

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ
УКРАИНЫ
МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ
ДОНЕЦКАЯ ОБЛАСТНАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АДМИНИСТРАЦИЯ
ОАО МОСКОВСКИЙ КОМИТЕТ ПО НАУКЕ И ТЕХНОЛОГИЯМ
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОАО “АВДЕЕВСКИЙ КОКСОХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД”
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНОЙ
ЭКОЛОГИИ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ г. ОСТРАВА (ЧЕХИЯ)
ГУП ЭКОТЕХПРОМ
ГУП ПРОМОТХОДЫ



“ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ МЕГАПОЛИСОВ”

Материалы III международной научно-практической конференции-выставки

23-27 мая 2006 года

Донецк – Авдеевка

УДК 330.15

Э-40 Экологические проблемы индустриальных мегаполисов: Материалы международной научно-практической конференции. Донецк – Авдеевка. 23 – 27 мая 2006 г., – Донецк, ДонНТУ Министерства образования и науки Украины, 2006. - 314 с.

ISBN 966-508-311-2

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. Каталымов, д-р техн. наук Г.А. Власов, д-р техн. наук Г.В. Аверин, д-р техн. наук Д.А. Баранов, д-р хим. наук Л.Ф. Бутузова, к.т.н. С.П. Веретельник, д-р техн. наук С.П. Высоцкий, д-р хим. наук Ю.Б. Высоцкий, д-р техн. наук А.М. Гонопольский, д-р техн. наук В.П. Королев, д-р техн. наук В.К. Костенко, к.т.н. В.В. Кочура, к.т.н. А.И. Панасенко, к.т.н. А.С. Парфенюк, д-р биолог. наук Р.Г. Синельщиков, к.т.н. А.А. Топоров, д-р техн. наук Н.И. Чичикало, д-р хим. наук В.В. Шаповалов.

Рекомендовано к печати ученым советом Донецкого национального технического университета Министерства образования и науки Украины. Протокол № 4 от 19 мая 2006 г.

ISBN 966-508-311-2

© Донецкий национальный технический университет Министерства образования и науки Украины, 2006

СОДЕРЖАНИЕ

Пленарное заседание

| | |
|--|----|
| Минаев А.А. Донецкие политехники в поиске решений экологических проблем | 9 |
| Каталымов А.В. Инновационные разработки МГУИЭ для решения проблем индустриальных мегаполисов | 12 |
| Сургай Н.С. Научно-техническое обеспечение экологической безопасности в угольной промышленности. | 14 |
| Третьяков С.В., Засевский В.П. Внедрение новых технологий - путь оздоровления окружающей природной среды | 17 |

Секция 1.

Актуальные аспекты крупных урбоэкосистем. Энерго и ресурсосбережение.
Геотехнологии в решении проблем урбоэкологии

| | |
|--|----|
| Лесишина Ю.О., Дмитрук А.Ф. Возможности рационального использования листового опада..... | 21 |
| Челядин Л.І. Екологічна безпека регіону та технологія утилізації техногенної сировини..... | 23 |
| Сургай Н.С., Кулиш В.А., Вовк В.Т. Нормативно-методическое обеспечение природоохранных работ на предприятиях угольной отрасли | 25 |
| Кулиш В.А., Могилко А.Н., Вовк В.Т. Экологические проблемы угледобычи во Львовско-Волынском бассейне | 28 |
| Кутувий В.О., Коновальчик М.В. Екологічні наслідки роботи ТЕС..... | 30 |
| Николенко Н.А., Воробйов Е.А. Новые пути решения экологических проблем на шахтах ЦРД..... | 34 |
| Потравич Л.Д. Використання математичної моделі у системі «грунти - рослинність» для визначення екологічної ситуації на територіях техногенних систем, на прикладі Богородчанського газотранспортного вузла..... | 37 |
| Пустовалов Ю.П., Малышев В.А., Казачков Е.А., Сагиров И.В., Остроушко А.В. Управление процессом кристаллизации слитка автовакуумированием | 41 |
| Колтунов В.В., Кузнецова И.А., Попов Ю.П. Идентификация в процессе экологической экспертизы технических объектов | 43 |
| Гладков Е.А., Холодков И.П., Пителина Н.С., Гладкова О.В. Оценка комплексного воздействия экологических факторов на городские растения..... | 47 |
| Гладков Е.А., Гладкова О.Н., Глушечкая Л.С. Экобиотехнологический способ получения растений устойчивых к тяжелым металлам | 49 |
| Попова Е.Ю., Минаева Л.П., Бирюков В.В. Действие природного консерванта низина на споровые контаминанты молока для получения безопасных молочных продуктов | 52 |
| Беляевский М.Ю., Веселов Д.И., Волчек А.М., Гончаров Д.В., Беляевский Д.М. Способ получения высокооктановых бензинов с помощью специальных присадок | 56 |
| Степанова А.Ю., Гладков Е.А. Оценка воздействия нефти на фитоценозы и биотехнологический способ получения растений устойчивых к нефтепродуктам..... | 57 |
| Булатов М.А., Кибрик Э.Д., Пикулин Ю.Г. Методические аспекты преподавания экологически ориентированных дисциплин «водоподготовка и водопользование» и «промышленная экология» | 60 |

| | |
|---|-----|
| Перистый М.М., Пономарёва Я.Ю. Сокращение техногенной нагрузки на окружающую среду за счет совершенствования сталеплавильного производства..... | 62 |
| Власов Г.А., Парфенюк А.С., Гайдаенко А.С., Топоров А.А. Состояние металлоконструкций - важный фактор техногенной безопасности объектов коксохимического производства | 67 |
| Покусаев Б.Г., Казенин Д.А., Карлов С.П., Скочилова Ю.Н. Аналитическая оценка областей рассеяния загрязнения в водоносном пласте..... | 69 |
| Вайнштейн С.И., Севастьянов А.П., Севастьянов Ю.А., Шпильрайн Э.Э. Перспективные области применения паротурбинных установок с органическими рабочими телами | 71 |
| Вайнштейн С.И., Севастьянов А.П., Севастьянов Ю.А., Шпильрайн Э.Э. Энергетические возможности двухфазных струйных аппаратов | 77 |
| Гольцов В.А., Везироглу Т.Н., Гольцова Л.Ф. Стратегия перехода к водородной экономике экологически тяжело нагруженных угледобывающих мегаполисов и необходимость проработки долгосрочных перспектив Донбасса | 85 |
| Краснянский М.Е. Энерго-эко-эффективная реконструкция жилого фонда..... | 89 |
| Павлий В.А., Аверин Г.В. Динамические модели турбулентного переноса примесей над территориально-распределенными объектами | 92 |
| Яковлева А.В., Басенкова В.Л. Актуальные аспекты больших урбоэкосистем..... | 94 |
| Гого В.Б., Малеев В.Б. Концепция экологической безопасности и энергетической стабильности Донбасса..... | 96 |
| Кравцов В.В., Бирюков А.Б., Палкина С.В., Тищенко И.П. Технология получения генераторного газа (заменителя природного газа) в установке газификации угля в плотном слое | 99 |
| Сафьянц С.М., Колесниченко Н.В. О возможности повышения качества теплоснабжения путем реконструкции теплового пункта здания | 101 |
| Ермакова Е.В., Синельщиков Р.Г. Состояние рекреационных ресурсов урбоэкосистем как индикатор устойчивого развития мегаполисов..... | 104 |
| Откидач В.В., Джюра С.Г., Чурсонова А.А. Парадигма информации – теория открытых систем | 106 |
| Беляева О.Л., Ваштеріс С.Б. Проблеми управління водними ресурсами в умовах сталого розвитку..... | 110 |
| Костенко В.К. Обоснование исходных параметров энергетической установки с нулевыми выбросами в окружающую среду..... | 113 |
| Блакберн А.А., Синельщиков Р.Г. Туристско-рекреационный потенциал урбанизованных территорий и его экологическая оценка..... | 116 |
| Синельщиков Р.Г., Лактионова В.С. Пертинентная структура городского озеленения и её экологическая сущность | 119 |

Секция 2.

Охрана окружающей среды и переработка отходов. Технологии и оборудование

| | |
|---|-----|
| Дорошенко Т.Г., Матлак Е.С. Снижение загрязненности шахтных вод в подземных условиях, как фактор энергосбережения и повышения экологической безопасности угольного производства..... | 122 |
| Осьмачко Н.А., Матлак Е.С., Лунева О.В. Экологически безопасное использование твердых бытовых отходов в качестве возобновимого источника энергии | 124 |

| | |
|---|-----|
| Рублева Л.И., Левандовский В.Ю., Крутько И.Н., Мысык Д.Д., Языков Н.А. Реакционная способность сульфохлоридов анилидов сульфокислот - химических агентов обесфеноливания стоков – в водно-органических смесях | 126 |
| Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Ильяшенко Н.Н., Сова, Е.Н., Котенко Н.С., Комбаров А.П. Об эффективности термолизно-энергетической рекуперации отходов | 129 |
| Бутузова Л.Ф., Сафин В.А., Гонсалвеш Л-Н.Д., Стефанова М., Marinov S. Химические продукты полукоксования сернистых углей..... | 132 |
| Ожогин В.В., Томаш А.А., Исаева В.В. Эффективные способы утилизации металлургических шламов | 134 |
| Шевкопляс В.Н., Бутузова Л.Ф., Булыга О.А., Исаева Л.Н. Термический способ утилизации отходов пластика в смеси с бурыми углями днепроовского бассейна..... | 136 |
| Зингерман Ю.Е, Трембач Т.Ф., Каменюка В.Б. Беспылевая выдача кокса на батареях коксохимических предприятий..... | 139 |
| George Isber. Solid wastes condition and methods of hanling them in Syria | 141 |
| Шендрик Т.Г Симонова В.В., Кучеренко В.А. Адсорбенты из биомассы и нефтеотходов | 146 |
| Засуха И.П., Пащенко Л.В., Рекун В.В., Шендрик Т.Г. Влияние природы связующего на качество угольных брикетов..... | 148 |
| Чайка Л.В., Тарковская М.В. Анализ загрязнения воздушного бассейна города Донецка выбросами автомобильного транспорта..... | 151 |
| Высоцкий С.П., Коновальчик М.В. Применение фильтровального оборудования для предотвращения сброса взвешенных веществ в поверхностные водоемы | 153 |
| Висоцький С.П., Фаткуліна Г.В., Коновальчик М.В. Зниження скидів засолених стоків при знесоленні води | 156 |
| Пустовалов Ю.П., Поздняков В.С., Сагиров И.В. Использование сухих методов переработки дисперсных железуглеродсодержащих отходов металлургии | 159 |
| Ростовский В.И., Кравченко А.В., Ростовский А.В., Ушакова М.В. Состояние и перспективы утилизации шламов магнитогорского меткомбината | 161 |
| Иванов Д.А., Волчек А.М. Определение коэффициентов диффузии углеводородов, входящих в состав нефти, при экстракционной очистке нефтесодержащих стоков хлористым метиленом..... | 164 |
| Баранов Д.А. Очистка сточных вод от механических примесей в саморегенерирующемся фильтре | 167 |
| Матвиенко В.Г., Азаров В.Г., Лякса А.В. Промышленные брикеты на экологически чистом связующем | 169 |
| Кутняшенко И.В., Топоров А.А., Дунаев А.А. Анализ проблем отходов в мегаполисах и перспектива их решения | 171 |
| Кирбаба В.В., Фидчунов А.Л. Определение выбросов СО и NO _x из дымовых труб коксовых батарей | 174 |
| Кауфман С.И., Давниченко Л.С., Хусточкин В.А. Повышение эффективности внеплощадочных очистных сооружений производственной канализации | 176 |
| Власов Г.А., Становова В.А., Васюта В.Н., Мандур Н.А. Использование скрубберной жидкости цеха фталевого ангидрида для углеродного питания на биохимической установке | 178 |
| Морозова С.А., Глухов А.З., Торохова О.Н., Кирбаба В.В. Об использовании «Eichhornia crassipes» для биологической очистки сточных вод | 179 |

| | |
|---|-----|
| Ветрова О.В., Бойко М.І., Найдуква Т.С., Шаповалова Г.С., Поворознюк Г.В. Придатність відходів Авдіївського коксохімічного заводу для росту рослин | 182 |
| Кауфман С.И., Кирбаба В.В., Пастернак Н.М., Ковалев Е.Т., Борисенко А.Л., Близиюкова М.И. Разработка перечня отходов коксохимического производства и их классификация..... | 185 |
| Котлярова И.А., Кустова Н.А. Оценка утилизации углеводов микроорганизмами в нефтесодержащих средах | 187 |
| Систер В.Г., Цедилин А.Н., Каталымов А.В.; Покровский Д.Д. Исследование технологии очистки дизельных выхлопов..... | 190 |
| Кузнецова Н.А., Беренгартен М.Г., Ключенкова М.И. Использование в системах очистки газовых выбросов аппаратов с трехфазным псевдооживленным слоем орошаемой насадки ОСПН | 192 |
| Калинин О.Н., Краснянский М.Е. Исследования смесей бытовых отходов и смолистых отходов коксохимического производства..... | 197 |
| Власов Г.А., Плющ Б.А., Маншилина И.А. Микробиологические исследования – необходимый фактор технологии биологической очистки сточных вод..... | 201 |
| Малєєв В.Б., Парфенюк О.С., Кудрявцев О.О., Чаус П.А. Аеродинамічні характеристики фракцій твердих побутових відходів..... | 202 |
| Малеев В.Б., Журба В.В., Кудрявцев А.А., Малеев А.В. Классификация твердых бытовых отходов в центробежном поле | 206 |
| Филатов Л.Г., Галушка С.А. Эффективная переработка твердых производственных отходов | 209 |
| Недопекин Ф.В., Кравец В.А., Бодяга В.В. Подавление бурого дыма при переливах чугуна..... | 210 |
| Шаповалов В.В., Ванин В.И., Шевченко А.Ю. О проблеме переработки отходов гальванических производств..... | 212 |

Секция 3.

