє середовище. Введено нового показника – площа поверхні відвалу, який характеризує пилогазовиділення до атмосфери для відвалів різної форми.

Горнодобывающее предприятие – шахта, является одним из основных нарушителей и загрязнителей окружающей природной среды. Поверхностный комплекс любой шахты Центрального района Донбасса содержит более 50 источников загрязняющих атмосферу, гидросферу и литосферу. Оценивая степень влияния источников загрязнения окружающей природной среды следует отметить, что основная его часть приходится на породные отвалы, большинство из которых горящие. Постоянный контроль за состоянием породного отвала и разработка технологий по снижению вредного влияния на окружающую природную среду, в большинстве случаев проводятся формально. Особенно это относится к предприятиям угольной промышленности, существующим десятки лет. В этом случае отвалы формируются как конические при начале работы предприятия и в последующем производится их переформирование в отвалы плоской формы [1].

Характеризуя породные отвалы шахт Центрального района Донбасса можно выделить отвалы шахты «Комсомолец» ГП «Артемуголь», которые существуют с 1900 года. Некоторые данные, характеризующие породные отвалы №1, №2, №3 приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Характеристика породных отвалов шахты «Комсомолец»

№ п/п	Показатели	Породные отвалы		
		№1	№2	№3
1	Дата пуска отвала	1900 г.	1950 г.	1977 г.
2	Дата остановки отвала	1979 г.	действ.	действ.
3	Форма отвала			
	– по проекту	конусная	конусная	плоская
	– фактически	конусная	конусная	плоская

Продолжение табл.1

№ п/п	Показатели	Породные отвалы		
		№1	№2	№3
4	Проектные параметры отвалов – высота (max), м – площадь основания, м ² – объем, м ³	110,0 74000 2600000	110,0 64000 2060000	40,0 105500 900000
5	Фактические показатели – высота (max), м – площадь основания, м ² – площадь основания плоского породного отвала, м ² – объем, м ³	101,5 43000 – 2200000	89,5 53500 – 1905000	h _{ср} 37,0 51300 39000 350000
6	Характеристика отвальной массы – зольность, А, % – содержание серы, S, % – содержание горючих газов, % – влажность, %	81,2 0,7 51,8 3,7	82,2 0,9 52,5 3,6	85,0 0,7 79,3 5,9
7	Характеристика горения	горящий	горящий	горящий
8	Литологический состав пород отвала	аргиллиты, алевролиты, песчаники, известняки, уголь		

Для горящих породных отвалов №1, №2, №3 шахты «Комсомолец» не проводились профилактические мероприятия, породы отвалов не используются, деформационная характеристика отвалов и его основания не производилась (усадка, трещины, разломы, оползни). Существующие паспорта действующих отвалов не отражают их состояние, так как последние показатели датируются 1993 годом. Это характерно не только для породных отвалов этой шахты, но и для всей отрасли. Паспортизация существующих породных отвалов, их температурный режим, влияние на окружающую природную среду и здоровье человека требует незамедлительных действий в направлении их анализа и мониторинга во времени. Одним из существующих технологических решений по снижению влияния горящих породных отвалов является их тушение, разборка и перепрофилирование в плоские отвалы [2]. Из табл. 1 видно, что содержание горючих газов на отвале плоской формы на 33% выше, чем на отвалах конической формы, но в тоже время объем горячей горной массы в плоском отвале в 6,28 раза меньше. В данном случае технологическое решение не дает должного эффекта и повышенное газовыделение может объясняться только увеличением площади поверхности породного отвала, как основного фактора изменения газовыделения и пылеобразования. Так

при одинаковых объемах отвалов различной формы площадь поверхности значительно увеличивается, что способствует повышению газовыделения и пылеобразования. Сравнивая характеристики реальных породных отвалов как конических, так и плоских ($U_k = 2000000 \text{ м}^3$, $U_{\text{п}} = 350000 \text{ м}^3$) и их влияние на окружающую среду можно сделать вывод о том, что плоский горящий породный отвал с меньшим объемом пород оказывает большее влияние чем конический отвал такого же объема.

По нашему мнению следует ввести в паспорт каждого породного отвала такой показатель как площадь его поверхности и производить мониторинг ее изменения во времени. При формировании конического отвала во времени зависимость площади поверхности его S_k от высоты h_k описывается выражением

$$S_k = 0,669h_k^3 - 125,24h_k^2 - 8088,4h_k - 159077, \quad (1)$$

где S_k – площадь поверхности породного конического отвала, м^2 ;

h_k – высота отвала, м; $h = 40 \dots 100$ м.

График зависимости $S_k = f(h)$ представлен на рис. 1.

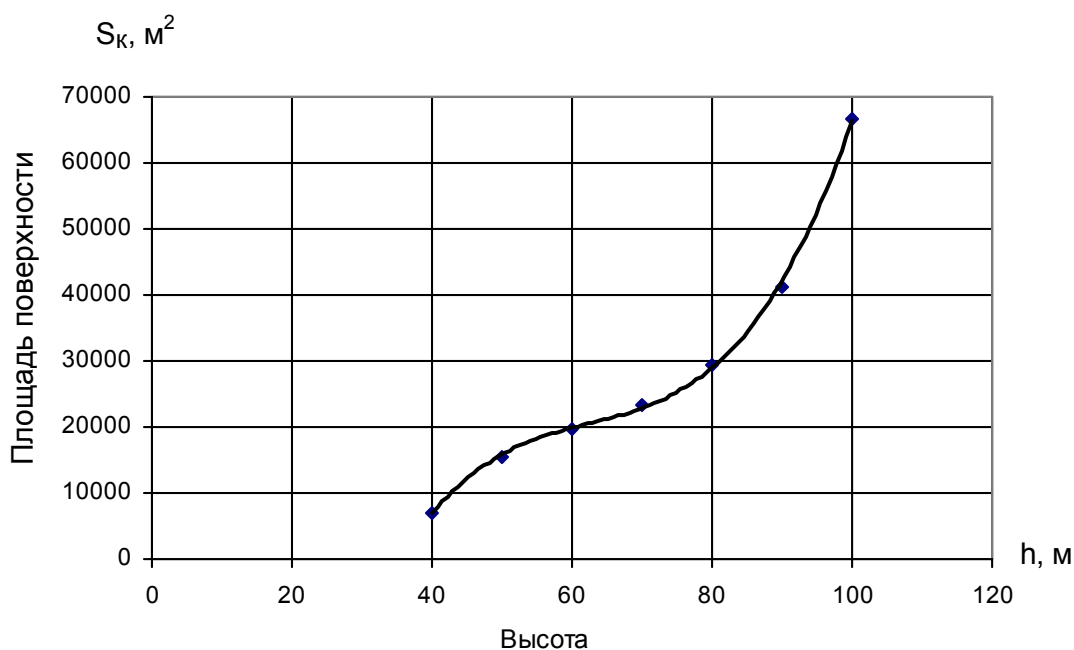


Рис. 1. Зависимость изменения площади поверхности конического породного отвала S_k от его высоты h_k в период его формирования

Формирование плоского породного отвала может производиться слоями $h_{п.сл} = 10$ м с изоляцией до $h_{п.мах} = 40$ м. График изменения площади поверхности плоского породного отвала $S_{п}$ в зависимости от его высоты $h_{п}$ представлен на рис. 2.

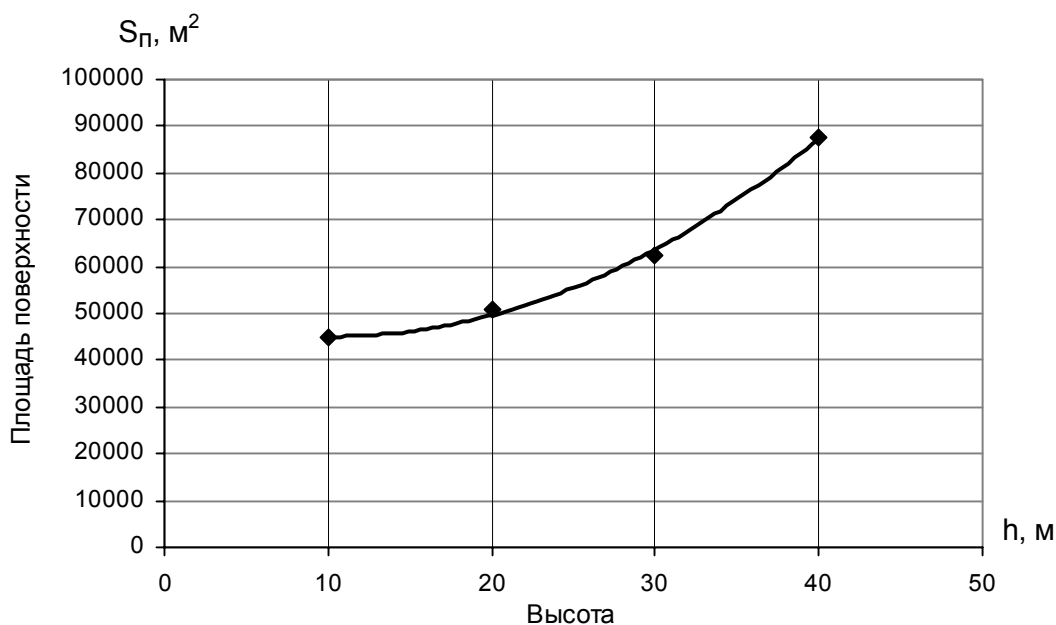


Рис. 2. Зависимость изменения площади поверхности плоского породного отвала $S_{п}$ от его высоты $h_{п}$ в период его формирования

Эта зависимость описывается выражением

$$S_{п} = 47,805h_{п}^2 - 981,03h_{п} + 50099, \quad (2)$$

где $S_{п}$ – площадь поверхности формируемого плоского отвала, м²;
 $h_{п}$ – высота породного отвала, $h_{п} = 10 \dots 40$ м.

Используя представленные выражения (1, 2) можно прогнозировать его влияние на окружающую природную среду, газовыделение и вылевыделение в атмосферу исходя из увеличения площади поверхности отвала. Рассматривая перепрофилирование конусного породного отвала в плоский, при определенном значении его объема $U_{к} = 2000000$ м³, высоте $h_{к} = 100$ м при послойной разборке $h_{сл} = 10$ м можно сделать вывод об изменении площади его поверхности при понижении высоты с интервалом от 10 м до 40 м.

Моделирование процесса перепрофилирования конического породного отвала в плоский, позволяет уточнить теоретические

представления об изменении площади его поверхности и описать его эмпирическими зависимостями.

Паспортизация породных отвалов шахт требует проведения большого объема работ по их описанию, оценке влияния на окружающую природную среду и разработке необходимых технологических решения по безопасной их эксплуатации и возможного использования породы, как в шахте, так и на поверхности. Решение этих проблем позволит снизить вред, наносимый породным отвалом на окружающую природную среду, и даст определенный экономический эффект.

Библиографический список

1. Астахов А.С., Мальшев Ю.Н., Пучков Л.А., Харченко В.А. Экология: горное дело и природная среда. Учебн. для ВУЗов. – М.: Издательство академии горных наук, 1999. – 367 с.: ил.
2. ДНАОП 1.1.30–5.37.–96 Инструкция по предупреждению самовозгорания, тушению и разборке породных отвалов. Сборник инструкций к правилам безопасности в угольных шахтах. – Т.2. – Киев, 1996. – С. 358–367.