Экологическая и техногенная безопасность и мониторинг техногенных систем, конструкций и машин

| | |
|--|-----|
| Харитонов А.Ю., Аверин Г.В. Многосенсорные интеллектуальные газоанализаторы на основе современных твердотельных датчиков как технические средства экологического мониторинга..... | 215 |
| Москалец В.М., Аверин Г.В. Вопросы идентификации опасности и декларирования безопасности коксохимических и металлургических производств..... | 217 |
| Топоров А.А., Парфенюк А.С., Власов Г.А. Оценка техногенной безопасности технологических комплексов..... | 220 |
| Чубенко А.В., Топоров А. А., Диденко Н.П. Экологическая безопасность мегаполиса в аспекте управления твёрдыми бытовыми отходами..... | 224 |
| Нечепаяев В.Г., Пархоменко Н.В. Повышение экологической безопасности применения шнековых исполнительных органов в условиях тонких пологих угольных пластов | 227 |
| Нечепаяев В.Г., Пархоменко Н.В. Повышение экологической безопасности механической обработки закрытых профильных пазов..... | 229 |
| Топоров А.А., Третьяков П.В., Худошин А.А., Снегирь А.В., Боровлев В.Н. Информационная система управления техническим обслуживанием и ремонтами на базе программного комплекса “TRIM” – фактор безопасности производства..... | 232 |

| | |
|--|-----|
| Колтунов В.В., Кузнецова И.А., Попов Ю.П. Сочетание методов технической механики и экспертных работ для оценки оборудования..... | 235 |
| Лянг В.Ф. Автоматизированный расчет на прочность элементов аппаратов химического машиностроения..... | 238 |
| Филатов Д.Г., Казёнов А.А., Карпов В.С. Методика проектного расчёта трубчатых печей..... | 242 |
| Шубин В.С., Рюмин Ю.А., Точилкин М.А., Шерстенников А.А. Программное обеспечение оценки остаточного ресурса оборудования опасных производственных объектов | 244 |
| Шубин В.С., Рюмин Ю.А., Крутиков А.А., Панина Е.В. Программное обеспечение дедуктивного анализа надежности химических производств..... | 246 |
| Высоцкий Ю.Б., Королёв В.П., Сохина С.И., Селютин Ю.В. Экологические проблемы индустриальных мегаполисов и утилизация отходов в противокоррозионные материалы | 249 |
| Власов Г.А. Кирбаба В.В. Экологический мониторинг и отчетность предприятия: «Окружающая среда для Европы» | 251 |
| Алексеева О.Е., Третьяков П.В., Парфенюк А.С. Экологическая безопасность коксовых батарей: проблемы и решения | 255 |
| Корольов В.П., Прокопенко А.И., Миронов Е.Н., Прокопенко О.А., Гумен Я.Н., Бугаенко В.Ф., Компанец А.И. Обеспечение эколого-технологической безопасности горно-шахтного оборудования как фактор улучшения природоохранной деятельности угледобывающих предприятий | 258 |
| Рухович И. Р., Суярко В. А., Макаров Д. С. Мониторинг параметров нагруженности рудогрейферного крана для продления сроков эксплуатации | 260 |
| Чаленко В.И., Селютин Ю.В., Суярко В.А. Ресурсосберегающие технологии при ремонтно-восстановительных работах в агрессивных средах | 263 |
| Перетягтько Г.А., Магунова Н.Г., Лантухов А.А. Технологический контроль и обеспечение качества противокоррозионной защиты при изготовлении металлоконструкций | 267 |
| Шимановский А.В., Королёв В.П. Задачи экспертизы технологической безопасности конструкций зданий и сооружений | 270 |
| Москаленко В.И., Кожемяка С.В., Губанов В.В. Безопасность и риски при строительно-монтажных работах в условиях мегаполиса | 272 |
| Филатов Ю.В. Техническое регулирование ресурса производственных зданий и сооружений с учетом требований технологической безопасности..... | 274 |
| Крикунов Б.П., Гибаленко А.Н. Требования к организационной структуре надзора и контроля эксплуатационных характеристик конструкций..... | 277 |
| Похмурський В.І., Корольов В.П. Системний підхід до розв'язання проблеми забезпечення технологічної безпеки на регіональному і об'єктовому рівні | 279 |
| Губанов В.В., Голиков А.В. Обеспечение безопасности высотных сооружений в городской черте | 282 |
| Задорожный В.А., Войтова Ж.Н. Применение фотополимерных волоконно-армированных материалов «Технопласт» при ремонтно-восстановительных работах и защите от коррозии листовых металлоконструкций..... | 285 |
| Галактионов А.В., Черных И.Ю., Патий А.А. Разработка программ обеспечения надежности при выполнении паспортизации строительных объектов | 287 |
| Королёв В.П., Бондаренко А.В., Сулима Ю.Г. Оценка предельных состояний в расчетах на коррозионную стойкость и долговечность | 290 |

| | |
|---|-----|
| Рыженков А.А., Шевченко О.Н., Баландин М.С. Требования технологической безопасности при формировании региональной составляющей программы «Ресурс» | 293 |
| Коломийченко А.И., Кулик А.А., Толстяков Р.Г., Пчельников С.Б. Автоматизированные системы мониторинга показателей надежности и безопасности конструкционных систем | 295 |
| Третьяков П.В., Костина Е.Д., Алексеева О.Е., Котенко Н.С., Комбаров А.П. Экологические аспекты поддержания требуемого уровня техногенной безопасности коксовых батарей | 298 |
| Высоцкий Ю.Б., Королёв В.П., Сохина С.И., Шевченко О.Н., Магунова Н.Г. Модифицирование противокоррозионных композиций для обеспечения безопасной эксплуатации металлоконструкций | 301 |
| Бобровицкий В.И., Гибаленко А.Н. Восстановление эксплуатационной пригодности крана-перегрузателя | 303 |
| Дюкарев Г.В., Королёв В.П., Бондаренко А.В. Экспертиза конструктивных рисков при оценке технологической безопасности | 305 |
| Сулима Ю.Г., Фисенко А.Н., Митрофанов С.Н. Экспертное обследование при выявлении причин отказа конструктивного элемента | 308 |
| Бован Д.В., Веретельник С.П., Кутняшенко И.В., Хмарук В.В. К вопросу утилизации взрывчатых веществ | 310 |
| Решетняк В.С., Рябенко А.В., Топоров А.А., Марьенков С.В. Влияние нефтегазоперерабатывающих производств на экологическую безопасность мегаполисов | 312 |

УДК 623: 628.5

ДОНЕЦКИЕ ПОЛИТЕХНИКИ В ПОИСКЕ РЕШЕНИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

Минаев А.А.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Одним из главных вызовов современной цивилизации является глобальный экологический кризис, который охватил всю планету и проявляется повседневно и практически повсюду загрязнением окружающей среды, истощением природных ресурсов, изменением климата, техногенными авариями и катастрофами.

Человечество ищет пути выхода из этого кризиса, хотя ситуация продолжает ухудшаться быстрее, чем удастся что-то изменить к лучшему или хотя бы стабилизировать ситуацию. Вот лишь некоторые характеристики глобального экологического кризиса:

- увеличение вредных техногенных газопылевых выбросов в атмосферу в 20 раз за последние полвека;
- более четверти поверхности мирового океана покрыто углеводородной пленкой. В результате биопродуктивность океана снизилась на 15-25%;
- энергозатраты человечества удваиваются примерно каждые 27 лет. За столетие они возросли в 12 раз;
- ежегодно превращается в пустыню до 10 млн. га плодородных земель и ещё 20 млн. га теряют половину своей продуктивности.

Особенно остры экологические проблемы в индустриальных мегаполисах, где на относительно небольшой территории сконцентрированы крупные города, заводы шахты, электростанции, транспортные коммуникации с соответствующими им вредными выбросами, скоплением отходов, энергетическими, экономическими и социальными трудностями, грозящими стать катастрофическими и приводящими к существенному ухудшению качества жизни людей.

К таким характерным индустриальным мегаполисам, где особенно остры экологические проблемы, относится наш Донецкий регион – общепризнанная зона экологического бедствия. Здесь, на 4% территории Украины при 10% населения, сконцентрировано более трети всего промышленного потенциала и соответствующее количество выбросов и отходов

Сейчас в Донецкой области ежегодно накапливается на свалках около 6 млн. куб. метров (только в Донецке почти 1,5млн.) бытового мусора. К накопленным четырем миллиардам тонн твёрдых промбытотходов ежегодно добавляются десятки миллионов тонн, содержащих большое количество техногенных сырьевых ресурсов и вредных веществ.

Вот ещё несколько характерных для Донецкой области данных:

1. Скопление твердых отходов на 1км² составляет 170 тыс т, что почти в четыре раза больше, чем в среднем по Украине.
2. На одного человека в области накоплено более 800 т твёрдых промбытотходов.
3. Концентрация на единицу территории токсичных твердых отходов превышает среднее значение по Украине в 12 раз.

За многие предыдущие десятилетия развития тяжёлой индустрии Союза, когда Донбасс называли «Всесоюзной кочегаркой» и до последних лет, когда с гордостью говорили, что это край угля и стали, экологические проблемы только накапливались и почти не решались. Поэтому сегодня Донбасс – это скопление всех экологических проблем, зона экологического бедствия. Это подтверждают данные Всеукраинской экологической лиги и многочисленные статистические данные из авторитетных источников /1-3/.

Совершенно очевидно, что экологические и другие связанные с ними проблемы очень велики, их накопилось много по многим направлениям, поэтому необходимо сформулировать

основные научно-методологические принципы и подходы, которыми мы должны руководиться в своей деятельности, чтобы наиболее рациональными действиями решать эти проблемы.

Здесь хочу привести высказывания признанного в мире научного авторитета в сфере экологии великого русского и украинского учёного и мыслителя, основателя и первого президента Украинской Академии наук В.И. Вернадского: «Рост научных знаний 20-го столетия быстро стирает грани между отдельными науками. Мы всё больше специализируемся не по наукам, а по проблемам. Это позволяет, с одной стороны, неизмеримо углубляться в явление, что изучается, а с другой – расширяет охват его со всех точек зрения... В.И. Вернадский не ассоциировал разум только с научной рациональностью, а рассматривал его в контексте всей полноты человеческой культуры, которая немыслима без подключения ценных моральных кладовых мировоззрения, глубины человеческих чувств, эмоций, настроения и, наконец, жизненных позиций, в том числе, и в инженерной подготовке специалистов-профессионалов, создающих и эксплуатирующих современную технику и технологию.

В контексте этих мыслей великого ученого, хочу отметить, что возможности нашего политехнического университета в решении экологических проблем возрастают именно благодаря наличию в его составе научно-педагогических кадров и подразделений философско-гуманитарной и научно-технической направленности в области экологической науки в сферах химии и химической технологии, геологии и минералогии, металлургии и энергетики, экологического мониторинга и безопасности жизнедеятельности.