Поступила в редакцию 13.05.04

ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДАХ ДОНБАССА

Н.А. Горовая, А.Ф. Горовой
Донбасский горно-металлургический институт

По предложенной методике выполнено изучение особенностей распространения токсичных элементов и степени токсичности продуктов добычи (горная масса, уголь) и отходов деятельности шахт (вмещающие породы, зола углей), обогатительных фабрик, металлургических предприятий и тепловых станций Донбасса

На Украине накоплено 25 млрд. т твердых промышленных отходов, большая часть которых расположена в пределах индустриальных районов (Донбасс, Кривбасс и др.). Ежегодно количество отходов в Донбассе увеличивается на 100-120 млн. т, под которые отводятся новые площади плодородных земель. Отходы содержат разнообразные токсичные элементы и соединения, многие из которых способны загрязнять окружающую среду (атмосфера, гидросфера, биосфера), а в конечном результате попадают в организм человека.

Ранее при характеристике токсичности изучаемого объекта ограничивались перечнем и содержанием токсичных элементов. Нами предложена методика оценки токсичности, в основе которой положено установление таких показателей токсичности, как общее число, состав и содержание токсичных элементов, общая и средняя суммы удельных частот встречаемости, общая и средняя суммы кратностей превышения значений предельно допустимых концентраций, средний совокупный рейтинг токсичности. Полученные показатели позволяют выявить типоморфные особенности (модель), составить кадастр и прогнозную карту, выполнить сравнительно-количественную характеристику токсичности, представить токсичность в виде формулы и на графике. За значения ПДК приняты величины, рекомендуемые справочником [1,2].

Нами исследованы наиболее распространенные в Донбассе виды промышленных отходов – отходы добычи и переработки углей, обогащения углей, металлургических и энергетических предприятий. Среди отходов и переработки углей рассмотрены вмещающие породы, горная масса, уголь и зола углей шахтных полей, государственных

предприятий по добыче углей, угленосных районов и групп угленосных районов.

Во вмещающих породах 176 шахтных полей Донбасса установлено 13 токсичных элементов, из которых наиболее распространены фтор (выявлены в 85 шахтных полях), хром (79), свинец (60), мышьяк (44) и т.д. Такие элементы, как кадмий, мышьяк и сурьма, распространены крайне неравномерно. Максимальная токсичность установлена во вмещающих породах шахтных полей шахт «Брянковская», «Замковская» и им. Капустина, ГП «Лисичанскуголь», «Дзержинскуголь» и «Краснодонуголь», Селезневского, Лисичанского и Краснодонского угленосных районов, восточной группы угленосных районов. Химический тип токсичности – Pb, F, Cr и As, класс - Pb, F, и Cr, подкласс - Cr и F. Во вмещающих породах 23 государственных предприятий по добыче угля выявлено 8 токсичных элементов, из которых самыми распространенными оказались хром (12) и свинец (9), а неравномерно распространенными – сурьма и мышьяк. Наиболее токсичными являются вмещающие породы ГП «Дзержинскуголь», «Лисичанскуголь» и «Стахановуголь», северной группы угленосных районов. Химический состав токсичности Pb, Cr, As – Pb, Cr – Pb, F. Во вмещающих породах 13 угленосных районов установлено 5 токсичных элементов. Из них наиболее распространены мышьяк (8), хром (8) и свинец (6), а сурьма выявлена от случая к случаю. Состав, количество, среднее содержание, встречаемость, кратность превышения значений ПДК токсичных элементов, оценка, кадастр и химический состав токсичности вмещающих пород группы угленосных районов приведены в таблице 1, прогнозная карта – на рис. 1.

В горной массе шахтных полей обнаружено 15 токсичных элементов, из которых наиболее распространены ниобий (176), литий (26), ртуть (22), ванадий (21) и т.д. Кадмий и сурьма распространены крайне неравномерно. Наиболее токсичной оказалась горная масса шахтных полей шахт «Брянковская», «Замковская» и «Волынская», ГП «Донбассантрацит», «Октябрьуголь» и «Дзержинскуголь», Боково-Хрустальского, Центрального и Должанско-Ровенецкого угленосных районов, центральной группы угленосных районов. Химический тип токсичности - Nb, класс - Nb-Li и подкласс - Li-P. В горной массе государственных предприятий по добыче угля установлено присутствие 9 токсичных элементов, из которых ниобий (23) и литий (4) отнесены к наиболее распространенным. Самой токсичной оказалась горная масса ГП «Орджоникидзеуголь», «Донбассантрацит» и «Октябрьуголь», центральной группы угленосных районов.

Таблица 1 – Средние значения содержаний токсичных элементов и показатель токсичности вмещающих пород угленосных районов в пределах групп угленосных районов Донбасса

№ п/п	Группа угленосных районов	Угленосные районы	Количество шахтных полей	Индексы пластов	Марка углей	Количество (встречаемость) Среднее содержание, г/т					Среднее число токсичных элементов	Сумма удельных частот встречаемости		Сумма кратностей превышения значений ПДК		Средний совокупный показатель токсичности	Химический состав токсичности									
						As	Pb	Sb	F	Cr		общая	средняя	общая	средняя		тип			класс			подкласс			
																	As	Pb	F	Cr	Pb	F	Cr	Pb	F	Cr
1	Северная	Лисичанский, Алмазно-Марьевский, Луганский	32	h ₄ -m ₆ ²	Д-ГЖО	$\frac{2(0,7)}{4,5}$	$\frac{2(0,7)}{80,7}$	$\frac{1(0,3)}{2,6}$	$\frac{3(1,0)}{654,0}$	$\frac{3(1,0)}{116,7}$	3,7	2,2	0,6	6,8	1,8	6,8	0,66	0,34	-	-	-	0,66	0,34	0,34	0,33	0,33
2	Восточная	Краснодонский, Селезневский	18	i ₃ -l ₈	Г-А	$\frac{2(1,0)}{6,2}$	$\frac{2(1,0)}{39,8}$	$\frac{-}{2,6}$	$\frac{1(0,5)}{555,2}$	$\frac{2(1,0)}{134,7}$	3,0	2,7	0,8	6,4	1,9	7,4	1,0	-	-	-	0,50	-	0,50	0,50	0,50	-
3	Центральная	Должанско-Ровенешский, Боково-Хрустальский, Чистяково-Снежнянский, Центральный	80	h ₂ -l ₆ ²	ГЖО-А	$\frac{3(0,8)}{4,2}$	$\frac{2(0,5)}{28,2}$	$\frac{-}{0,4}$	$\frac{-}{466,9}$	$\frac{2(0,5)}{122,6}$	1,8	0,7	0,4	3,4	2,1	4,4	0,75	-	-	0,25	1,0	-	-	-	-	1,0
4	Южная	Донецко-Макеевский, Красноармейский, Южнодонецкий	39	c ₁ -n ₁	Д-ГЖО	$\frac{1(0,33)}{1,2}$	$\frac{-}{22,3}$	-	$\frac{1(0,33)}{377,7}$	$\frac{-}{61,4}$	0,66	0,33	0,3	0,7	0,7	2,0	0,50	-	-	0,50	-	-	-	-	-	-
5	Западная	Петропавловский	7		ДГ-Г	-	$\frac{-}{13,6}$	-	$\frac{-}{265,3}$	$\frac{1(1,0)}{106,3}$	1,0	0,6	0,6	1,0	1,0	2,2	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	

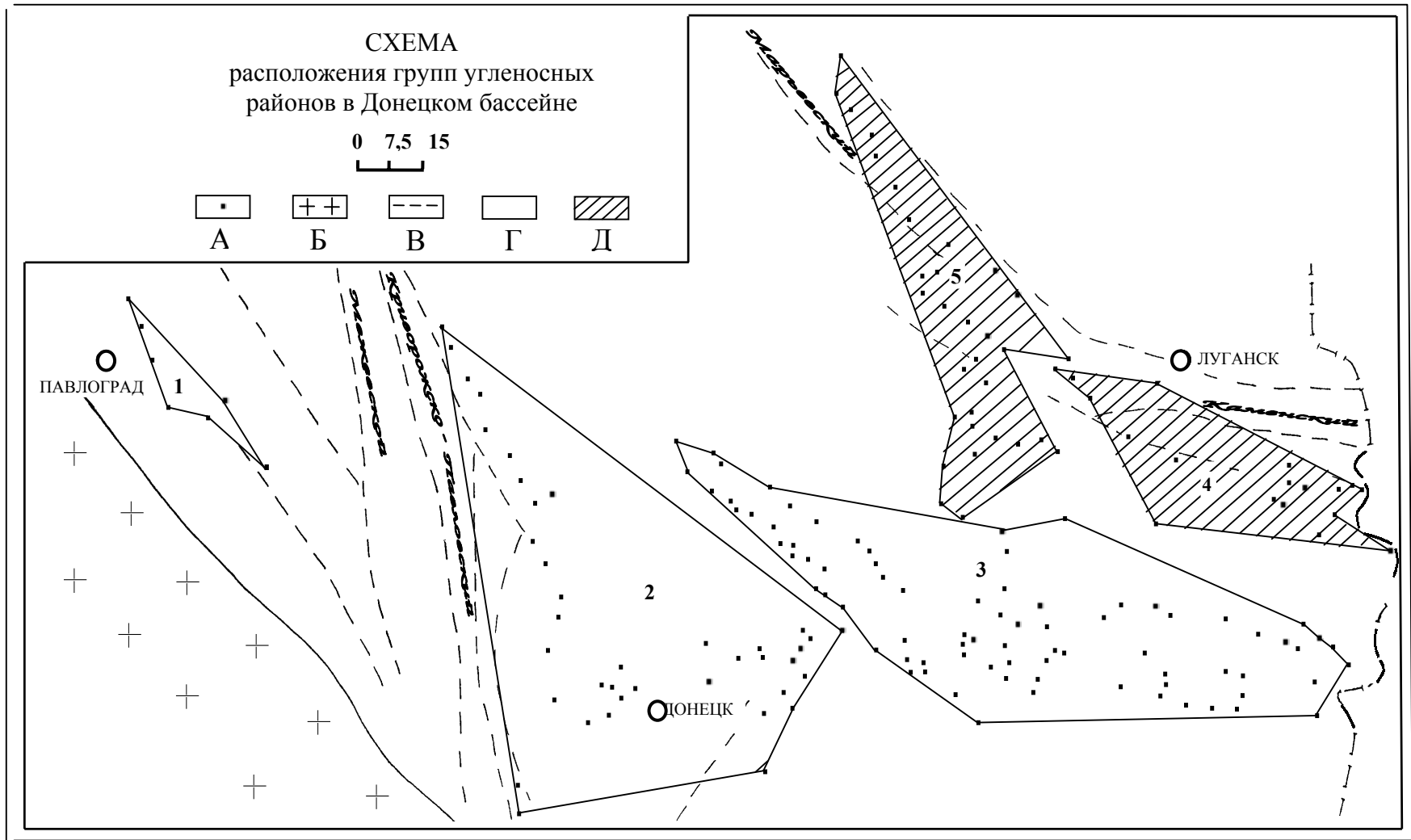


Рисунок 1 - Токсичность вмещающих пород угленосных районов в пределах групп угленосных районов в Донецком бассейне
 А - шахта, шахтоуправление; Б - докембрийский кристаллический массив; В - надвиг; Г - показатель менее 5,0; Д - показатель более 5,0; 1 – западная (3,6); 2 - южная (2, 1); 3 – центральная (4,4); 4 – восточная (8,6); 5 – северная (6,8)

Химический состав токсичности Nb - пестрый – Li. В горной массе угленосных районов отмечено 6 токсичных элементов: ниобий (13) и др. Состав, количество, среднее содержание, встречаемость, кратность превышения токсичных элементов, оценка, кадастр и химический состав токсичности горной массы групп угленосных районов приведены в таблице 2, прогнозная карта – на рис. 2.