Особое значение в учебном процессе приобрела экологизация инженерного образования. В учебные планы всех технологических специальностей университета включены предметы экологической направленности, на пяти факультетах созданы выпускающие кафедры для подготовки отраслевых специалистов по прикладной экологии и ресурсосбережению. Замечу, что именно это дает нам новые возможности, которых не было ещё 10 лет назад.

Сегодня наш университет направляет свои усилия на комплексное решение экологических проблем Донецкого региона и самым активным образом участвует в организации и проведении международных научных контактов, стажировок и конференций по экологической проблематике, выполняет многочисленные научные исследования и разработки, оказывает разноплановую поддержку государственным и общественным структурам и взаимодействует с ними в вопросах экологической безопасности Донецкого региона и всей Украины.

В этом плане нами в университете поставлена задача: фундаментальной, базисной основой учебного процесса должны стать научные исследования, чтобы было можно в полной мере реализовать формулу: “Исследуя, обучаю – обучая, исследую”. Наилучшим образом реализовать ее можно, решая серьезные научные проблемы, акцентируя внимание на вопросах экологической безопасности, повышая одновременно уровень качества исследований и преподавания.

В рамках возможностей доклада кратко остановлюсь только на некоторых таких разработках кафедр нашего университета. На заседаниях секций нашей конференции о них будет сказано подробнее, однако несколько слов о них здесь уместны.

Свыше миллиарда тонн промышленных отходов Донецкой области – это породные отвалы и терриконы угольных шахт и обогатительных фабрик - высокосолевые шламы углеобогащения, золошлаки теплостанций, глинистые вскрышные породы, отходы шамотного производства. Некоторые из отвалов и терриконов самовозгораются и являются одним из источников глубочайших экологических проблем Донбасса. Такие отвалы относят к малоликвидным или неликвидным отходам, однако, это источник сырья для алюминиевой промышленности и реальная перспектива получения из них «вторичного» металлургического глинозёма. Кроме того, в них обязательно присутствуют редкоземельные элементы в количествах, перспективных для их коммерческого извлечения. У нас есть целый ряд разработок по этой тематике.

Ряд работ направлен на решение топливно-энергетических и экологических проблем. На это направлено также развитие водородных технологий – очень перспективное направление.

Очень остра, можно сказать, перезрела проблема бытового мусора. Актуальную комплексную разработку по термолитно-энергетической рекуперации промышленных и бытовых отходов (метод ТЭРО), особенно эффективную для нашего региона, следовало бы внимательно рассмотреть специалистам на предмет скорейшего освоения на коксохимических предприятиях. Эта разработка решает не только экологическую проблему углеродистых промышленных и бытовых отходов с получением энергии, химического сырья и стройматериалов, но и обеспечивает значительный экономический и социальный эффект.

Ряд актуальных вопросов энерго и ресурсосбережения, использование отходов металлургического производства и защиты среды от выбросов решается кафедрами физико-металлургического факультета. Отмечу лишь, что эти разработки отличаются высокой экономической эффективностью и многие из них находят своё применение в промышленности уже сегодня.

Многоплановые научные исследования ряда кафедр направлены на решение задач очистки и использования шахтных вод, выбора и обоснования технологических решений по использованию вторичных ресурсов в качестве сырья для народного хозяйства, управлению природоохранной деятельностью на предприятиях и анализу экологических особенностей горного производства. Многие разработки готовы к внедрению.

Очень важно для здоровья людей решить ряд задач по сохранению уголков прекрасной природы Донбасса, созданию более совершенных систем мониторинга и приборов для контроля состояния здоровья и факторов окружающей среды.

Для нашего региона особое значение имеют работы по предупреждению подтопления территорий в окрестности закрываемых шахт и использовании шахтных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения Донецкого региона и снижения тем самым дефицита питьевой воды.

Ведутся разработки вопросов получения экологически чистой энергии путём аккумуляции ветровых энергоресурсов при создании искусственных рельефов на породных отвалах и извлечения геотермальной энергии из выработанных пространств угольных шахт.

В коротком докладе невозможно даже бегло затронуть все многообразие разработок и исследований коллектива нашего университета по экологической проблематике, имеющих большое научное и практическое значение.

Хотелось бы особо отметить в итоге, что в последнее время становится более очевидна необходимость административно-правового регулирования и экономического стимулирования внедрения результатов таких разработок и исследований. Государственной поддержки требуют перспективные разработки, направленные на сохранение природы, разумное использование энергоресурсов и сырья, и безусловное выполнение имеющихся законов, норм и международных соглашений в сфере экологии. Это обязательные условия преодоления тяжёлой экологической ситуации, сложившейся сегодня в Украине, особенно в Донбассе. Для этого нам необходимо объединение усилий всего общества, руководителей разного уровня, ученых, инженеров, производственников и, конечно, участия в этом студенческой молодежи, её творчества и энергии.

Сейчас всем ясно, что решение экологических проблем возможно только в комплексе и с позиций инженерной экологии, энерго- и ресурсосбережения, экономики, социологии и права при обязательной поддержке государства. И, безусловно, нам очень полезен опыт россиян, наших друзей и коллег из МГУИЭ, и конечно, весь международный опыт.

Уверен, что наша международная конференция скажет своё слово в этом великом и благородном деле. Разрешите пожелать всем успеха в работе!

Список литературы

1. Земля тривоги нашої. За матеріалами Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Донецькій області у 1999 році / Під ред. С. Куруленко. – Донецьк: Новий мир. – 2000. – 124 с.
2. Земля тривоги нашої. За матеріалами Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Донецькій області у 1999 році Під ред. С. Третьякова. – Донецьк: Новий мир. – 2003. – 279 с.
3. 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.

ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ МГУИЭ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ МЕГАПОЛИСОВ

Каталымов А.В.

(МГУИЭ, Москва, Россия)

Функционирование любого крупного города неразрывно связано с ежедневным потреблением различных видов сырья и энергии, причем потребителями являются не только и не столько население города, сколько обслуживающие его промышленные и строительные предприятия, транспорт. При этом в окружающую среду попадают значительные объемы материальных и энергетических отходов. Основной задачей экологии в условиях мегаполисов является защита окружающей среды и сохранения экологического равновесия.

Практическое решение данной задачи значительно осложняется тем, что мегаполисы образуют вокруг себя обширные зоны влияния – городские агломерации, в которых природная среда также в той или иной степени подвергается неблагоприятному воздействию. По данным чл.-корр. РАН В.Г.Систера [1] к московской городской агломерации может быть отнесено уже около 40% территории Московской области.

Московский государственный университет инженерной экологии (МГУИЭ) одним из первых среди вузов включился в решение экологических задач городского хозяйства.

Основными направлениями образовательной и научной деятельности МГУИЭ являются:

- разработка и эксплуатация оборудования для химической промышленности и природоохранных технологий,
- инженерная защита окружающей среды,
- управление промышленными и природоохранными процессами,
- экомониторинг и системы автоматизированного управления,
- криогенная и холодильная техника и кондиционирование,
- стандартизация и сертификация,
- биотехнологические процессы и производства,
- энерго- и ресурсосбережение, в т.ч. техника применения возобновляемых источников энергии.

В МГУИЭ создано несколько научно-технических структур, работающих в режиме технопарка во взаимодействии с фирмами и организациями, занимающимися

1. переработкой твердых отходов («Механобр-Техника»),
2. экомониторингом («Химавтоматика»),
3. биотехнологией («Бигор»),
4. разработкой систем автоматического управления (ЦНИИКА),
5. разработками систем обезвоживания («Медиана-фильтр») и др.

За последнее время в МГУИЭ выполнен ряд прикладных инновационных разработок экологической направленности.

1. Модульная установка для компактирования твердых бытовых отходов помогает эффективно решить проблему прессования твердых отходов для упрощения их дальнейшей переработки.

2. Учебно-научный центр по утилизации и переработке отходов производства и потребления.

Подразделение оснащено выпускаемым отечественной промышленностью оборудованием для переработки твердых отходов – измельчителями, дробилками, смесителями, классификаторами. На базе центра производятся технологические исследования для нужд действующих и строящихся предприятий. В частности, заключен договор с фирмой «Тетрапак» на разработку технологии переработки упаковочной тары, в сотрудничестве с ООО «Инфотехпром» отрабатываются блоки управления оборудованием для строящегося в Санкт-Петербурге мусороперерабатывающего завода.

3. Техника применения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

Выполнены следующие разработки, учитывающие потребности мегаполисов и пригородных объектов:

- тепловые насосы нового поколения,
- утилизаторы солнечной энергии с повышенным к.п.д.,
- теплонасосная установка для теплоснабжения индивидуального жилого дома,
- модульный биоутилизатор отходов сельскохозяйственной продукции,
- анаэробное сбраживание сельскохозяйственной продукции с использованием солнечной энергии и аккумуляторов тепла на фазопереходных материалах (без использования других топливно-энергетических ресурсов),
- прямое преобразование химической энергии энергоносителя в электрическую с использованием электрохимических источников тока (ЭХИТ) и топливных элементов (ТЭ), в частности, воздушно-алюминиевых элементов (ВА ТЭ) и энергоустановок на их основе для привода электромобилей и резервного электроснабжения жилых объектов.

4. Разработка технологии очистки подземных фенольных загрязнений.

Предусмотрено вымывание загрязнений из грунта потоком воды, содержащим микроорганизмы - деструкторы фенола с циркуляцией потока по замкнутому контуру.

5. Совершенствование систем абсорбционной и адсорбционной очистки выхлопных газов.

Создание новых типов контактных устройств с низким гидравлическим сопротивлением (тарельчатого типа и насадочного – со структурированной насадкой и подвижной насадкой).

6. Экомониторинг окружающей среды.

Разработаны оптимальные по объему используемых инструментальных средств системы контроля текущего состояния воздушной среды и водного бассейна для ряда районов Подмосковья.

7. Технология производства промышленного фермента лакказы.

Произведены исследования по оптимизации питательной среды и условий культивирования для производства лакказы - медьсодержащего фермента, катализирующего окисление фенолов в хиноны, окисляющего орто- и пара-дифенолы. В настоящее время отечественное промышленное производство лакказы отсутствует. Разработана мембранная технологии выделения промышленного фермента лакказы. Фермент находит широкое применение в целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности; очистке сточных вод от фенолов; для анализа фенольных соединений, включая лигнины, в сточных водах промышленных предприятий; в медицине; для окрашивания кератиновых волокон; в органическом синтезе; пищевой промышленности; определения антиоксидантного статуса вин (биосенсоры); в моющих средствах.

8. Очистка бытовых и промышленных сточных вод с использованием ультразвука.

Исследовано применение данной технологии для изъятия из сточных вод тяжелых металлов, нефтепродуктов, поверхностно-активных веществ. Данные компоненты составляют в сумме основную долю загрязнений сточных вод. Удаление их является актуальной задачей городского хозяйства крупных жилых массивов и промышленных объектов. Построены математические модели, описывающие данный метод очистки, на которых исследовано влияние параметров ультразвуковых установок на эффективность процессов очистки, а также выполнен соответствующий комплекс опытных испытаний. Проведенные исследования позволили значительно повысить эффективность соответствующих процессов очистки.

9. Очистка фильтрата полигонов захоронения ТБО.

Данные полигоны обладают несомненным преимуществом в связи с низкими затратами на захоронение, но в то же время - представляют существенную опасность для окружающей среды. Одной из причин такой опасности является выделение из тела полигона токсичной инфицированной жидкости — фильтрата. Высокая исходная токсичность фильтрата не позволяет очистить его обычными биологическими методами с использованием активного ила, а традиционные методы очистки путем коагуляции не обеспечивают полного удаления загрязнений. По итогам комплексного исследования дренажных вод (фильтрата) подмосковных полигонов разработана и экспериментально апробирована схема очистки.

Построена математическая модель первой стадии очистки фильтрата в виде критериальных уравнений, которая использована для расчета оптимальных условий проведения процесса очистки.

10. Очистка дизельных выхлопов городского транспорта и резервных электростанций.