В углях шахтных полей установлено 16 токсичных элементов, из которых к наиболее распространенным отнесены ртуть (24), мышьяк (20), литий (14) и др., а неравномерно распространенным – кадмий, ртуть, фосфор, сурьма и фтор [3]. Повышенной токсичностью характеризуются угли шахтных полей шахт «Южная», «Краснодарская-южная» и «Новая», ГП «Донбассантрацит», «Дзержинскуголь» и «Антрацит», Боково-Хрустальского, Центрального и Должановского угленосных районов, центральной группы угленосных районов. Химический тип токсичности As и Hg, класс Li и Hg, подкласс Mn - As. В углях государственных предприятий обнаружено 6 токсичных элементов, среди которых наиболее часто встречены ртуть (3) и литий (2). Токсичными оказались угли ГП «Дзержинскуголь», «Донбассантрацит», «Антрацит» и «Свердловантрацит», Центрального и Боково-Хрустальского угленосных районов, центральной группы угленосных районов. Химический состав токсичности Hg-Li-As. Токсичность углей угленосных районов определяется присутствием ртути, лития и мышьяка. Количество, состав, среднее содержание, встречаемость и кратность превышения токсичных элементов, оценка, кадастр и химический состав токсичности приведен в табл. 3, прогнозная карта – на рис. 3.

В золе углей шахтных полей шахт выявлено 18 токсичных элементов различной распространенности: молибден (176), свинец (173), медь (165), мышьяк (162) и т.д. Кадмий, сурьма и фтор распространены крайне неравномерно. Наиболее токсичной оказалась зола углей шахтных полей шахт «Ворошиловская», 71 «Индустрия» и им. газ. «Известия», ГП «Донбассантрацит», «Луганскуголь» и «Ровенькиантрацит», Селезневского, Боково-Хрустальского и Луганского угленосных районов, восточной группы угленосных районов. Химический тип токсичности As, класс Mo и подкласс Mo-Pb. Зола углей государственных предприятий по добыче углей характеризуется 16 токсичными элементами: медь (23), молибден (23), никель (23), свинец (23) и т.д. Крайне неравномерно распространены сурьма, кадмий и фосфор. Повышенной токсичностью характеризуется зола углей ГП «Донбассантрацит»,

Таблица 2 – Количество, встречаемость, среднее содержание и средние значения показателей токсичности горной массы угленосных районов в пределах групп угленосных районов Донбасса

№ п/п	Группа угленосных районов	К-во шахтных полей	Индексы пластов	Марка углей	Количество (встречаемость)						Среднее число токсичных элементов	Сумма удельных частот встречаемости		Сумма кратностей превышения значений ПДК		Средний совокупный показатель токсичности	Химический состав токсичности						
					Среднее содержание, г/т							общая	средняя	общая	средняя		тип	класс,					подкласс
					Li	Cu	Nb	Hg	Pb	Cr								Nb	Hg	Cu	Pb	Cr	
1	Северная	32	h ₄ -m ₆ ²	Д-ГЖО	$\frac{-}{45,1}$	$\frac{-}{33,9}$	$\frac{3(1,0)}{11,8}$	$\frac{-}{0,008}$	$\frac{1(0,33)}{32,8}$	$\frac{-}{70,7}$	1,3	1,1	0,9	2,9	2,2	2,7	1,0	-	-	1,0	-	-	
2	Восточная	18	i ₃ -l ₈	Г-А	$\frac{-}{48,2}$	$\frac{-}{33,0}$	$\frac{2(1,0)}{11,6}$	$\frac{-}{0,15}$	$\frac{-}{26,6}$	$\frac{-}{76,3}$	1,0	1,0	1,0	2,2	2,2	2,2	1,0	-	-	-	-	-	
3	Центральная	80	h ₂ -l ₆ ²	ГЖО-А	$\frac{1(0,25)}{52,2}$	$\frac{1(0,25)}{41,9}$	$\frac{4(1,0)}{12,0}$	$\frac{1(0,25)}{0,7}$	$\frac{-}{25,0}$	$\frac{1(0,25)}{81,2}$	2,0	1,4	0,8	3,4	1,8	2,9	1,0	0,33	0,33	-	0,34	1,0	
4	Южная	39	c ₁ -n ₁	Д-ГЖО	$\frac{-}{33,7}$	$\frac{-}{31,6}$	$\frac{3(1,0)}{12,1}$	$\frac{-}{0,17}$	$\frac{-}{15,0}$	$\frac{-}{51,1}$	1,0	1,0	1,0	2,3	2,3	2,8	1,0	-	-	-	-	-	
5	Западная	7	c ₁ -c ₁₁	ДГ-Г	$\frac{-}{61,8}$	$\frac{-}{31,6}$	$\frac{1(1,0)}{12,2}$	$\frac{-}{0,1}$	$\frac{-}{16,9}$	$\frac{-}{6,6}$	1,0	1,0	1,0	2,2	2,2	2,8	1,0	-	-	-	-	-	

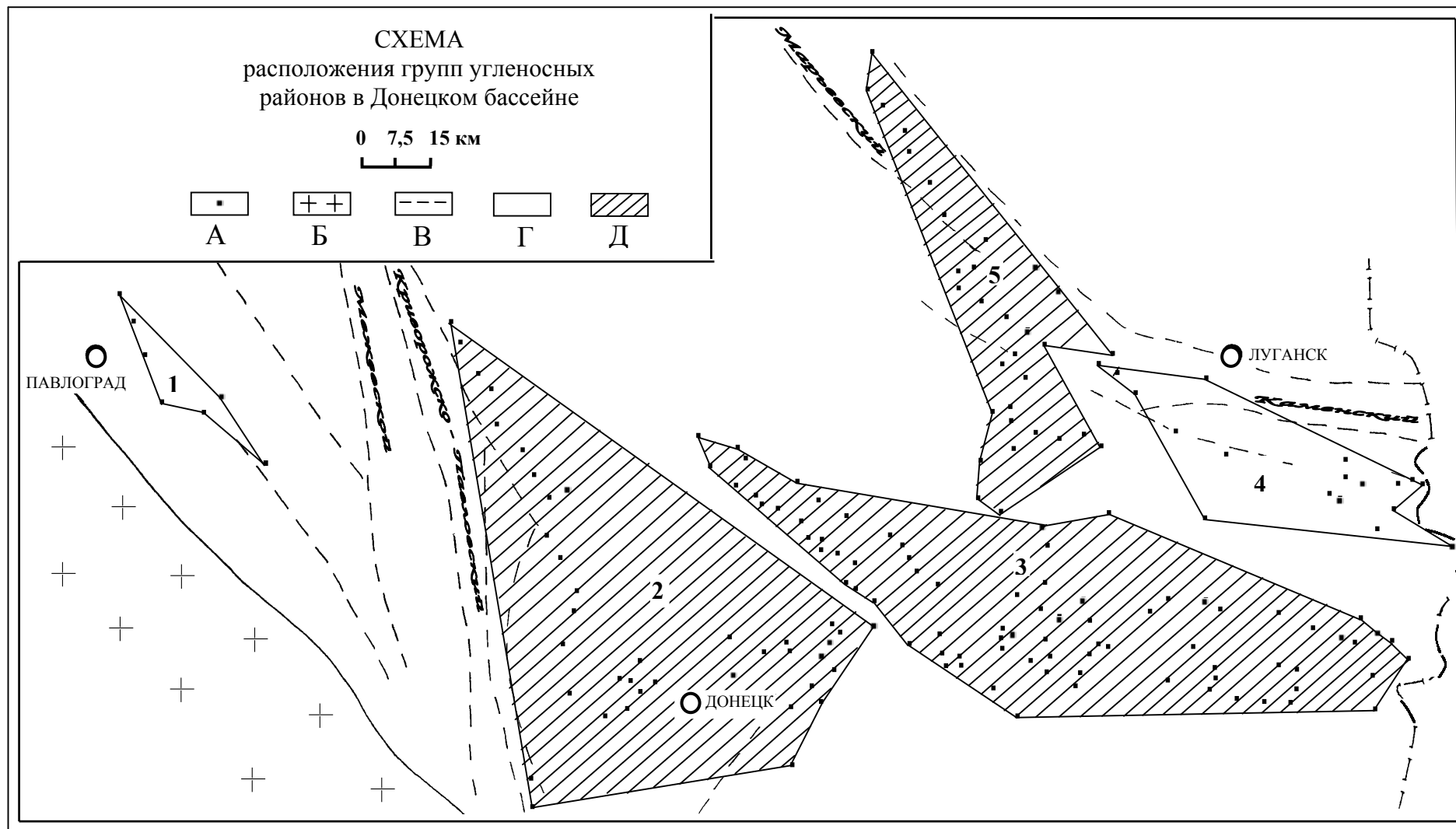
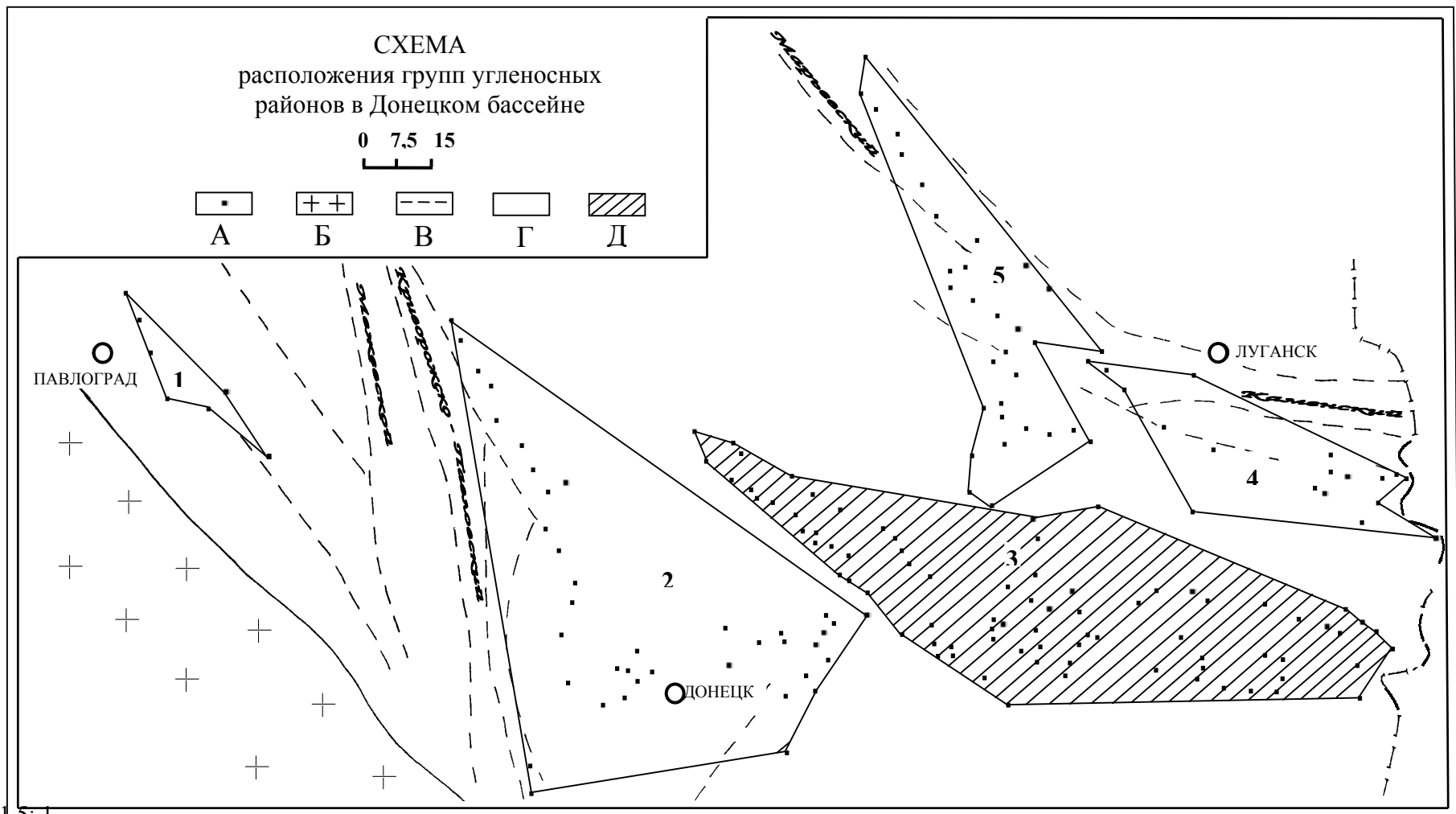


Рисунок 2 - Токсичность горной массы угленосных районов в пределах групп угленосных районов в Донецком бассейне А - шахта, шахтоуправление; Б - докембрийский кристаллический массив; В - надвиг; Г - показатель менее 2,5; Д - показатель более 2,5; 1 - западная (2,8); 2 - южная (2,7); 3 - центральная (2,9); 4 - восточная (2,2); 5 - северная (2,9)

Таблица 3 – Средние содержания токсичных элементов и значения показателей токсичности углей угленосных районов в пределах групп угленосных районов Донбасса

№ п/п	Группа угленосных районов	Государственные холдинговые компании (производственные объединения)	К-во шахтных полей	Количество (встречаемость) Среднее содержание, г/т				Среднее число токсичных элементов	Сумма удельных частот встречаемости		Сумма кратностей превышения значений ПДК		Средний совокупный показатель токсичности	Химический состав токсичности				
				Hg	Li	As	Nb		общая	средняя	общая	средняя		тип		класс,		подкласс
														Hg	Cu	Li	Nb	
1	Северная	Лисичанский, Алмазно-Марьевский, Луганский	32	-	$\frac{-}{27,1}$	$\frac{-}{99,9}$	$\frac{-}{3,6}$	0	0	0	0	0	1,0	-	-	-	-	-
2	Восточная	Краснодонский, Селезневский	18	$\frac{-}{0,002}$	$\frac{-}{27,9}$	$\frac{-}{139,3}$	$\frac{-}{3,5}$	0	0	0	0	0	1,0	-	-	-	-	-
3	Центральная	Должанско-Ровенецкий", Боково-Хрустальский, Чистяково-Снежнянский, Центральный	80	$\frac{2(0,5)}{0,9}$	$\frac{1(0,25)}{44,4}$	$\frac{1(0,25)}{169,1}$	$\frac{1(0,25)}{4,3}$	1,3	2,1	0,1	2,8	0,8	1,9	1,0	-	0,5	0,5	1,0
4	Южная	Донецко-Макеевский, Южнодонбасский, Красноармейский	39	$\frac{-}{0,13}$	$\frac{-}{9,5}$	$\frac{-}{85,2}$	$\frac{-}{4,8}$	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-
5	Западная	Петропавловский	7	$\frac{-}{0,008}$	$\frac{-}{7,4}$	$\frac{-}{22,2}$	$\frac{-}{4,5}$	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-



1, 5) 1 - западная (1, 5), 2 - южная (1, 5), 3 - центральная (1, 5), 4 - восточная (1, 5), 5 - северная (1, 5). Основные границы и внутригрупповые границы угленосных районов. Химический состав токсичности As-Mo-Mo,Pb. В золе углей угленосных районов установлено 16 токсичных элементов: бериллий (13), ванадий (13), медь (13), мышьяк

(13), никель (13), свинец (13), цинк (13), молибден (12) и т.д. Крайне неравномерно распространены кадмий и сурьма. Число, состав, среднее содержание, встречаемость и кратность превышения токсичных элементов, оценка, кадастр и химический состав токсичности приведены в табл. 4, прогнозная карта – на рис. 4.

В отходах обогащения углей 17 обогатительных фабрик Луганской области отмечено присутствие хрома (14), лития (5) и сурьмы (1). В некоторых блоках отходов обнаружены бериллий, ванадий, литий, ртуть, фтор, свинец, марганец и медь, которые нами отнесены к потенциально токсичным (табл. 5). На рис. 5 показано размещение и степень токсичности отходов обогатительных фабрик.

В отходах 9 (шлаки, шламы и прилегающие к ним почвы) 9 металлургических предприятий Донбасса установлено 9 токсичных элементов. Количество, состав, среднее содержание, встречаемость и кратность превышения токсичных элементов, оценка, кадастр, химический состав токсичности и перечень потенциально токсичных элементов приведен в таблице 6, оценка степени токсичности отходов металлургических предприятий – на рис. 6.

В шлаках Луганской и Штеровской ТЭЦ отмечено 6 токсичных элементов (сурьма, свинец, ванадий, никель, мышьяк и хром). Отходы Штеровской ТЭЦ являются более токсичными.

В табл. Приведена оценка степени токсичности продуктов добычи (горная масса, уголь) и отходов деятельности шахт, обогатительных фабрик, металлургических предприятий и тепловых станций Донбасса.

Список литературы

1. Горовая Н.А., Горовой А.Ф. Методика оценки и прогноза токсичности твердых промышленных отходов// Металлургическая и горная промышленность. – 1998 - № 2 – С. 139-141
2. Ценные и токсичные элементы в углях России. Справочник./ Ю.М. Жаров, Е.С. Мейтов, И.Г. Шарова/Под руководством В.Ф. Череповского, В.М. Рогового и В.Р. Клера. – М.: Недра, 1996. – 240 с.
3. Горовой А.Ф., Горовая Н.А. Токсичность углей Донбасса. Сборник научных трудов НТУ № 17, том 2

Таблица 4 – Общее число, встречаемость, среднее содержание токсичных элементов и средние показатели токсичности золы углей угленосных районов в пределах групп угленосных районов Донбасса

№ п/п	Группа угленосных районов	К-во шахтных полей	Общее число (встречаемость) Среднее содержание, г/т															Среднее число токсичных элементов	Сумма удельных частот встречаемости		Сумма кратностей превышения значений ПДК		Средний совокупный показатель токсичности (кадастр)	Химический состав токсичности											
			Be	V	Bi	Cd	Co	Li	Mn	Cu	Mo	As	Ni	Pb	Sb	P	Cr		Zn	общая	средняя	общая		средняя	Тип	Класс					Подкласс				
																										As	Mo	Sb	Cd	Be	Pb	Be	Cu	Cr	Mo
1	Северная	32	3(1.0) 30,8	3(1.0) 316,1	1(0.33) 4,8	2(0.66) 87,8	3(0.75) 84,8	2(0.66) 216,5	2(0.66) 1225,5	3(1.0) 288,0	1(0.33) 46,8	3(1.0) 920,9	3(1.0) 183,8	3(1.0) 188,5	2(0.66) 23,0	- 1038,4	3(1.0) 157,2	3(1.0) 595,2	12,7	10,9	0,87	49,9	41,1	5,9	1,0	0,67	0,33	-	-	0,67	0,33	-	-	-	
2	Восточная	18	2(1.0) 15,8	2(1.0) 314,9	1(0.5) 6,2	- 1,7	2(1.0) 114,8	2(1.0) 394,4	1(0.5) 1485,9	2(1.0) 312,5	2(1.0) 72,0	2(1.0) 1074,0	2(1.0) 197,1	2(1.0) 105,9	1(0.5) 8,3	1(0.5) 1625,7	2(1.0) 188,7	2(1.0) 485,0	13,0	10,8	0,85	573,5	44,2	5,9	1,0	1,0	-	-	-	0,5	-	0,5	-	-	
3	Центральная	80	4(1.0) 17,2	4(1.0) 250,6	4(0.5) 7,6	1(0.25) 1,7	2(0.5) 74,4	3(0.75) 300,2	3(0.75) 1966,4	4(1.0) 240,8	4(1.0) 44,8	4(1.0) 747,8	4(1.0) 136,0	4(1.0) 114,2	2(0.5) 8,1	1(0.25) 1356,3	4(1.0) 246,3	4(1.0) 382,2	12,5	10,4	0,83	405,9	32,4	5,6	1,0	0,8	-	0,2	-	0,5	-	-	0,25	0,25	
4	Южная	39	3(1.0) 92,6	3(1.0) 226,0	- 4,3	1(0.33) 4,9	3(1.0) 99,7	- 117,0	1(0.33) 1326,7	3(1.0) 285,4	2(0.66) 28,1	3(1.0) 385,5	3(1.0) 176,0	3(1.0) 122,9	2(0.66) 21,8	- 392,2	2(0.66) 155,3	3(1.0) 396,7	11,0	10,0	0,9	226,9	21,4	4,7	1,0	0,33	0,34	-	0,33	0,33	0,67	-	-	-	
5	Западная	7	1(1.0) 145,1	1(1.0) 230,2	- 1,3	- 0,7	1(1.0) 84,2	- 114,3	- 1149,3	1(1.0) 217,5	1(1.0) 20,5	1(1.0) 67,1	1(1.0) 182,2	1(1.0) 137,5	1(1.0) 8,8	- 217,4	- 26,1	1(1.0) 384,1	10,0	7,8	0,8	66,6	6,7	1,4	1,0	-	-	-	1,0	1,0	-	-	-	-	