Одним из источников загрязнения атмосферного воздуха в Москве являются двигатели внутреннего сгорания - карбюраторные и дизельные. Дизельные двигатели менее требовательны к качеству топлива и из-за этого представляют повышенную экологическую опасность. Продукты сгорания оказывают непосредственное воздействие на экологию мегаполиса, способствуют образованию кислотных дождей, туманов, смога. Применяемые в настоящее время методы очистки обладают определенной избирательностью, чувствительны к аэрозольному составу очищаемого газа и не могут быть совмещены в одном аппарате, приемлемом для городских пользователей по массогабаритным характеристикам. Проведенный научно-технический анализ показал, что в настоящее время для дизелей малых и средних мощностей единственно приемлемым техническим вариантом очистки выхлопа от сажи является ее задержка на тонкопористых фильтрующих перегородках. При этом материал перегородок должен выдерживать высокую температуру выхлопа, ($>100\text{ }^{\circ}\text{C}$), исключаящую конденсацию паров воды, и термическую регенерацию при дожигании сажи ($550\text{—}650\text{ }^{\circ}\text{C}$). Эти показатели однозначно указывают на необходимость применения керамических фильтрующих элементов. Применение данных фильтров позволило практически полностью удалить сажу из выхлопа. В ходе испытаний по полному циклу регламентных работ дизеля, расходе газа $450\text{ нм}^3/\text{ч}$, температуре газа $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ и максимальной концентрации сажи до $0,9\text{ г/нм}^3$ опытный образец аппарата показал высокую эффективность снижения содержания сажи в выхлопе (на $99,8\%$). Несколько меньшая величина этого показателя ($94,2\%$) отмечалась на холостом ходу. Проведенные исследования позволяют рекомендовать отечественные керамические материалы для очистки дизельных выхлопов в условиях мегаполиса с целью снижения степени загрязнения атмосферного воздуха.

Решение экологических проблем мегаполисов вскрывает их комплексный характер, что требует проведения не только прикладных исследований, но и дополнительных фундаментальных исследований, раскрывающих микро- и макромеханизмы специфических процессов, происходящих в урбозооэкосистемах.

Динамика развития данных систем показывает, что несмотря на принимаемые в настоящее время меры экологическое состояние их в среднем ухудшается. Поэтому для эффективного исследования и решения проблем экологии мегаполисов необходим системный подход, включающий объединение усилий исследователей не только различных областей науки, но и различных государств.

Список литературы:

1. Инженерная экология: проблемы города, промышленности, подготовки кадров: Сборник научных трудов. – М.: МГУИЭ, 2004, - 352с.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

Сургай Н.С.

(«УкрНИИпроект», Киев, Украина)

Проблемы и достижения научно-технического обеспечения экологической безопасности в угольной промышленности

Уголь и Экология – что может быть важнее для жизни Человека на Земле!

Роль угля в развитии мировой цивилизации вообще невозможно переоценить. Трудно представить на какой зачаточной стадии своего развития находилось бы человечество, если бы не использование угля. Именно уголь обеспечил бурное развитие всех видов производства, преобразований на транспорте, в быту и т.д. И сейчас, в период некоторой декарбонизации

топливно-энергетического баланса, нужно помнить, что мировые запасы угля многократно превышают соответствующие запасы нефти и газа, которые, к сожалению, очень быстро (по историческим меркам) истощаются. По данным Министерства экономики и Европейской интеграции, сегодня в мире разведанных запасов нефти и газа хватит на 40, урана – на 20, а угля – на 200 лет. Анализ тенденций развития мировой энергетики показывает, что в обозримой перспективе роль угля в топливно-энергетическом комплексе будет неуклонно возрастать. Тем более этот вывод важен для Украины. Ведь в нашей стране доля Угля среди всех запасов органического топлива составляет 96% и хватит его на 400-500 лет интенсивной добычи. Вот уж, воистину, главный энергоноситель в Украине, гарант её экономической и политической независимости.

В значении Экологии тоже никого убеждать не нужно. Нельзя не согласиться, что современное состояние окружающей среды несёт угрозу не только комфортности существования и здоровью, но и самой жизни Человека.

К сожалению, свой вклад в комплекс негативных последствий техногенных воздействий на природную среду традиционно вносит и угольная промышленность. Не факт, чтобы на современном этапе он существенно превосходит влияние металлургии, атомной энергетики, химической промышленности и т.д., но это как раз тот случай, когда следует не отстаивать «честь мундира», а сосредоточиться на минимизации негативного воздействия всеми доступными экономически целесообразными методами.

Не будем углубляться в богатую историю взаимоотношений Угля и Экологии или говорить о глобальных нарушениях экологического равновесия. В первую рассмотрим состояние природной среды сейчас и здесь, в наших угольных регионах. Современная угольная промышленность Украины насчитывает сотни предприятий: действующих шахт, разрезов, обогатительных и брикетных фабрик, ведомственных ТЭЦ, котельных, различных заводов, мастерских и т.п. Сконцентрированы они на сравнительно небольшой территории в Донецкой, Луганской, Днепропетровской, Кировоградской, Львовской и Волынской областях. Такая концентрация обуславливает значительную техногенную нагрузку, выражающуюся в истощении и загрязнении подземных вод, рек и водоёмов, затоплении и заболачивании прилегающих к предприятиям территорий, обезвоживании и засолении грунта, загрязнении атмосферы, изъятии значительных площадей из сельскохозяйственного землепользования, необратимых деформациях земной поверхности и т.д. Несмотря на резкое снижение добычи и переработки угля в последние годы, угледобывающими и углеперерабатывающими предприятиями страны ежегодно выдаются десятки млн. т угольных отходов (основная их часть складывается в отвалах); сбрасываются сотни млн. м³ шахтных вод; выбрасываются в атмосферу с газами котельных, сушильных и вентиляционных установок, горящих породных отвалов и др. сотни тысяч т вредных веществ. Институтами "УкрНИИпроект" и "Донуги" ведется мониторинг природоохранной деятельности в отрасли: создана автоматизированная система учета, обобщения и анализа эколого-технических показателей по угольным предприятиям и выполняемым ими природоохранным мероприятиям. Полученные данные широко обнародуются, и все заинтересованные с ними хорошо знакомы или легко могут ознакомиться, обратившись к нашим регулярным публикациям. Поэтому нет смысла приводить в данной статье труднообозримые ряды конкретных цифр и скрупулёзно перечислять длинный список составляющих и причин современного кризисного состояния экологии в шахтёрских регионах.

Замечу только, что бороться с этими негативными явлениями необходимо на всех уровнях, всеми доступными способами. И здесь необходим комплексный научно обоснованный в разумной степени унифицированный подход. В своё время в этом вопросе действовала определённая система. Ещё десять лет назад институтами отрасли в данном направлении выполнялось до 50 научно-исследовательских работ, действовали целевые комплексные программы, что позволяло сосредоточить весьма ограниченные средства на решении самых животрепещущих проблем, обеспечить комплексный подход в исследованиях, избежать мелкотемья и дублирования. К сожалению всё это уже в прошлом.

Тем не менее, даже в современных условиях перманентного финансирования по принципу «остатки от остатков» (при закрытии угольных предприятий об экологии, как правило, вспоминают лишь после того, как решены все остальные вопросы) сделано и делается немало. Важнейшие направления выполняемых НИР – это: экологизация процессов и технологий угольного производства; совершенствование нормативно-методической и правовой базы; охрана водных ресурсов: комплексная очистка сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водные объекты; охрана атмосферы (нормативная очистка промышленных выбросов); охрана земельных ресурсов: рекультивация; утилизация, переработка или использование отходов; экологический мониторинг и способы воздействия на состояние окружающей среды; развитие лабораторно-аналитической базы природоохранной деятельности и т.д.

Примером решения экологической проблемы за счёт применения прогрессивной технологии может послужить хотя бы применение гидроимпульсных бурильной и выемочной установок при отработке пластов крутого падения. Мало того, что эта технология заменяет использование отбойного молотка на высокопроизводительное разрушение гидроимпульсной струёй в автоматическом режиме при дистанционном управлении установкой без непосредственного контакта исполнительного органа с угольным массивом, но при её применении ещё и резко возрастает безопасность работ, сводится к нулю вероятность возникновения выбросов пыли и газа.

Очень важна задача обеспечения нормативно правовой базы решения экологических проблем. В последние годы в связи с адаптацией действовавших ранее союзных нормативных документов к законодательству Украины научно-исследовательскими, проектными и специализированными организациями пересматриваются или разрабатываются новые, в которых учитываются требования природоохранных законодательных актов по обеспечению экологической безопасности в горном производстве.

Существенным препятствием в обеспечении эффективного решения планово-экономических и финансовых вопросов эколого-гидрологической проблемы на заключительном этапе эксплуатации и при подготовке шахты к ликвидации, а также в ликвидационный и послеликвидационный периоды, является отсутствие Закона Украины «О ликвидации угольных предприятий». О том, насколько он необходим, понятно всем, кроме Счётной Палаты.

Среди решаемых задач третьего направления – экологическая оценка и прогноз состояния окружающей природной среды; разработка мероприятий по снижению отрицательного воздействия угольных предприятий на водные ресурсы; оптимизация гидрогеологического режима в нарушенных массивах, в том числе техногенных вод в породных отвалах; разработка способов, технических средств и технологий очистки сточных вод угольных предприятий.

По проблеме охраны атмосферы в первую очередь следует выделить оснащение пылегазоулавливающими системами источников выбросов, разработку проектов предельно допустимых выбросов (ПДВ), дегазацию угольных шахт и практическое использование шахтного метана, совершенствование методик и приборов контроля содержания загрязняющих веществ в выбросах шахт и обогатительных фабрик.

В области охраны земельных ресурсов совершенствуются способы рекультивации нарушенных земель, ведутся работы по снижению «землеёмкости» горных работ.

Из-за нехватки средств в недостаточных объёмах ведутся переработка и безопасное использование отходов (да и самих отходов было бы несравненно меньше, если бы широко внедрялась прогрессивнейшая технология сжигания низкосортных углей в циркулирующем кипящем слое), разработка эффективных технологий закладки выработанного пространства породными отходами угледобычи и обогащения.

Закончить всё-таки хочется на оптимистической ноте. Без угля, который «несёт тепло и свет» людям и является «хлебом промышленности» у страны нет будущего. Уголь нам, конечно, нужен, но не любой ценой. Проблемы экологии решаются, и будут решаться. Залогом

того служат и возросшая активность общества, и большая открытость властей. Следует отметить, что в последние годы уделяется повышенное внимание к решению экологических проблем, возникающих как при эксплуатации, так и в ходе ликвидации угольных предприятий. Нет более благородной цели, как обеспечить людям, оставить нашим детям и внукам не среду обитания с экологическими показателями, условно вписывающимися в постоянно завышаемые нормы предельно допустимых концентраций вредных веществ, а «Зелёную Планету», во всех аспектах пригодную и располагающую к здоровой и счастливой жизни!

ВНЕДРЕНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ - ПУТЬ ОЗДОРОВЛЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Третьяков С.В., Засевский В.П.

(Государственное управление экологии и природных ресурсов в Донецкой области, Украина)

Экологическая ситуация в области, которая формировалась в течение длительного периода, через пренебрежение объективными законами развития и воспроизведения природно-ресурсного комплекса сложилась кризисной. К значительному ухудшению природных свойств ландшафта региона привели, прежде всего, высокая концентрация, в сочетании с несовершенными технологиями, промышленного производства, особенно предприятий тяжелой индустрии; недостаточное финансирование на осуществление природоохранных мероприятий. На сегодня суммарный выброс вредных веществ в воздух в области составляет более 40 % объема таких выбросов в атмосферный воздух Украины. На Донецкую область приходится почти 30 % объема загрязненных сточных вод, которые сброшены в водоемы страны. Предельно допустимые концентрации основных загрязняющих веществ в водоемах области превышаются в 2-90 раз. К границе экологического бедствия приблизилось состояние Азовского моря. Объем накопленных отходов составляет четвертую часть от объема отходов в Украине, около 60 % из которых - токсичные.

Одной из причин такого состояния является рост промышленного производства на базе морально и физически устаревшего оборудования и технологий. Так в 2004 году рост производства в целом по промышленности по отношению к 2003 году составил 12,5 %, в том числе по металлургическому комплексу -16.8 %. Наиболее острой проблемой в регионе остается проблема загрязнения атмосферного воздуха. В тоже время некоторые промышленные предприятия не всегда уделяют внимание улучшению такой обстановки.

В металлургическом комплексе области находится в эксплуатации 26 мартеновских печей и только 11 из них оборудованы очистными сооружениями. На ОАО "ММК "Азовсталь" – 8 печей, на ОАО "ДМЗ" – 6 печей, на ОАО "ММК им. Ильича" – одна печь осуществляют выбросы в атмосферу без очистки. Следует отметить, что ОАО "ММК "Азовсталь", согласно "Программе оздоровления окружающей среды г. Мариуполя", вывели (без демонтажа) из эксплуатации 3 мартеновских печи, ОАО "ДМЗ", в соответствии с планом мероприятий по достижению нормативов ПДВ, должно быть выведено 6 печей.

Остается острой проблема уменьшения выбросов доменных печей, а также строительство по очистке выбросов литейных дворов. Эти вопросы частично решены на ОАО "ММК "Азовсталь" и ОАО "Донецксталь", и совсем не решены на Енакиевском и Макеевском металлургических комбинатах. На ОАО "ММК им. Ильича" не осуществляются мероприятия по "Программе оздоровления окружающей среды г. Мариуполя", по аспирации выбросов литейных дворов ДП-3, 5 с очисткой от пыли в электрофильтрах, несмотря на то, что капитальные ремонты этих печей уже осуществлены.

На большинстве коксохимических предприятий технический уровень оборудования находится в неудовлетворительном состоянии. Коксовые батареи находятся в эксплуатации по 30-40 лет. Так, на Авдеевском коксохимическом заводе из 9-ти батарей только 4 находятся в удовлетворительном состоянии, а другие имеют степень износа от 25 до 30 процентов. На Донецком коксохимическом заводе степень износа всех коксовых батарей – 30-50 процентов.

На Енакиевском коксохимзаводе батареи эксплуатируются более 30 лет. На Мариупольском коксохимическом заводе 4 батареи эксплуатируются 40-45 лет. На Макеевском коксохимзаводе переложена одна батарея, в удовлетворительном состоянии находится две. На Ясиновском коксохимзаводе из 3-х действующих батарей только две новые, а коксовая батарея № 3 имеет степень износа до 90 процентов. Ни на одном из КХЗ области нет оборудования глубокой очистки коксового газа от сероводорода, в то время когда выбросы сернистого ангидрида велики и имеют тенденцию к дальнейшему увеличению. На ОАО "Макеевский КХЗ" и ОАО "Енакиевский КХЗ" оборудование сероочистки коксового газа в виду плохого технического состояния выведено из эксплуатации. Только на ОАО "Авдеевский КХЗ" и частично на ОАО "Ясиновский КХЗ" начали реконструкцию и техническое перевооружение цехов очистки коксового газа от сероводорода.

Все тепловые электростанции (Зуевская, Старобешевская, Славянская, Кураховская, Угледарская, Мироновская и Краматорская ТЭС), которые расположены на территории области, построены и введены в эксплуатацию до 1983 года. В 2005 году число оборудования со сроком эксплуатации 20 и более лет будет составлять более 80 процентов. В виду морального старения и физического износа газоочистного оборудования на ТЭС в окружающую среду выбрасываются значительные объемы пыли, а отсутствие оборудования для очистки дымовых газов от оксидов серы и азота приводит к загрязнению окружающей среды этими веществами.

С целью создания базы для технического перевооружения оборудования тепловых электростанций в период с 2005 до 2020 года, необходимо уже сегодня обеспечить внедрение чистых технологий сгорания угля, эффективных способов очистки дымовых газов от вредных выбросов, учитывая уже действующие зарубежные и отечественные технологии. В первую очередь необходима реконструкция блоков 200 МВт Старобешевской и Кураховской ТЭС и блоков 300 МВт на Зуевской ТЭС, с монтажом высокоэффективных электрофильтров с КПК 99,9 % и снижением выбросов серы до концентраций менее чем 400 мг/м³.

Следует отметить, что улучшение экологического состояния окружающей среды, сохранение существующих природных ресурсов и предупреждение экологического кризиса, невозможно без увеличения инвестиций в природоохранное строительство.

Последние пять лет на территории Донецкой области действовал Закон Украины "Про спеціальну економічну зону та спеціальний режим інвестиційної діяльності". На государственную экологическую экспертизу поступило 359 бизнес-планов инвестиционных проектов. Действие этого закона позволяло привлечь большие материальные ресурсы в нашу экономику, обеспечивая ее рост, а так же решать некоторые экологические проблемы.

В 2004 году инвестиции на природоохранное строительство в общем объеме инвестиций по области по сравнению с 2003 годом увеличились на 0,9 процента, но, как и раньше, остается незначительной – лишь 3 %. В течение 2004 года предприятиями области было освоено 216,9 млн. грн. инвестиций в основной капитал, это в 1,9 раз больше, чем в прошлом году. Наибольшие объемы инвестиций на охрану окружающей природной среды и рациональное использование природных ресурсов освоено на территории Мариуполя – 80,8 млн. грн. (около трети общего объема по области), Донецка – 42,4 млн. грн. (19,6%), Краматорска – 23,1 млн. грн. (10,7%), Енакиево – 18,8 млн. грн. (8,7%). Низким был вклад инвестиций в природоохранное строительство в таких экологически загрязненных районах, как Угледар – 0,0%, Дебальцево – 0,01%, Константиновка – 0,02 %, Доброполье – 0,03 % и т.д.

Основным источником инвестиций в основной капитал на охрану окружающей природной среды и рациональное использование природных ресурсов в 2004 году остаются собственные средства предприятий. Их часть составила 77 % всех инвестиционных вкладов.

Удельный вес средств государственного бюджета в 2004 году составил 4,8 %, уменьшившись в сравнении с предыдущим годом на 4,2 %, местных бюджетов соответственно – 18,3 % и на 9,7 %. Значительную часть (41,1 %) от общего объема средства государственного бюджета, направленного на природоохранное строительство, освоено в Донецке, 14,5 % - в Ясиноватой, 11,2% - в Мариуполе. В тоже время, в г. Торез освоено 9,3 % от общего объема

инвестиций, в Димитрове – 7 %, в Константиновском районе – 4,9 %, Новоазовском районе – 3,5 %, Марьинском районе – 1,1 % и лишь незначительная часть освоена инвестиций в г. Макеевка и Великоновоселковском районе – 0,6 % и 0,01 % соответственно.

Как и в предыдущие годы, в 2004 году преимущественно инвестиции (44,2 %) направлены на охрану атмосферного воздуха, в сравнении с 2003 годом капитальные вклады выросли в 2,3 раза, на охрану и рациональное использование водных ресурсов было использовано 60,4 млн. грн., это в 1,6 раза больше, чем в прошлом году.

Рост объемов инвестиций, направленных на природоохранное строительство, в последние годы способствовал завершению строительства ряда природоохранных объектов и сооружений. Было выполнено:

- реконструкцию цементного производства на КЦШК "Пушка", что позволит снизить выбросы оксида углерода на 135 т/год, оксида азота – 62,7 т/год, а также даст опосредствованный эффект от снижения потребления электроэнергии на 9812 тыс.кВт/год;
- модернизацию доменной печи № 6 МК "Азовсталь" со строительством электрофильтра для очистки газов подбункерного помещения и скиповой ямы, что позволит обеспечить снижение выбросов на 400 т/год лишь от одной печи;
- внедрение технологии выплавки стали конверторным способом, обеспечит сокращение выбросов оксидов азота и сернистого ангидрида в 2 раза, пыли в 10 раз;
- реконструкция ТЭС ОАО "ДМЗ" с использованием излишков доменного газа обеспечит не только экономию природного газа на выработку электроэнергии, но и снизит выбросы диоксида азота на паровых котлах высокого давления: на 50 т/год по диоксиду азота и на 20 т/год по оксиду углерода;
- создание производственного комплекса по утилизации шахтного метана на шахте им. Засядько с каптажом шахтного метана на уровне 300 млн.м³/год, который обеспечит выработку 5358 млн.кВт/год электроэнергии и 590 млн. Гкал тепловой энергии;
- реконструкцию пылегазоочистных установок агломашин №№ 4-5 с установкой электрофильтров фирмы "Спейк" на ОАО "ММК им. Ильича";
- реконструкцию комплекса коксовой батареи №3 на ОАО "Маркохим";
- монтаж газоочистных сооружений на Дзержинском фенольном заводе;

Прогрессивными с точки зрения охраны атмосферного воздуха были признаны проектные решения по внедрению обогревателей инфракрасного излучения в цехах Харцызского трубного завода, Дружковского завода металлических изделий, Славянского завода высоковольтных изоляторов, а также внедрение производства солнечных батарей на химико-металлургической фабрике в поселке Донское.

В 2004 году увеличилось количество представленных на государственную экологическую экспертизу проектных материалов природоохранного содержания, которые направлены на улучшение состояния атмосферного воздуха. Основное количество проектов разработано для предприятий, которые являются наибольшими загрязнителями: металлургические и коксохимические заводы, предприятия строительных материалов и энергетики.

Так, на ЗАО "Донецксталь-металлургической завод" предусмотрено техническое перевооружение сталеплавильного производства путем поэтапного перевода устаревшего мартеновского производства стали, на выплавку стали в экологически и технологически современной электросталеплавильной печи ДСП-150; на Мариупольском металлургическом комбинате имени Ильича – реконструкция газоочисток за агломашинами №№ 2, 3 с заменой существующих циклонов на электрофильтры фирмы "СПЕЙК" (Франция), которые позволят сократить концентрацию пыли в выбросах газах до 100 мг/м³; на Мариупольском металлургическом комбинате "Азовсталь" – строительство единой аспирационной системы литейного двора и скиповой ямы ДП № 6, которое является одним из основных вкладчиков в загрязнение атмосферного воздуха взвешенными веществами. Очистка аспирационного воздуха предусмотрена в электрофильтрах типу ЕКН фирмы ZVVZ с остаточным содержанием взвешенных веществ 50 мг/м³.

В рамках предусмотренной на ОАО цементно-шиферный комбинат "Краматорская "Пушка" экологической программы с целью сокращения выбросов пыли предусмотрены реконструкция системы пылеочистки реакторной сушики граншлака с очисткой технологических газов реактора сушики и аспирационного воздуха от укрытий в рукавном фильтре с импульсной регенерацией сжатым воздухом типа ФРИР-1400, который обеспечит остаточное содержание взвешенных веществ до $0,025 \text{ г/м}^3$; замена механического оборудования электрофильтра ЭГА1-30-12-6-3, установленного для очистки дымовых газов, которые поступают от холодного конца печи обжига клинкера № 3, на комплект нового, а также применение автоматической системы управления работой механизмов встряхивания электродов, что позволит достичь КПД 99,66 %; реконструкция системы пылеочистки паковочной 14-ти штуцерной машины, которая заключается в строительстве двух дополнительных укрытий по внешнему периметру площадки обслуживания механизмов взвешивания и конвейерной ленты с мешками цемента с очисткой аспирационного воздуха в кассетном фильтре с импульсной регенерацией сжатым воздухом типа ФКИР-108, который обеспечит остаточную концентрацию взвешенных веществ на выходе до $0,02 \text{ г/м}^3$ и сократит выброс пыли в 19 раз.

На ОАО "Докучаевский флюсоделомитный комбинат" запланирована реконструкция пылегазоочистных сооружений за печами, которые вращаются № 1 и № 2. При проектировании принята двухступенчатая газоочистка сухого типа, автономная для каждой печи: первая степень - существующие две группы циклонов ЦН-24, вторая – запроектированный электрофильтр типа ЭГУ 25-12-16-3.

На ОАО "Маркохим" предусмотрена реконструкция цеха очистки коксового газа от сероводорода с содержанием его в коксовом газе не более $0,5 \text{ г/м}^3$, на ЗАО "Енакиевский коксохимпром" предусмотрено строительство новой установки очистки коксового газа раствором моноэтаноламина, что позволит снизить содержание сероводорода в коксовом газе с 15 г/м^3 до $0,5 \text{ г/м}^3$.

На Кураховской ТЭС запланирована реконструкция морально устаревшего внутреннего механического оборудования электрофильтров на модернизированное с повышенными технико-экономическими показателями, что позволит достичь увеличения КПД каждого электрофильтра в среднем на 2% и сократить выброс в атмосферный воздух на 15387,02 т/год.

Кроме того, в связи с накоплением отходов производства и необходимостью их утилизации были разработаны и согласованы проектные материалы на создание высокопродуктивного, безопасного и экологически чистого производства топлива печного бытового из отработанных автомобильных шин путем пиролиза резиновой массы отработанных автомобильных шин с получением жидких продуктов и последующим их разгоном на установке ректификации с получением основного и побочных продуктов, которые служат сырьем для других производств; производства, предназначенного для регенерации и полного возобновления отработанных минеральных масел разных типов: промышленных, дизельных, автотранспортных, трансформаторных, компрессорных и др. как с присадками, так и без них.

Учитывая значительный негативный вклад в загрязнение атмосферного воздуха существующих породных отвалов, с целью сокращения накопленных в них отходов и рационального использования природных ресурсов были разработаны и согласованы проектные материалы по рекультивации существующих породных отвалов с добычей породы, ее обогащением методом поступательного грохочения на обогатительных фабриках региона и реализацией полученного топлива.