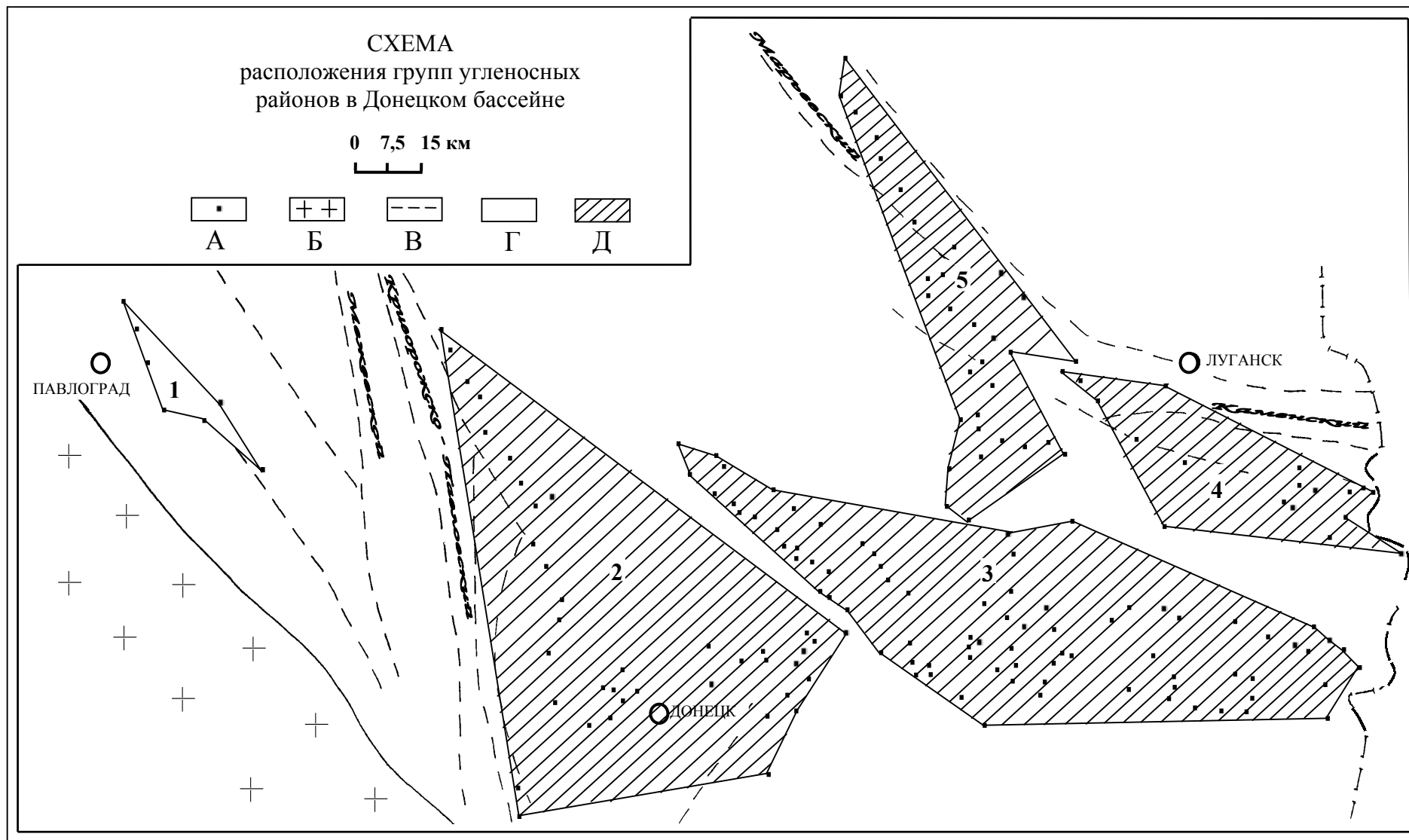


Рисунок 4 - Токсичность золы углей шахтных полей в пределах групп угленосных районов в Донецком бассейне
 А - шахта, шахтоуправление; Б - докембрийский кристаллический массив; В - надвиг; Г - показатель менее 4,0; Д - показатель более 4,0; 1 - западная (1,4); 2 - южная (4,8); 3 - центральная (5,6); 4 - восточная (5,9); 5 - северная (5,9)

Таблица 5 -Оценка токсичности отходов углеобогащения фабрик Северного Донбасса

№ п/п	Обогащительные фабрики	Среднее содержание, г/т Удельная частота-кратность превышения			Общее число полезных элементов	Сумма удельных частот встречаемости		Сумма кратностей превышения		Совокупный рейтинг полезности		Кадастр токсичности	Химический состав токсичности (тип-класс-подкласс)	Потенциально токсичные элементы (количество проб с содержанием ниже значений ПДК)
		Li 180,0	Sc 100,0	Sb 4,5		общая	средняя	общая	средняя	общий	средний			
		Рейтинг												
1	Краснопартизанская	$\frac{211.4}{0,6-1,2}$	$\frac{226.3}{0,9-2,3}$	-	$\frac{2}{3}$	$\frac{1.5}{7}$	$\frac{0.86}{3}$	$\frac{3.5}{12}$	$\frac{1.8}{8}$	33	6,6	12	Cr-Li-O	V(14)
2	Центросоюз	-	-	$\frac{13.7}{0,7-3,0}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{0.7}{2}$	$\frac{0.7}{2}$	$\frac{3.0}{10}$	$\frac{3.0}{12}$	28	5,6	9	Sb-O-O	Li(16), Hg(1), Cr(27), F(55), Pb(62)
3	им.Вахрушева	$\frac{241.2}{0,9-1,4}$	-	-	$\frac{2}{3}$	$\frac{1.8}{9}$	$\frac{0.9}{4}$	$\frac{2.6}{9}$	$\frac{1.3}{5}$	30	6,0	10	Cr-Li-O	V(23), F(13)
4	Комсомольская	$\frac{266.8}{0,9-1,5}$	$\frac{173.9}{0,7-1,7}$	-	$\frac{2}{3}$	$\frac{1.6}{8}$	$\frac{0.8}{3}$	$\frac{3.2}{11}$	$\frac{1.6}{6}$	31	6,2	11	Li-Cr-O	-
5	Партизанская	-	$\frac{426.7}{1,0-4,3}$	-	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1.0}{5}$	$\frac{4.3}{14}$	$\frac{4.3}{16}$	42	8,4	15	Cr-O-O	Li(30)
6	Краснолучская	$\frac{215.3}{0,8-1,2}$	$\frac{122.5}{0,7-1,2}$	-	$\frac{2}{3}$	$\frac{1.5}{7}$	$\frac{0.8}{3}$	$\frac{2.4}{8}$	$\frac{1.2}{4}$	25	5,0	7	Li-Cr-O	V(3), Pb(20),F(14)
7	Миусинская	-	$\frac{100.6}{0,7-1,0}$	-	$\frac{1}{2}$	$\frac{0.7}{2}$	$\frac{0.7}{2}$	$\frac{1.0}{2}$	$\frac{1.0}{2}$	10	2	2	Cr-O-O	Li(17), Pb(31), F(7)
8	Новопавловская	$\frac{234.8}{0,6-1,3}$	$\frac{252.9}{0,8-2,5}$	-	$\frac{2}{3}$	$\frac{1.4}{6}$	$\frac{0.7}{2}$	$\frac{3.8}{13}$	$\frac{1.9}{9}$	33	6,6	12	Cr-Li-O	Be(3), V(14)
9	Хрустальская	-	$\frac{298.5}{1,0-3,0}$	-	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{3.0}{10}$	$\frac{3.0}{12}$	34	6,8	13	Cr-O-O	Mo(3), Pb(26)
10	Суходольская	-	-	-	$\frac{0}{1}$	$\frac{0}{1}$	$\frac{0}{1}$	$\frac{0}{1}$	$\frac{0}{1}$	5	1	1	O-O-O	Be(1), V(5), Li(2), Pb(7), Cr(4)
11	Комендантская	-	$\frac{431.8}{0,9-4,3}$	-	$\frac{1}{2}$	$\frac{0.9}{4}$	$\frac{0.9}{4}$	$\frac{4.3}{14}$	$\frac{4.3}{16}$	40	8	14	Cr-O-O	Li(1)
12	Маяк	-	$\frac{167.4}{1,0-1,7}$	-	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1.7}{7}$	$\frac{1.7}{7}$	26	5,2	8	Cr-O-O	V(2), Pb(3)
13	Луганская	-	$\frac{173.7}{0,9-1,7}$	-	$\frac{1}{2}$	$\frac{0.9}{4}$	$\frac{0.9}{4}$	$\frac{1.7}{7}$	$\frac{1.7}{7}$	24	4,8	6	Cr-O-O	Mo(1)
14	Белореченская	-	$\frac{156.7}{0,8-1,6}$	-	$\frac{1}{2}$	$\frac{0.8}{3}$	$\frac{0.8}{3}$	$\frac{1.6}{6}$	$\frac{1.6}{6}$	20	4,0	5	Cr-O-O	V(1), Pb(2), F(12)
15	Славяносербская	-	$\frac{108.4}{0,9-1,1}$	-	$\frac{1}{2}$	$\frac{0.9}{4}$	$\frac{0.9}{4}$	$\frac{1.1}{3}$	$\frac{1.1}{3}$	16	3,2	3	Cr-O-O	-
16	Горская	-	$\frac{125.2}{0,7-1,3}$	-	$\frac{1}{2}$	$\frac{0.7}{2}$	$\frac{0.7}{2}$	$\frac{1.3}{5}$	$\frac{1.3}{5}$	16	3,2	3	Cr-O-O	V(2),Pb(9)
17	Привольнянская	-	$\frac{121.8}{0,9-1,2}$	-	$\frac{1}{2}$	$\frac{0.9}{4}$	$\frac{0.9}{4}$	$\frac{1.2}{4}$	$\frac{1.2}{4}$	18	3,6	4	Cr-O-O	Cu(2), Hg(1), Pb(49), F(15)

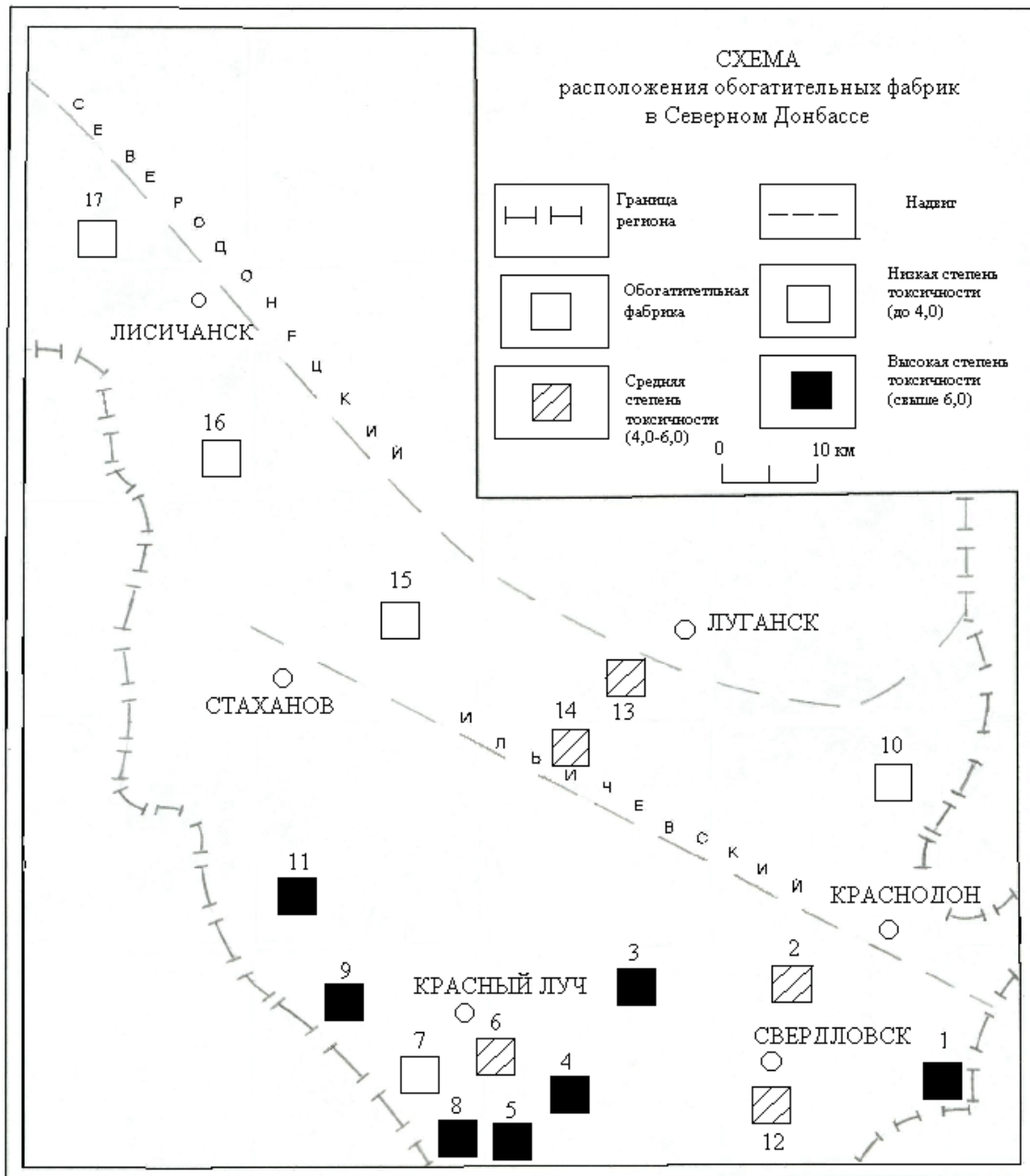


Рис. 5 - Токсичность отходов обогатительных фабрик:

1. «Краснопартизанская» (средний совокупный рейтинг 6,6); 2. «Центросоюз» (5,6); 3. им. Вахрушева (6); 4. «Комсомольская» (6,2); 5. «Партизанская» (8,4); 6. «Красноручская» (5,0); «Миусинская» (2,0); 8. «Новопавловская» (6,6); 9. «Хрустальская» (6,8); 10. «Суходольская» (1,0); 11. «Командантская» (8,0); 12. «Маяк» (5,2); 13. «Луганская» (4,8); 14. «Белореченская» (4,0); 15. «Славяносербская» (3,2); 16. «Горская» (3,2); 17. «Привольнянская» (3,6).

Таблица 6 - Оценка токсичности отходов металлургических предприятий Донбасса

№	Предприятие	Количество проб	Среднее содержание, г/т Частота встречаемости-кратность								Общее число токсичности элементов	Сумма удельных частот встречаемости		Сумма кратностей превышения		Средний рейтинг токсичности	Классиф	Потенциально-токсичные элементы
			Pb 30 г/т	Mn 1500,0 г/т	Cr 100,0 г/т	F 500,0 г/т	Cu 100,0 г/т	Sb 4,5 г/т	Cd 4,0 г/т	Zn 240,0 г/т		общая	средняя	общая	средняя			
			рейтинг															
1	Алчевский МК (доменный)	49	-	<u>7409,3</u> 1,0-4,9	<u>1733,3</u> 1,0-17,3	-	-	-	-	-	<u>2</u> 1	<u>2,0</u> 2	<u>1,0</u> 4	<u>22,2</u> 8	<u>11,1</u> 9	4,8	7	Pb(2), V(2)
2	Алчевский МК (мартен)	100	-	<u>4090,7</u> 1,0-2,7	<u>1855,5</u> 1,0-18,6	-	-	-	-	-	<u>2</u> 1	<u>2,0</u> 2	<u>1,0</u> 4	<u>21,3</u> 7	<u>10,7</u> 8	4,4	6	Pb(15),Cu(5) V(23,),Ni(7), F(24), Cd(2)
3	Стахановский ЗФС	92	<u>33,0</u> 0,2-1,1	<u>1823,7</u> 0,6-1,2	<u>361,2</u> 1,0-3,6	-	<u>111,2</u> 0,5-1,1	-	-	-	<u>4</u> 3	<u>2,3</u> 3	<u>0,6</u> 1	<u>7,0</u> 2	<u>1,8</u> 2	2,2	2	Ni(1),Mo(2), F(41)
4	Енакиевский МЗ (конвертер)	62	<u>134,4</u> 0,4-4,5	<u>3518,0</u> 0,9-2,3	<u>252,6</u> 1,0-2,5	<u>567,5</u> 0,9-1,1	-	-	-	<u>278,3</u> 0,2-1,2	<u>5</u> 4	<u>3,4</u> 4	<u>0,7</u> 2	<u>11,6</u> 4	<u>2,3</u> 3	3,4	3	Cu(1),Cd(7)
5	Енакиевский МЗ (мартен, доменный)	67	<u>57,7</u> 0,4-1,9	<u>4256,9</u> 1,0-2,8	<u>1267,6</u> 0,9-12,7	-	-	-	-	-	<u>3</u> 2	<u>2,3</u> 3	<u>0,8</u> 3	<u>17,4</u> 6	<u>5,8</u> 7	4,2	5	Cu(3),Mo(1) Cd(8)
6	Макеевский МЗ	117	<u>38,6</u> 0,4-1,3	<u>2013,3</u> 0,6-1,3	<u>157,6</u> 0,9-1,6	-	-	-	-	-	<u>3</u> 2	<u>1,9</u> 1	<u>0,6</u> 1	<u>3,9</u> 1	<u>1,3</u> 1	1,2	1	Cu(5),V(1), Mo(1),Zn(6), F(67),Sb(1)
7	Донецкий МЗ	88	<u>63,6</u> 1,0-2,1	<u>3039,8</u> 1,0-2,0	<u>595,3</u> 1,0-5,6	<u>667,9</u> 1,0-1,3	-	-	-	-	<u>4</u> 3	<u>4,0</u> 5	<u>1,0</u> 4	<u>11,4</u> 3	<u>2,8</u> 5	4,0	4	Cu(28),Ni(9) Hg(1),Sb(1), Mo(20),Zn(1 2), Cd(9)As(1)
8	Константиновский	60	<u>286,2</u> 1,0-9,5	<u>5344,4</u> 1,0-3,6	<u>325,4</u> 1,0-3,3	-	-	<u>18,3</u> 0,6-4,1	<u>6,2</u> 0,7-4,1	<u>291,1</u> 0,7-1,2	<u>6</u> 5	<u>5,0</u> 7	<u>0,8</u> 3	<u>23,3</u> 9	<u>3,9</u> 6	6,0	8	Cu(8),V(2), Mo(5,F(26), As(3)
9	Краматорский МЗ	59	<u>53,6</u> 0,8-1,8	<u>5450,3</u> 1,0-3,6	<u>577,1</u> 1,0-5,8	<u>546,3</u> 0,8-1,1	-	-	<u>4,5</u> 0,4-1,1	<u>264,0</u> 0,4-1,1	<u>6</u> 5	<u>4,4</u> 6	<u>0,7</u> 2	<u>14,5</u> 5	<u>2,4</u> 4	4,4	6	Cu(1),Mo(15) Cd(18)

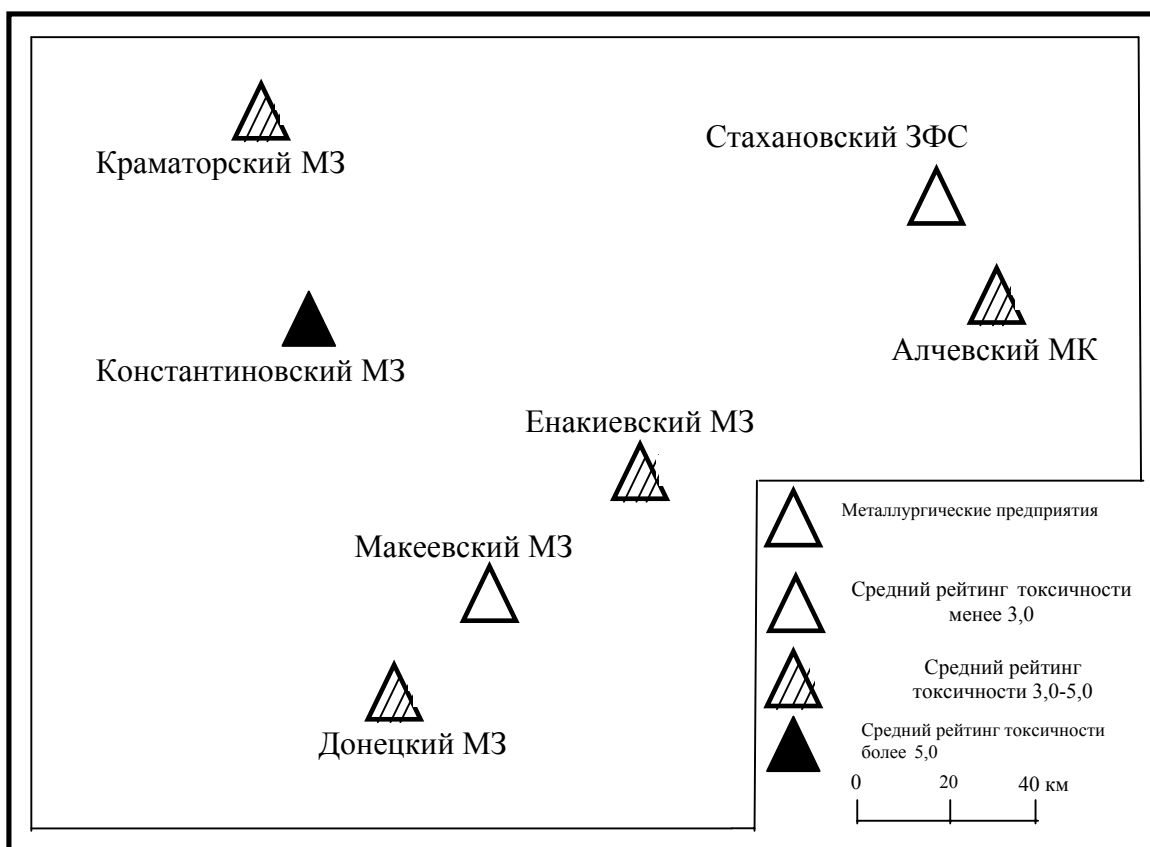


Рис. 6 -Токсичность отходов металлургических предприятий Донбасса

Таблица 7 - Оценка токсичности твердых промышленных отходов Донбасса

№ п/п	Вид отходов	Число токсичных элементов	Сумма удельных частот		Сумма кратностей превышения		Средний совокупный рейтинг	Химический состав (тип-класс-подкласс)	Потенциальные токсичные элементы
			общая	средняя	общая	средняя			
		Рейтинг							
1	Вмещающие породы шахтных полей угленосных районов Донбасса	$\frac{3}{1}$	$\frac{1,7}{3}$	$\frac{0,6}{2}$	$\frac{4,0}{4}$	$\frac{1,3}{2}$	2,4	As-Cr-Pb	F
2	Горная масса шахтных полей угленосных районов Донбасса	$\frac{1}{2}$	$\frac{1,8}{4}$	$\frac{1,0}{5}$	$\frac{2,2}{3}$	$\frac{2,2}{4}$	3,6	Nb-O-O	Li,Cu,Hg,Pb,Cr
3	Уголь шахтных полей угленосных районов Донбасса	$\frac{0}{1}$	$\frac{0}{1}$	$\frac{0}{1}$	$\frac{0}{1}$	$\frac{0}{1}$	1,0	O-O-O	Li, As, Nb, Hg
4	Зола углей шахтных полей угленосных районов Донбасса	$\frac{13}{5}$	$\frac{11,3}{7}$	$\frac{0,9}{4}$	$\frac{384,6}{7}$	$\frac{29,6}{7}$	6,0	As-Mo-Be	Bi, P
5	Отходы металлургических заводов Донбасса	$\frac{13}{5}$	$\frac{11,3}{7}$	$\frac{0,9}{4}$	$\frac{384,6}{7}$	$\frac{29,6}{7}$	6,0	As-Mo-Be	Bi, P
6	Отходы обогатительных фабрик Луганщины	$\frac{4}{4}$	$\frac{3,3}{6}$	$\frac{0,8}{3}$	$\frac{13,2}{5}$	$\frac{3,3}{6}$	4,8	Cr-Mn-Pb	V,Co,Mo,As,Cu,Ni,Sb,Hg,Zn
7	Отходы ТЭЦ Луганщины (Луганская, Штеровская)	$\frac{1}{2}$	$\frac{0,9}{2}$	$\frac{0,9}{4}$	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,5}{3}$	2,6	Cr-O-O	Be,V,Li,Mn,Mo,Cu,Sb,Hg,F

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГНОЗА И ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В СИСТЕМЕ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

С.З.Полищук, В.Ю. Каспийцева

Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины

Переход регионов к устойчивому развитию выдвигает особые требования к системе регионального экомониторинга, в том числе и по атмосферному воздуху. В связи с этим в статье предложено усовершенствовать блок оценки и прогноза состояния атмосферного воздуха с помощью иерархического ряда моделей, позволяющего учесть природно-климатические, социально-экономические особенности региона, его ресурсный потенциал и комплексные показатели устойчивого развития территории.