Таким образом, подытоживая все выше сказанное, лишь на примере охраны атмосферного воздуха можно с уверенностью сказать, что улучшение экологической ситуации в Донецкой области возможно, прежде всего при условии сохранения тенденции увеличения объемов инвестирования в природоохранное строительство за счет всех источников финансирования, которые будут использованы на техническое перевооружение и внедрение новейших технологий производства.

СЕКЦИЯ 1. АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ КРУПНЫХ УРБООКОСИСТЕМ. ЭНЕРГО И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ. ГЕОТЕХНОЛОГИИ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ УРБООКОЛОГИИ

УДК 542.06 + 633.12.18

ВОЗМОЖНОСТИ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИСТОВОГО ОПАДА

Лесишина Ю.О., Дмитрук А.Ф.

(Донецкий государственный университет экономики и торговли
им. М.Тугана-Барановского, Донецк, Украина)

Рассмотрены возможности переработки листового опада каштана конского. Изучен структурно-групповой состав опада, исследована антирадикальная активность экстракта листвы в реакции с дифенилпикрилгидразильным радикалом, изучено влияние термообработки листвы на свойства получаемого углеродного сорбента, определены его физико-химические характеристики.

Листовой опад, как вид органических отходов, ежегодно накапливающийся на территории городов, предпочитают сжигать и лишь в крайнем случае вывозить на свалки. Однако, при сжигании листового опада в атмосферу попадают такие опасные загрязняющие вещества как диоксины, аэрозоли тяжелых металлов, бензпирен, угарный газ и другие токсиканты. При сгорании 1 тонны растительных отходов образуется до 9 кг микрочастиц, которые способны глубоко проникать в дыхательные пути; 1 тонна тлеющих растительных остатков в среднем выделяет около 30 кг угарного газа.[1]. В тоже время в листьях при подготовке к будущему листопаду происходит накопление фенольных соединений, проявляющих свойства природных ингибиторов. А значительное содержание в листе лигнина и целлюлозы, типичное для высших растений, говорит о возможности использования листового опада в качестве сырья для получения углеродных сорбционных материалов.

Следовательно, ежегодно возобновляются огромные количества ценного растительного сырья, которые до сих пор не находят эффективного использования. В связи с чем, стремление к переработке и рациональному использованию этого вида сырья становится весьма уместным, и может позволить решить задачу утилизации листового опада, то есть улучшить экологическое состояние городов; найти дополнительный источник углеродсодержащего сырья; расширить сырьевую базу для получения сорбентов и ценных химических соединений, способствовать глубокой переработке растительного материала.

В настоящей работе рассматриваются возможности переработки листового опада каштана конского (*Aesculus hippocastanum*), широко распространенного в Украине с целью определения химической (практической) ценности этого растительного сырья.

Анализ группового химического состава листового опада показал наличие следующих компонентов: целлюлоза – 37%, лигнин – 27%, зола – 7%, влажность – 10%, экстрактивные вещества, извлекаемые этанолом – 18%. Методом рентгено-флюоресцентного анализа установлено, что преобладающими элементами в листе каштана конского, произрастающего в Донецком регионе являются *Ca*, *Mg*, *Fe*, *Mn*, *Zn*. Содержание *Cd* в листе на порядок превышает значение предельно допустимой концентрации (ПДК_{Cd}-0,03 мг/кг). Содержание *Pb*, *As*, *Hg*, *Cu*, *Zn* не превышают значения предельно допустимых концентраций этих элементов в растительном сырье.

ИК-спектроскопическое исследование этанольного экстракта листвы показало присутствие в нем веществ с различными кислородсодержащими функциональными группами (полосы поглощения при 3400см⁻¹ - ^νPhOH, при 1300см⁻¹ - ^δPhOH, при 1700см⁻¹ - ^νCO, при 1200см⁻¹ и 1070см⁻¹ – ^νC-O-C), что позволяет прогнозировать антиоксидантную способность экстракта.

Простой и удобной моделью для оценки антирадикальной активности экстракта является его реакция со свободным стабильным радикалом дифенилпикрилгидразилом

(ДФПГ), который реагирует с фенолами по механизму гомолитического отрыва атома водорода от гидроксильной группы фенола.[2,3]. Для сравнения антирадикальной активности экстракта листы исследовали реакцию взаимодействия ДФПГ со стандартным ингибитором - ионолом. Кинетика реакции взаимодействия ДФПГ с фенольными соединениями изучалась спектрофотометрическим методом в этанольном растворе.

Анализ полученных кинетических данных для реакции взаимодействия ДФПГ с ионолом показал, что на начальной стадии реакция имеет первый порядок по ДФПГ. Кинетическое уравнение, описывающее реакцию взаимодействия ДФПГ с экстрактом, отлично. Это может быть связано с тем, что в составе экстракта содержится смесь фенольных соединений, обладающих разной антирадикальной активностью. В связи с этим возникают трудности для сравнения реакционной способности экстракта относительно ионола. Поэтому кинетические зависимости расходования ДФПГ с ионолом и экстрактом изучали при следующих условиях: одинаковая исходная концентрация ДФПГ; сравнимые концентрации ионола и экстракта листы. Начальная скорость реакции взаимодействия ДФПГ с ионолом равняется $3,2 \cdot 10^{-6}$ моль/л·с, а при взаимодействии с экстрактом – $2,2 \cdot 10^{-5}$ моль/л·с. Если принять, что экстракт содержит такое же количество эквивалентов гидроксильных групп, как ионол, то можно считать их концентрации сопоставимыми. Это позволяют заключить следующее: этанольный экстракт листы содержит фенольные соединения, которые обладают большей антирадикальной активностью, чем ионол.

Твердый остаток листового опада (после экстракционной обработки и без нее) может использоваться в качестве сорбционного материала или как исходное сырье для получения активированного угля. В соответствии с принятой технологией в производстве углеродных сорбентов использовали двустадийную схему обработки, включающую карбонизацию и активирование исходного сырья. Подбор оптимальных параметров карбонизации и активирования осуществляли на основании предварительного термогравиметрического изучения деструкции образцов листы.

Исходя из данных дериватографии карбонизацию палой листы проводили при температуре 380°C (температура начала деструкции лигнинной компоненты), варьируя время карбонизации. Увеличение продолжительности стадии карбонизации при данной температуре от 1 до 5 часов приводит к росту удельной поверхности ($S_{БЭТ}$) образцов ($S_{БЭТ}$ для некарбонизированной листы – $0,7 \text{ м}^2/\text{г}$, $S_{БЭТ}$ карбонизата ($T=380^{\circ}\text{C}$, $\tau=5$ часов) – $3,5 \text{ м}^2/\text{г}$). Выход карбонизата составил 45-50% от исходного сырья (воздушно-сухой листы).

Карбонизаты активировали водяным паром при температуре 800°C (при нагревании сырья выше 830°C наблюдается полное выгорание органической части и озоление образца) в интервале от 1 до 3 часов. Критерием оптимизации предложенных условий карбонизации и активации сырья служили выход активированного продукта и величина его удельной поверхности.

Таблица. Зависимость выхода, величины удельной поверхности и сорбционной емкости активированного угля из листового опада от продолжительности карбонизации при $T=380^{\circ}\text{C}$ (активирование водяным паром $T=800^{\circ}\text{C}$, $\tau=1$ час)

| $\tau_{380^{\circ}\text{C}}$, часы | Выход, % (от исходного сырья) | $S_{БЭТ} \text{ м}^2/\text{г}$ | Сорбционная емкость | |
|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| | | | По йоду, % | По метиленовому голубому, мг/г |
| 1 | 25 | 152 | 77 | 85 |
| 2 | 24 | 199 | 56 | 147 |
| 3 | 22,7 | 216 | 44 | 214 |
| 5 | 22 | 340 | 26 | 292 |

Величина $S_{БЭТ}$ активного угля на основе листы слабо зависит от продолжительности активирования при 800°C и в большей степени зависит от продолжительности стадии карбонизации. Активирование карбонизированных образцов при $T=800^{\circ}\text{C}$ более 1 часа не дает

суттєвого підвищення ефективності процесу (рост удельної поверхності не спостерігається), але призводить до зниження виходу активованого вугля. Вихід активованого вугля при $T=800^{\circ}\text{C}$, $\tau=1$ год складає 22-25% від вихідного (воздушно-сухого) сировини, залежно від тривалості стадії карбонізації. Результати, що демонструють залежність виходу та величини удельної поверхності активованого продукту від тривалості карбонізації наведені в таблиці.

Сорбційна активність отриманих активованих вуглей відносно водних розчинів йоду та метиленового голубого залежить від тривалості стадії карбонізації. А саме, з підвищенням тривалості стадії карбонізації спостерігається зниження сорбційної активності вугля відносно йоду (від 77% до 26%) та зростання сорбційної активності по метиленовому голубому (від 85 мг/г до 292 мг/г).

Таким чином, на основі комплексу фізико-хімічних досліджень листового опаду каштана показано високу потенціальну цінність цього відновлюваного рослинного ресурсу. Досліджено можливість використання листового опаду як джерело речовин, що мають антиоксидантну активність та як сировину для отримання сорбентів, що мають достатньо високу удельну поверхню та сорбційну здатність до досліджуваних речовин.

Література

1. Винник В.В. Використання місцевої вермикультури для покращення екології г. Ставрополя / Винник В.В., Алфімова К.І., Тюленева Н.П. // Матеріали VII регіональної науково-технічної конференції "Вузівська наука - Северо-Кавказському регіону". Ставрополь: СевКавГТУ, 2003.
2. Н.І. Біла Антирадикальна активність фенолів рослинного походження в реакції з дифенілгідразильним радикалом. / Н.І. Біла, Т.А. Філіпенко, А.М. Ніколаєвський // Фарм. журн. 2002. №3. С. 78-82.
3. Розанцев Э.Г., Шолле В.А. Органическая химия свободных радикалов. – М.: Химия, 1979. – 343с.

УДК628.34

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА РЕГІОНУ ТА ТЕХНОЛОГІЯ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕХНОГЕННОЇ СИРОВИНИ

Челядин Л.І.

(ІФНТУНГ, Івано-Франківськ, Україна)

Описано кількість твердих промислових відходів в Україні і Прикарпатті та їх вплив на екологічну безпеку регіону. На основі аналізу відомих технологій утилізації шлаків, золи ТЕЦ та шлаків водоочистки різних виробництв, запропонована нова технологія, яка дозволяє одержувати вуглецево-мінеральні матеріали для водогазоочисних систем.

Проблемою сьогодення є погіршення навколишнього середовища за рахунок накопичення різних відходів, особливо твердих та шламових, які контактують з атмосферою і гідросферою, забруднюючи їх, що негативно впливає на здоров'я населення.

На Україні нагромадилось в минулому столітті біля 4,5 млрд. тон твердих відходів [1], що в літературі іменуються як техногенна сировина (ТС). В основному це шлаки ТЕЦ, шлаки флотації вуглезбагачення, водоочистки та інші, які належать до I-IV класу небезпеки. При наявності в цій ТС важких металів в кількостях значно більших допустимих, вона є екологічно небезпечною, а також займає і забруднює великі площі земель при їх складуванні. Згідно даних [2] Івано-Франківська область та інші області Західної України (Львівська, Рівненська, Житомирська) по мутагенному рівню забруднення мають статус "помірно безпечні", що встановлено на основі лабораторних і літературних даних, а якщо по забрудненості водних об'єктів то аналогічний статус також має Снятинський район, тому що Верховинський і міста Коломия та Івано-Франківськ - „благополучні”.

В 2004р. на Бурштинській ТЕЦ утворено близько 665 тис. т. золошлакових відходів, які складаються з компонентів наведених в таблиці №1.

Згідно даних [3], на целюлозно-паперових фабриках України утворюється велика кількість шламу водоочистки, який після фільтрації на вакуум-фільтрі утворює скоп в кількості

81,5 тис. т/рік, а на Жидачівській целюлозно-паперовій фабриці утворюється 10,4 тис.т. в рік з вологістю 25-30 %, і технології утилізації його не існує. Склад таких відходів складний, бо вміщує як органічні так і неорганічні речовини, що відповідає співвідношенню 1 до 1,5 відповідно. Значна кількість шламів водоочистки утворюється при очистці комунальних стоків м.Івано-Франківська.

| Хімічний склад золошлаку | | | | | | Таблиця 1 | | |
|--------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------------------|------|------|
| Компонент | H ₂ O | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | K ₂ O | MgO | Інші |
| Вміст, % | 0,11 | 58,3 | 20,17 | 12,2 | 3,95 | 3,08 | 2,09 | 0,1 |

Крім цього, в машинобудівній та приладо-електронній галузі утворюється велика кількість шламів водоочистки стічних вод цих виробництв і найбільша їх кількість на Прикарпатті зберігається в м.Коломия, а кількість та розміщення їх приведено в таблиці 2 нижче.