Как известно, основные задачи экологического мониторинга формируются в рамках трех проблем, решаемых с его помощью – наблюдение за состоянием природной среды и анализ экологической информации, оценка и прогноз изменения состояния окружающей среды, разработка научно-обоснованных рекомендаций для принятия управленческих решений. В современных системах регионального мониторинга такие задачи составляют основу функциональных подсистем и позволяют реализовывать экономический механизм природоохранных мероприятий в регионе.

Переход стран и регионов на путь устойчивого развития выдвигает особые требования к системе регионального экологического мониторинга, в том числе и по атмосферному воздуху.

В связи с этим блок оценки и прогноза состояния атмосферного воздуха должен быть представлен такой математической моделью, которая бы, базируясь на современных представлениях о качестве воздушного бассейна и трансформации загрязняющих веществ, учитывала природно-климатические, социальные особенности региона, его отраслевую специфику, ресурсный потенциал и использовала комплексную систему показателей устойчивого развития. Полученные же с ее помощью результаты должны помочь определиться с выработкой эффективной программы регионального развития и перспективами региона.

Проведенный анализ существующих математических моделей распространения примесей в атмосферном воздухе свидетельствует об их недостаточности для использования при описании региона как единой

социо-эколого-экономической системы. Кроме того, создать единую модель атмосферных процессов, пригодную для любого региона с его специфическими промышленными и природными характеристиками достаточно сложно. Наиболее предпочтительной здесь является составная прогностическая модель, основанная на наборе определенных модулей, которые могут быть использованы как отдельно, так и в совокупности в зависимости от детальности и длительности прогноза, а также сложности атмосферных процессов.

В связи с этим предлагается усовершенствовать подсистему оценки и прогноза состояния атмосферного воздуха на примере СЭМ «Приднепровье» Днепропетровской области посредством введения комплекса математических моделей, ориентированных на крупный промышленный регион, который позволит при наличии критериев и показателей получить как статистическую (для краткосрочного прогноза в период устойчивых атмосферных процессов), так и динамическую оценки состояния атмосферного воздуха, прогноз изменений параметров атмосферного воздуха и распространения загрязняющих веществ, а также их влияние на окружающую среду и человека.

Подсистема «Математические прогнозные модели» в составе СЭМ «Приднепровье» 1-ой очереди была представлена стандартной методикой ОНД-86, рекомендованной Минэкобезопасности [1], и одной моделью оценки и прогноза распространения загрязняющих веществ в атмосфере от мощных точечных источников выбросов вредных элементов [2]. Решение по этим моделям позволяет построить поля загрязнений с учетом метеоусловий. Предлагаемый новый структурный ряд, позволяющий обеспечить прогнозный блок, приведен на рисунке 1.

Верхний уровень в предлагаемой структуре - это определение интегральных показателей ресурсного потенциала и качества атмосферного воздуха.

Структура обобщенных интегральных показателей ресурсного потенциала и качества атмосферного воздуха представлена тремя основными уровнями агрегирования [3,4]: первый - обобщенная интегральная оценка, второй - макропоказатели, третий - базовые показатели. При определении макропоказателей и базовых показателей используется метод экспертной оценки.

Показатель ресурсного потенциала представлен следующим составом макропоказателей: ресурс жизни, макроэнергетический ресурс, ресурс транспортной среды, ресурс полезных химических веществ. Состав макропоказателей в обобщенном интегральном показателе качества имеет вид: защищенность атмосферного воздуха территории, показатель химического загрязнения воздуха, показатель физического загрязнения.



Рисунок 1 - Структурная схема программного обеспечения подсистемы прогноза и оценки загрязнения атмосферного воздуха

Методические подходы к определению показателей и основные зависимости изложены в [3-5]. Каждая составляющая обобщенных интегральных показателей характеризуется одним приведенным безразмерным показателем, который изменяется в интервале от 0 до 1. Величины показателей характеризуются в соответствии с единой унифицированной шкалой.

Предложенные выше модели отражают основные связи и зависимости реального объекта и позволяют в целом определиться с направлением развития региона без подробной детализации составляющих социально-природно-техногенного комплекса, в том числе и территориальной.

Методически зависимость между показателями устойчивого развития и качеством окружающей среды, в том числе и атмосферного воздуха может быть описана с помощью методики, разработанной в ИППЭ НАН Украины [6].

Экологический блок модели с математической точки зрения представляет собой систему обыкновенных дифференциальных уравнений,

описывающих изменение значений показателей состояния природной среды R_k , в данном случае атмосферного воздуха, с течением времени:

$$\frac{dR_k}{dt} = G_{k,1} + G_{k,2} + G_{k,3} + r_k^u + r_k^o,$$

где $G_{k,1}$ - естественные превращения величины R_k под действием компонент окружающей среды; $G_{k,2}$ - убыль R_k за счет поглощающих факторов внутри региона; $G_{k,3}$ - образование R_k за счет внутренних источников; r_k^u - приток R_k из-за пределов района; r_k^o - отток R_k за пределы района. В применении к горнопромышленному региону с высокой техногенной нагрузкой в качестве слагаемых $G_{k,1}$, $G_{k,2}$, $G_{k,3}$ принимались: изменение показателей в результате взаимного влияния природных компонент друг на друга, изменение показателей за счет работы природоохранных отраслей, изменение показателей под действием работы промышленности, изменение показателей, обусловленных жизнедеятельностью населения.

Сценарии развития региона, входящие в экологический блок комплексной модели, определяют величины $G_{k,1}$, $G_{k,2}$, $G_{k,3}$ и таким образом влияют на решение исходного уравнения.

Математическая модель распространения пассивных примесей [2] позволяет получить более детальную характеристику загрязненности территории региона, оценить ее в целом. Модель основана на использовании уравнения турбулентной диффузии, в предположении о квазистационарности изменений концентраций загрязняющих веществ. Она может быть использована для более детальной характеристики альтернативных вариантов стратегий развития региона.

Модель, которая позволяет получить детальную характеристику уровней загрязненности атмосферного воздуха для экологически опасных объектов, уже присутствует в прогнозном блоке (1-ая очередь) [2]. Она основана на раздельном решении динамической (определение компонент вектора скорости во времени и пространстве) и диффузионной (задача переноса вредных примесей) задач.

Для построения адекватной физической модели распределения вредных примесей должным образом с учетом подстилающей поверхности формируется и поле распределения скоростей. В простейшем случае компоненты вектора скорости могут быть заданы постоянными величинами или функциями, в более строгой постановке решение динамической задачи связано с интегрированием системы уравнений Эйлера, Прандтля или Навье-Стокса [2].

Для обеспечения возможности оперативного контроля спрогнозированного загрязнения и оценки состояния воздушного бассейна при решении задач техногенной безопасности предназначена модель визуализации и прогноза полей загрязнений атмосферного воздуха [7].

Схема реализации модели основана на использовании метода интерполирования и метода разложения по естественным ортогональным функциям информации о загрязнении окружающей среды, поступающей из постов наблюдения, который нашел применение при решении подобных задач.

По разработанным моделям проведены численные исследования по оценке ресурсного потенциала и показателей качества атмосферного воздуха для условий Днепропетровской области, выполнен количественный прогноз их изменений при различных сценариях развития региона [3-5,7].

Так, согласно полученным данным по показателям защищенности атмосферного воздуха, снижение выбросов загрязняющих веществ на 10% только по металлургической отрасли позволит повысить показатель допустимого накопления загрязнителей на 14.3%, снижение их на 20 % - на 29.3%.

Как и следовало ожидать, наиболее высокие значения по показателям качества атмосферного воздуха будут достигнуты при сценарии развития региона с экологическим приоритетом, характеризующимся максимальной концентрацией финансовых и других ресурсов на проведение природоохранной деятельности. При этом значение сводного интегрального показателя качества возрастет на 13.1 % по сравнению с базовым, близким к реальному за рассматриваемые годы, сценарием развития Днепропетровской области. Социальный приоритет в развитии даст увеличение сводного интегрального показателя качества атмосферного воздуха на 2 %, сбалансированный сценарий развития, отличающийся от предыдущих равномерным распределением средств региона между экономической, экологической и социальной сферами - на 2.3%. Наиболее низкие значения показателей качества атмосферы будут соответствовать сценарию развития с экономическим приоритетом, что обусловлено увеличением мощностей производства продукции за счет максимальных вложений, в том числе и финансовых, на развитие сферы материального производства.

Однако и для рассмотренных лучших сценариев развития показатель качества атмосферного воздуха остается только на удовлетворительном уровне.

Исследования показывают, что в предельном, чисто идеальном случае, при котором на протяжении 10 лет отсутствует антропогенное воздействие на воздушную среду, значение показателя качества атмосферного воздуха возрастает до эталонного. Таким образом, при принятых диапазонах изменения исходных данных существует теоретическая возможность осуществления оптимальной стратегии перехода к нормативному состоянию окружающей природной среды.

Исходя из вышеизложенного можно заключить, что предложенный подход, позволяющий учесть комплексные показатели устойчивого развития, территориальный, отраслевой, социальный, экономический и экологический, временной аспекты, возможности атмосферного воздуха, как полиресурса, обеспечивает прогноз и оценку состояния атмосферного воздуха в системе регионального экологического мониторинга при выборе и реализации стратегии устойчивого эколого-экономического развития территории.

Литература

1. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. - Л.: Гидрометеиздат, 1987.

2. Каспийцева В.Ю., Шмукин А.А. Моделирование загрязнения атмосферного воздуха//Сб.науч.тр. “Опыт моделирования при решении задач природопользования и экологии”. Днепропетровск, 1998 г.-С.100-105.

3. Полищук С.З., Долодаренко В.А., Гаврилюк И.И., Каспийцева В.Ю., Минко Е.Ю., Уварова Л.И. Природна захищенність атмосфери//Екологія і природокористування. Зб.наук.праць ІППЕ НАНУ.-Дн-ськ,2000.-Вип.2.-С.68-76.

4. Каспийцева В.Ю. Системний аналіз атмосферного повітря як поліресурса //Матеріали міжнародної науково-практичної конференції “Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки”, Днепропетровск, 24-27 октября 2001 г.-С.113-115.