Таблиця 2 – Розміщення та кількість шламів гальваніки

| № п/п | Назва підприємства | Назва місць, кількість (тн) |
|-------|-----------------------|--|
| 1 | ВАТ „Коломиясільмаш” | бетонні ємності на території підприємства, 1091,2 |
| 2 | ВАТ „Електрооснастка” | металевий контейнер на території підприємства, 11,85 |
| 2 | ВАТ „КРП” | металевий контейнер на території підприємства, 33,93 |

Всі вище приведені відходи в період атмосферних опадів контактують водою і таким чином вимивають розчинні солі, які проникають в водоносні підземні горизонти та забруднюють їх, що негативно впливає на фауну і здоров'я людей при споживанні такої води, що підтверджено в [5.6].

Таким чином екологічна ситуація в містах Прикарпаття є „помірно-безпечною”, що в основному пов'язано з нагромадженням відходів, які в дуже малій кількості утилізуються, і забруднюють атмосферу і гідросферу, так як технологій їх утилізації обмаль, а відомі є енергоємними та мало продуктивними. При переробці ТС використовується тільки 5 % від її нагромадженої кількості, що пов'язано з великою затратою і вартістю енергоносіїв та низькою продуктивністю підприємств переробки, а тому кількість ТС збільшується щорічно і проблема її утилізації не розв'язується.

Згідно з літературними джерелами [7,8] відома сумісна переробка природних ресурсів (глини) та шлаків в пористі матеріали при високих температурах (1000 С), які можуть використовуватись в будівельній галузі. Однак обладнання таких процесів громіздке і часто виходить з ладу в зв'язку з руйнуванням внутрішньої теплоізоляції обертових печей.

Отже, проблема утилізації ТС існує і вона створює екологічну небезпеку для регіону. Технологій переробки вище приведеної ТС відомо мало, причому відомі є складними в технологічному плані та апаратурному оформленні і енергоємними.

В Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу (ІФНТУНГ) проводяться дослідження з одержання пористих матеріалів на основі ТС [9,10], які названо вуглецево-мінеральними матеріалами (ВММ). Встановлено, що основними параметрами розроблених технологій є склад шихти, дисперсність компонентів, метод формування та температура термообробки сформованих виробів. В лабораторних умовах провели дослідження з одержання ВММ при використанні вище приведеної ТС-золошлаку, шламів водоочистки гальванопроектів та комунальних стоків. Технологія утилізації проводили таким способом. Шлак, золу, глину і шлам водоочистки стоків гальваніки диспергували, змішували в певних співвідношеннях та гранулювали з добавкою шламу водоочистки комунальних стоків і після сушки направляли на термообробку при різних температурах. Таким чином одержували гранули фракцією 3-5 мм, які досліджували на міцність, питому поверхню і насипну вагу.

Встановлено, що гранули відрізняються по міцності, а тому визначали, як змінюється вона від фазового складу гранул ВММ. Для цього було проведено дослідження ІЧ-спектрів та рентгенофазовий аналіз спучених гранул і з глиношлакових мас з різними добавками, охолодження яких проводилось на повітрі.

По даним рентгенофазового аналізу встановлено, що невелика кількість кристалічної фази гранул представлено в основному кварцом ($d/n = 0,424; 0,334; 0,245; 0,228; 0,212; 0,182$ нм), а також шпінеллю ($d/n = 0,286; 0,245; 0,202$ нм) і анортитом ($d/n = 0,404; 0,361; 0,320$ нм).

ІЧ-спектри ВММ, одержаного із глинистих порід з добавкою 50 % шлаку характеризуються зменшенням інтенсивності смуг поглинання кварцу $770, 790 \text{ см}^{-1}$, що говорить про більш повне його розчинення і перехід в силікатний розплав в процесі обпалу.

Вище викладене дозволяє стверджувати, що при добавці до природних глинистих порід шлаку ТЕЦ в процесі обпалу гранульованих ВММ проходить утворення високоглиноземної пористої кристалічної фази за рахунок одночасної присутності в розплаві структурних груп $[\text{AlO}_4]$ і $[\text{AlO}_6]$ та органічних добавок, які вигоряють.

Апробаційні дослідження показують, що одержані ВММ можуть бути використані, як фільтруючі матеріали і сорбенти, що адсорбують деякі шкідливі сполуки в екологічних технологіях при очистці води, газів та рідин.

Список літератури:

1. Статистичний збірник «Охорона навколишнього середовища та використання природних ресурсів України. К.1999. с.97-98.
2. Болтина И.В.В., Сенченко Т.В. «Оценка суммарной мутагенной активности объектов окружающей среды»//Материалы 111-й международной конференции «Сотрудничество для решения проблемы отходов», Харьков, 2006г, с.37-40
3. Тахтуев Б.Г. Переработка отходов картонно-бумажных производств /Тези 11 Международной конференции /Сотрудничество для решения проблемы отходов /9-10февраля 2005г.-Х.ИД-/ИНЖЭК.-Харьков 2005-с224-226.
4. Лист-інформація „Державного управління екології та природних ресурсів в Івано-Франківській області” №06-18/110,. 2004
5. Сагайдак М.В., Ольховская Л. Н., Смелов Л. И.”Оценка влияния объектов удаления отходов на подземные поверхностные воды.»//Сборник научных трудов 12-йМНТ конференции « Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов» (7-11 июня 2004 г., г.Бердянск) Харьков, 2004, с.618-622
6. Н.А.Бородина, В.К.Вирожемский. Оценка опасности загрязнения окружающей природной среды при образовании, хранении и утилизации гальванических шламов // Труды міжнародної науково-технічної конференції „Екологія промислових підприємств. Проблема утилізації відходів.” 13-17 вересня 2004р. м.Ялта. Київ. Товариство «Знання» України, с.11-13.
7. Соловей В.В., Воробьева И.А., Воловина Т.В. Технология утилизации золошлаковых отходов твердотопливных электростанций / Тези 11 Международной конференции /Сотрудничество для решения проблемы отходов /9-10февраля 2005г.-Х.ИД-/ИНЖЭК.-Харьков 2005. -с.142-144.
8. Звягинцев Г.Л. Промышленная экология и технология утилизации отходов. -Харьков, Высш. шк. Изд.ХГУ, 1986.-144с.
9. Л.І.Челядин та інші Фізико-хімічна характеристика техногенної сировини та матеріалів при її утилізації /Хімічна промисловість України, №4, 2002. -с.46-50.
10. Л.І.Челядин Екологічні та хіміко-технологічні аспекти утилізації і модифікації техногенних матеріалів /Вопросы химии и химической технологии.№1, 2000.-с.250-252.

УДК 006.01/07:622.85

НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИРОДООХРАННЫХ РАБОТ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Сургай Н.С., Кулиш В.А., Вовк В.Т.

(Государственный научно-исследовательский, проектно-конструкторский и проектный институт угольной промышленности "УкрНИИпроект", Киев, Украина)

Разработаны новые нормативно-методические документы, регламентирующие расчеты санитарно-защитных зон угольных предприятий, определение концентраций и

валовых выбросов загрязняющих веществ с шахт и обогатительных фабрик, использование шахтных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения, тушение и рекультивацию отвалов.

Современная угольная отрасль Украины насчитывает сотни предприятий: действующих шахт, разрезов, обогатительных и брикетных фабрик, ведомственных ТЭЦ, котельных и т.п. Вследствие их деятельности оказывается значительное влияние на окружающую природную среду (особенно в Донбассе), что приводит к нарушениям её экологического равновесия. Реструктуризация угольной промышленности также обуславливает необходимость решения целого ряда экологических проблем, которые возникают при закрытии шахт.

Все это требует пересмотра и разработки новых нормативно-технических документов, которые регламентируют проведения природоохранных работ в отрасли, поскольку значительная часть устаревших документов не учитывает возросших требований законов Украины "Об охране окружающей природной среды", "Об охране атмосферного воздуха", "Об отходах", "Водного кодекса Украины", "Кодекса Украины "О недрах", "Земельного кодекса Украины", а также нормативных документов Минприроды Украины.

Мировые тенденции по оптимизации экологических параметров окружающей среды также требуют принятия новых нормативных документов, которые смогут обеспечить безопасные условия проживания людей. Ужесточение пороговых значений санитарных нормативов не всегда достигает поставленной цели из-за невозможности их выполнения. Поэтому нужен компромисс интересов промышленности и экологической безопасности.

За последние годы институтом "УкрНИИпроект" - головной организацией угольной отрасли по вопросам охраны окружающей среды в угольных регионах, с привлечением институтов Донгипрошахт и МакНИИ, разработано несколько новых отраслевых стандартов, регламентирующих отдельные вопросы природоохранной деятельности:

1. Стандарт Минтопэнерго (СОУ) 10.1.00174125.003-2004 "Санитарно-защитные зоны (СЗЗ) предприятий угольной промышленности. Методика расчета"

Одним из прогрессивных и компромиссных решений вопросов охраны окружающей среды есть создание санитарно-защитных зон (СЗЗ) вокруг предприятий.

Размеры СЗЗ и порядок установления изменялись не только в зависимости от характера промышленного объекта, но и от состояния развития экологии, как науки. Раньше считалось, что наиболее отрицательно влияют на человека газовой-аэрозольные выбросы при суммированном действии нескольких газов. Сейчас к наиболее отрицательным факторам также относят пестициды и тяжелые металлы в почвогрунтах и грунтовых водах.

В разработанном институтом "УкрНИИпроект" нормативном документе при определении размеров СЗЗ угольных предприятий учитывается обобщенное их влияние на загрязнение атмосферного воздуха, подземных вод и грунтов. Соблюдение норм этого документа обеспечит экологическую безопасность населенных мест и позволит оперативно рассчитывать размеры СЗЗ в зависимости от изменения экологической обстановки.

2. Стандарт Минтопэнерго (СОУ) 10.1.00174125.004-2004 "Концентрация и объемы вредных загрязняющих веществ (в том числе газа метана), выбрасываемых в атмосферный воздух дегазационными установками и системами проветривания подземных горных выработок угольных шахт. Методика расчета"

В Украине при определении объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для технологических процессов и производств одного типа используются разнообразные методологии расчета, которые значительно усложняют предоставление официальной статистической информации об охране воздушного бассейна.

Разработанный стандарт устанавливает методику и регламентирует порядок расчета валовых объемов загрязняющих веществ в виде суспендированных твердых частичек и газообразных: метана, диоксида углерода, оксида углерода, оксидов азота NO_x (в перерасчете на диоксид азота NO_2), диоксида серы, сероводорода в выбросах в атмосферу дегазационными установками и системами проветривания подземных горных выработок угольных шахт.

Цель - унификация методики определения концентрации и объемов вредных загрязняющих веществ, которые выбрасываются в атмосферный воздух дегазационными установками и системами проветривания подземных горных выработок угольных шахт.

В результате использования стандарта обеспечивается:

- оперативный расчет объемов валовых выбросов загрязняющих веществ (в том числе газа метана), выбрасываемых в атмосферный воздух дегазационными установками и системами проветривания подземных горных выработок угольных шахт в зависимости от концентрации загрязняющих веществ и других факторов;

- оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха и разработка природоохранных мер по обеспечению требований экологической безопасности населения.

3. Стандарт Минтопэнерго (СОУ) 10.1.00174125.005-2004 "Использование шахтных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Методические указания".

Отсутствие в угледобывающих районах Украины в достаточных объемах воды, как для питьевого водоснабжения, так и для производственно-хозяйственных нужд, полива сельскохозяйственных угодий и т.п., при одновременном сбрасывании в реки и водохранилища большого количества шахтных вод, ставит вопрос об их использовании для различных хозяйственных целей. Положение, однако, усложняется отсутствием необходимых законодательных и нормативных документов, которые регулируют эти проблемы.

Разработанный и введенный в действие стандарт применяется для оценки шахтных вод в случае их использования для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Требования стандарта распространяются на дренажные и подземные воды, которые заполняют горные выработки и подработанный трещиноватый массив закрытых угольных шахт и обособленных погашенных участков действующих шахт.