5. Каспийцева В.Ю. К вопросу определения ресурсного потенциала атмосферного воздуха территории региона//Екологія і природокористування. Зб.наук. праць ІППЕ НАН України.-Дн-ськ, 2003.-Вип.6.-С.100-104.

6. Методические подходы к выбору стратегии устойчивого развития территории/Под научн.ред. проф., д.т.н. А.Г.Шапаря, ИППЭ НАН Украины.-Днепропетровск, 1996. в 2-х томах, т.2.-170 с.

7. Долодаренко В.А., Чернобровкина Н.А., Каспийцева В.Ю., Щирский В.А. Методология прогноза и визуализации полей показателей загрязнения атмосферного воздуха по данным измерений//Сб.науч.тр. “Опыт моделирования при решении задач природопользования и экологии”.-Днепропетровск, 1998 г.-С.90-100.

Поступила в редакцию 13.05.04

СПИСОК АВТОРОВ

1	Antonyuk S.	C2 27				
2	Tomas J.	C2 27				
3	Аверин Г.В.	C5 01	C5 07			
4	Аверин Д.Г.	C5 19				
5	Адаменко О.М.	C5 03				
6	Адаменко Я.О	C5 03				
7	Азаров В.Г.	C2 18				
8	Азаров Н.И.	C2 21				
9	Алексеева О.Е.	C2 01				
10	Амиров Р.З.	C5 10				
11	Андрийко Т.В.	C3 12				
12	Аркин М.В.	C2 11				
13	Аровин И.А.	C2 26				
14	Артамонов В.Н.	C5 21				
15	Балабошко А.Ю.	C2 25				
16	Балалаева Е.А.	C1 07				
17	Баранов Д.А.	C2 02				
18	Барский В.Д.	C1 01				
19	Башков Е.А.	C4 07				
20	Беленький К.Э.	C5 05				
21	Белогуров Н.Ю.	C4 09	C4 13			
22	Белогуров Ю.Н.	C3 13	C4 09	C4 13		
23	Беломеря Н.И.	C4 15				
24	Бельгасем А.	C4 08				
25	Беляева Е.Л.	C3 04				
26	Бердников В.И.	C2 02				
27	Бибаева М.В.	C3 06				
28	Бирюков В.В.	C1 19	C1 20			
29	Близиюкова М.И.	C4 05				
30	Бондарь А.С.	C1 25				
31	Борисенко А.Л.	C4 05				
32	Босенко О.В.	C2 16				
33	Булавин А.В.	C4 02				
34	Булгаков Ю.Ф.	C5 21				
35	Бурков В.Д.	C5 15				
36	Бусыгин Б.С.	C5 18				
37	Васильев Ю.С.	C3 14				
38	Вацлавик В.	C4 12				
39	Везироглу Т.Н.	C1 08				
40	Веретельник С.П.	C2 10	C2 14	C2 18		
41	Веригина Е.Л.	C2 06				
42	Владкова О.В.	C1 20				
43	Власов Г.А.	П 02	C1 01	C1 09	C1 13	C2 14
44	Вовна А.В.	C5 13				
45	Воробьев Е.А.	C1 10				
46	Высоцкий С.П.	П 05	C3 02	C3 05		
47	<u>Гавриленко В.Е.</u>	C2 12				
48	Ганюков С.В.	C2 03	C2 26			
49	Генералов М.Б.	П 01				
50	Гладков Е.А.	C1 19	C1 20			
51	Голубева Л.Г.	C3 11				
52	Голубкова Е.Г.	C5 14				
53	Голубничая С.Н.	C1 32				
54	Гольцов В.А.	C1 08				
55	Гольцова Л.Ф.	C1 08				
56	Гонопольский А.М.	C4 11				
57	Горда В.И.	C2 04				
58	Горовая Н.А.	C5 22				
59	Горовой А.Ф.	C5 22				
60	Грабар О.В.	C3 16				

61	Григорьева Т.П.	C4 05			
62	Гусева Л.В.	C1 22			
63	Давиденко Л.И.	C1 18			
64	Двигало Н.В.	C5 17			
65	Довгаль Д.О.	C2 05			
66	Довгих Ю.И.	C1 19	C1 20		
67	Додонов Р.О.	C1 28			
68	Егоров Ф.А.	C5 15			
69	Епихин В.Ю.	C2 29			
70	Еремеев Ю.В.	C2 08			
71	Ермакова Е.В.	C1 30			
72	Ермаченко А.Б.	C5 17			
73	Ермошин Н.Г.	C5 14			
74	Журавель О.М.	C5 03			
75	Зарицкий П.В.	C5 02			
76	Зарницына А.А.	C5 08			
77	Зборщик М.П.	C2 28	C3 01		
78	Звягинцева А.В.	C2 25			
79	Зорін Д.О.	C5 03			
80	Зоріна Н.О.	C5 03			
81	Исмаїлов А.С.	C1 19			
82	Казенин Д.А.	C2 07			
83	Калинихин О.Н.	C4 08	C4 10		
84	Кармаза В.С.	C2 29			
85	Карпов В.С.	C2 11			
86	Карпова Д.В.	C2 11			
87	Карташов М.А.	C2 02			
88	Каспийцева В.Ю.	C5 23			
89	Каталымов А.В.	П 01	C1 14		
90	Кауфман С.И.	C1 09	C2 08	C2 09	C4 05
91	Киктев Н.А.	C5 09			
92	Кирпа О.В.	C1 24			
93	Кишкань Р.В.	П 04	C5 01		
94	Клёнова А.Г.	C1 31			
95	Клещня Г.Г.	C2 10			
96	Клягин Г.С.	П 03	C1 04	C1 25	
97	Ковалев А.И.	C4 04			
98	Ковалев Е.Т.	C4 05			
99	Коваленко Л.И.	C3 09			
100	Кондратов В.Т.	C5 08	C5 20		
101	Конищева Н.И.	C1 18			
102	Коновальчик М.В.	C1 23			
103	Костин В.И.	C2 17			
104	Костина Е.Д.	C2 17			
105	Кофанов А.С.	C2 29			
106	Кочура В.В.	C1 15			
107	Кошовец Н.В.	C2 21			
108	Кравченко А.В.	C2 24	C4 12		
109	Краснянский М.Е.	C4 08	C4 10		
110	Крикунов Б.П.	C4 04			
111	Кудрявцев А.А.	C2 20			
112	Кузин А.В.	C4 04			
113	Кузнецов А.Ю.	C1 21			
114	Кузык И.Н.	C5 21			
115	Кутняшенко И.В.	C2 15			
116	Кутовой В.А.	C1 23			
117	Ларин В.Ю.	C5 11			
118	Ластков Д.О.	C1 22			
119	Лембак М.	C4 12			
120	Литвиненко В.Г.	C2 13			
121	Луценко А.С.	C5 03			
122	Лысенко Т.П.	C1 06			
123	Любинецкая И.А.	C2 17			

124	Мадатов А.В.	C1 01						
125	Макеев А.А.	C5 14	C5 15					
126	Марченко И.А.	C2 13						
127	Матвиенко В.Г.	C2 18						
128	Матлак Е.С.	C3 04	C3 18					
129	Матягина А.М.	C1 12						
130	Минаев А.А.	П 03	C4 04	C4 07				
131	Миташова Н.И.	C3 06	C3 07	C4 11				
132	Мищенко И.М.	C1 04						
133	Мищенко Л.В.	C5 03						
134	Мнускина В.В.	C5 06						
135	Моргунов В.М.	C3 18						
136	Мороз Е.О.	C4 12						
137	Мостовой Э.И.	C2 29						
138	Нестеренко Л.И.	C1 33						
139	Нестеров А.Н.	C2 28						
140	Николайкина Н.Е.	C4 11						
141	Николенко Н.А.	C2 13						
142	Омельченко Н.П.	C3 09						
143	Осокин В.В.	C3 01						
144	Остапенко М.А.	C2 28						
145	Охрименко А.А.	C5 11						
146	Павленко Ю.П.	C1 07						
147	Павлова Е.П.	C1 07						
148	Панасенко А.И.	C3 13	C1 16	C1 17				
149	Панов Б.С.	C3 03						
150	Парфенюк А.С.	C2 10						
151	Парфенюк А.С.	C2 14	C2 16	C2 17	C2 23	C4 01	C4 07	
152	Пата О.Г.	C3 10						
153	Первеева О.Н.	C5 14						
154	Перистый М.М.	C2 24						
155	Полищук С.З.	C5 23						
156	Поляков Ю.С.	C2 07						
157	Пономарева А.В.	C5 17						
158	Пономарева И.Б.	C4 06						
159	Приходько С.Ю.	C1 06	C3 08	C5 04				
160	Пушкина О.Н.	C1 24						
161	Раджи О.И.	C2 24						
162	Радченко Н.М.	C5 06						
163	Решетняк В.С.	C2 21	C2 22					
164	Романенко Е.П.	C2 14						
165	Романова В.Ю.	C3 15						
166	Романова Е.Н.	C1 29						
167	Ростовский А.В.	C4 03						
168	Ростовский В.И.	П 03	C1 25					
169	Рябенко А.В.	C2 22						
170	Савчук Л.Г.	C1 04						
171	Санникова М.В.	C5 14						
172	Саранчук В.И.	C2 03	C2 26					
173	Селиванова Е.Н.	C3 10						
174	Семеренко С.В.	C2 23						
175	Серебряная М.И.	C4 11						
176	Синельщиков Р.Г.	П 04	C1 16	C1 26	C1 30	C1 31		
177	Сирик А.Г.	C1 24						
178	Сирик О.Г.	C3 16						
179	Сігар В.Б.	C5 20						
180	Скрипченко Н.П.	C2 09						
181	Скуратов М.В.	C1 21						
182	Солдатенков С.И.	C1 03						
183	Становова В.А.	C5 16						
184	Стародубцева О.В.	C4 14						
185	Степанова Е.А.	C1 02						
186	Суханов А.А.	C2 12						

187	Тимонин А.С.	C1 14	C3 19
188	Толмачева Л.П.	C1 34	
189	Топоров А.А.	C1 13	
190	Топоров А.А.	C2 15	
191	Топоров А.А.	C2 16	
192	Топоров А.А.	C2 19	C2 22 C2 23
193	Третьяков П.В.	C2 01	
194	Трошина Е.А.	C4 02	
195	Ушакова М.В.	C4 03	
196	Фаткулина А.В.	C3 02	
197	Федотова О.Г.	C1 11	
198	Фидчунов А.Л.	C3 14	
199	Филин В.В.	C4 09	C4 13
200	Фишо Ф.	П 06	
201	Хламов М.Г.	C5 13	
202	Хромов Н.А.	C2 14	
203	Чальцев М.Н.	C3 05	
204	Черкасов Ю.А.	П 02	
205	Черкашин И.В.	C1 13	
206	Чехута В.Г.	C2 26	
207	Чижиков А.Г.	C4 03	
208	Чичикало Н.И.	C5 09	C5 12
209	Чубенко А.В.	C2 19	
210	Шафоростова М.Н.	C1 05	
211	Шевченко А.Ю.	C4 15	
212	Штепа А.А.	C5 12	
213	Штирц Ю.А.	C1 27	
214	Юрков В.В.	C3 04	C3 17 C5 04
215	Явруян А.Ю.	C3 04	C3 18
216	Ярошевский С.Л.	C4 04	