Шахтные воды рассматриваются в этом документе как сырье для дальнейшей очистки и использования. Стандарт регламентирует требования к критериям и оценке пригодности шахтных вод для централизованного водоснабжения: оценки солевого состава, выбора источников водоснабжения и местоположения водозаборов, порядка установления зон санитарной охраны, технологии очистки и кондиционирования шахтных вод, методики оценки экономической целесообразности применения этих вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения в сравнении с альтернативными источниками и с учетом экологических факторов.

Для обеспечения санитарной надежности водозаборов шахтных вод данным документом предполагается запрет размещения вредных предприятий (химической, коксохимической промышленности и других отраслей), которые могут быть источником загрязнения в СЗЗ водозабора и в границах его депрессионной воронки. Кроме этого при выборе расположения источника водоснабжения должна приниматься во внимание общая техногенная нагрузка в зонах санитарной охраны. Воды, откачиваемые из водных бассейнов шахт, будут использоваться для хозяйственно-питьевого водоснабжения только после проведения комплекса очистки. В методических указаниях также рекомендованы средства обеззараживания воды - озонирование, ультрафиолетовое облучение (вместо использования хлора), которые давно применяются при обеззараживании воды во многих странах мира.

Стандарт согласован с Минздравом Украины, Минприроды Украины, Госводхозом и Госжилкоммунхозом Украины.

Сфера применения действующего стандарта определяет возможности использования шахтных вод, главным образом, для потребностей угольной отрасли. В дальнейшем он может быть использован при разработке Государственного стандарта или другого нормативного документа государственного уровня.

4. Руководящий нормативный документ РД 12.09.0801-99 "Руководство по предотвращению самовозгорания, тушению, реформированию и рекультивации породных отвалов угольных шахт и обогатительных фабрик"

Институтом "УкрНИИпроект" были выполнены работы относительно пересмотра указанного руководящего нормативного документа.

Проведение проверки нормативного документа РД 12.09.0801-99 за период его действия со времени введения (1999г.) было обусловлено необходимостью приведения его положений и норм в соответствие с требованиями международных, региональных и национальных стандартов в части максимального уменьшения вредного влияния породных отвалов угольных шахт и обогатительных фабрик на окружающую среду.

Проверка и введение в действие документа обеспечивает единые подходы при выполнении природоохранных работ на породных отвалах угольных шахт и обогатительных фабрик, устанавливает требования к предупреждению самовозгорания породных отвалов, разработке технологии их тушения, разборки, рекультивации и озеленения. Реализация требований разработанного документа будет содействовать защите окружающей среды.

УДК 622.85:502.36/55

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УГЛЕДОБЫЧИ ВО ЛЬВОВСКО-ВОЛЫНСКОМ БАССЕЙНЕ

Кулиш В.А., Могилко А.Н., Вовк В.Т.

(Государственный научно-исследовательский, проектно-конструкторский и проектный институт угольной промышленности "УкрНИИпроект", Киев, Украина)

По результатам анализа особенностей геолого-гидрогеологических условий во Львовско-Волынском бассейне и их изменений под влиянием добычи угля подземным способом выполнена оценка современной экологической обстановки и предложены ряд мероприятий по оптимизации состояния экологической среды в зонах влияния шахт.

Как известно, добыча угля во Львовско-Волынском бассейне проводится только подземным способом без закладки выработанного пространства, со складированием пустых пород и отходов угледобычи и углеобогащения в отвалах непосредственно возле шахт и обогатительной фабрики.

К основным отрицательным эколого-гидрогеологическим последствиям разработки угольных месторождений относятся:

- оседание дневной поверхности земли в границах мульды сдвижения породных массивов над горными выработками;
- загрязнение подземных и поверхностных вод со стороны отвалов, отстойников шахтных вод и шламонакопителей;
- загрязнение грунтов пиле-газо-аэрозольными выбросами из шахтных отвалов, в особенности горящих, и из других источников выбросов загрязняющих веществ на угольных предприятиях.

Необходимо подчеркнуть, что отрицательное влияние оседания дневной поверхности в процессе угледобычи и приближение вследствие этого уровней грунтовых вод к земной поверхности совместились с раньше существовавшим природным паводковым фактором, усилив его. При этом его активность в северной (Волынской) и южной (Червоноградской) зонах бассейна была неодинаковой.

В первую очередь это обусловлено отличиями естественных геоморфологических характеристик этих зон. Так территории, которые подрабатываются и подрабатывались шахтами, на юге бассейна расположены в границах долины р. Зап. Буг с его притоками и послеледниковой зандровой равнины. Северная же территория расположена в границах Волыньско-Подольской возвышенности, имеющей наклон в сторону правобережной части р. Зап. Буг.

Отличается также геологическое строение и гидрогеологические условия приповерхностных зон породных массивов.

На юге горизонт грунтовых вод имеет сплошное распространение при небольшой глубине залегания зеркала воды, тогда как на севере грунтовые воды фиксируются часто на значительной глубине и локально. Поэтому, для Червоноградской зоны типичными были

заболоченные участки, существование которых дополнительно поддерживалось паводковыми разливами р. Зап. Буг, а на севере бассейна такое явление имело довольно ограниченный характер и локализовалось в границах нешироких долин р. Студянки и водотоков по балкам.

В Нововолынском районе обычным явлением было наличие источников разгрузка вод сенонского горизонта на участках местных понижений рельефа, тогда как на юге (по данным геологоразведочных работ) типичным был площадной вариант дренирования этого горизонта долиной р. Зап. Буг. После закрытия шахт в Нововолынском районе при естественном и ограниченном техногенном дренировании сенонского водоносного горизонта (с целью питьевого водоснабжения) уже сейчас наблюдается ощутимый подъем пьезометрических уровней сенонского горизонта. При этом, в будущем, этот фактор будет однозначно играть роль "противофильтрационного экрана" при проникновении в сенонский водоносный горизонт четвертичных вод сверху, а карбоновых - снизу.

Не менее важной и неотложной природоохранной задачей есть стабилизация или улучшение ситуации в зонах влияния породных отвалов. При этом, как показали исследования, основную роль в загрязнении грунтовых вод играет непосредственно отвальный массив.

Обследование состояния породных отвалов бассейна показало:

- породные отвалы, которые формировались на начальных стадиях работы шахт, перегорели и полностью состоят из горелых пород;
- породные отвалы, отсыпанные после 70-х годов прошлого столетия, не горели и представлены выветрелыми породами;
- ряд перегоревших отвалов частично рекультивированы в основном посадками кустарниковых растений;
- порода из отдельных отвалов используется как строительный материал (например, на шахте № 1 "Червоноградская" отвал уже полностью разобран);
- на многих отвалах фиксируется наличие техногенного водоносного горизонта, который разгружается в поверхностные воды в зоне подошвы.

В период горения отвалов инфильтрация атмосферных осадков через массив практически отсутствовала, а в процессе горения испарялась даже естественная влага. После завершения горения постепенно восстановился процесс инфильтрации атмосферных осадков, накопление в породах влаги и фильтрация ее вниз. При этом сначала происходило максимальное водонасыщение непосредственно пород отвалов. Процесс загрязнения грунтовых вод в данное время формируется и на площадях, которые заняты горелыми отвалами. Через соответствующее время, в зависимости от геолого-гидрогеологических условий на территории расположения отвала, этот источник загрязнения активизируется. В Червоноградском районе фронт загрязненного перетока из некоторых отвалов достигнет грунтовых вод уже в ближайшее время.

Необходимо подчеркнуть, что влияние угледобычи на загрязнение грунтов является составной частью суммарного воздействия с другими (часто неявными) источниками. Наиболее убедительным доказательством этого есть отсутствие загрязнения грунтов в Нововолынском районе (по сравнению с Червоноградским) токсичными микрокомпонентами, за исключением Р, Со, Мо, не характерных для угольной промышленности.

На основании полевых исследований и расчетов установлено:

- загрязнение окружающей природной среды отвалами в бассейне составляет незначительную часть общего техногенного;
- расчетное и фактическое загрязнение грунтов Червоноградского района более высокое, чем на севере бассейна (это подтверждается материалами агроэкологических исследований других организаций).

В данное время основными направлениями повышения экологической безопасности региона должны быть мероприятия по ликвидации подтопления земель, населенных пунктов и рекультивация породных отвалов. В связи с тем, что мелиоративная система создается на продолжительное время действия, ее планово-высотное обоснование должно базироваться на

соответствующих топогеодезических изысканиях и мониторинговых наблюдениях за динамикой изменения во времени отметок дневной поверхности земли.

В бассейне, особенно в Червоноградском районе, для планирования пониженных территорий и подсыпки полотна автодорог довольно широко используется материал из отвалов, которые перегорели. А в зоне Червоноградской ЦОФ в качестве материала для ликвидации понижений на площади мульды сдвижения применяли и твердые отходы углеобогащения.

Исходя из того, что горелые породы в бассейне более загрязнены, при использовании для планировочных работ перегоревших пород возникает новый фактор отрицательного техногенного влияния на подземные воды и грунты. При этом, данный процесс часто неуправляемый и более сильно загрязняет окружающую среду по сравнению с воздействием непосредственно породных отвалов.

При проведении планировочных работ в большинстве случаев следует ожидать формирования активного перетока вод сенонского горизонта в четвертичный. С одной стороны, этот процесс приведет к значительному улучшению химического состава загрязненных грунтовых вод. С другой стороны, как результат неуправляемого перетока в зонах отрицательных форм рельефа, будут дополнительно поддерживаться высокие уровни грунтовых и поверхностных вод. При наличии дренажной системы она будет снимать и часть площадного перетока сенонских вод. Еще целесообразнее на таких участках создать систему неглубоких разгрузочных буровых скважин, которые будут поддерживать пьезометрические уровни в сенонском горизонте на отметках поверхности этих дренажных систем.

С целью предупреждения затопления и подтопления земель в границах мульды сдвижения шахт поверхностными водами р. Зап. Буг и других речек в паводок предлагается создание защитных дамб. При этом, если в проектах дамб в прирусловой зоне речки будет и подводная часть, то она должна сооружаться из фильтрующих грунтов. Это обеспечит практическую неизменность дренирующего эффекта речной системы на грунтовые воды. Надводная часть дамбы сооружается из грунтов с максимально низкими показателями фильтрации. Здесь, в принципе, также возможно использование пород отвалов шахт в смеси с глинами и суглинками. При их содержании в материале более 30 % они будут значительно повышать прочность массива, а скорость выщелачивания водно-миграционной составляющей будет относительно небольшая.

Второй неотложной задачей в бассейне есть рекультивация поверхности породных отвалов. Ее необходимо выполнять в соответствии с существующими нормативами и уже разработанными проектами. При этом на участках, где уже фиксируется загрязнение грунтовых вод со стороны техногенного горизонта, это явление будет наблюдаться еще некоторое время. Постепенно, за счет процессов самоочищения, состояние грунтовых вод по гидрохимическим показателям улучшится. Отрицательное влияние миграции токсичных компонентов из зон загрязнения грунтов также некоторое время будет сохраняться.

УДК 553.94+550.42

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ РОБОТИ ТЕС

Кутовий В.О., Коновальчик М.В.

(АДІ ДонНТУ, Горлівка, Україна)

Проаналізовані фактори забруднення навколишнього середовища, що утворюються в процесі роботи теплових електростанцій. Охарактеризована екологічна ситуація, що склалася в регіоні з накопиченням великої кількості золівідвалів. Запропоновані шляхи покращення ситуації.

Події останнього часу показали нестабільність на ринку енергоносіїв не тільки на теренах країн СНД, але й у світі. Війна з Іраком і загроза бойових дій на території Ірану збільшують цю нестабільність і створюють небезпеку підвищення світових цін на газ і нафту. Оскільки основу енергетики України сьогодні складають теплові електростанції (ТЕС), що в структурі енергоносіїв займають 75...80%, то їх роль у світлі вищесказаного ще більше зростає, так, як запаси тільки підготовлених до використання родовищ в нашій країні складають приблизно 1000 млрд. тон.

Тверде паливо у вихідному стані не є екологічно чистим енергоносієм. У складі вугілля, що видобувається у 13 промислових вугленосних районах Донбасу, виявлено ряд токсичних елементів: ртуть, миш'як, літій, ніобій, фосфор, марганець, свинець, ванадій, фтор, мідь [2].

Речовини, характерні для викидів теплових електростанцій (ТЕС), що утворюються під час згоряння вугілля та мазуту, відносяться до числа пріоритетних токсичних домішок в повітрі багатьох міст. Викиди ТЕС містять у собі, головним чином, елементи, що приймають активну участь в життєвому циклі. Багато специфічних речовин, що становлять високу біологічну небезпеку, у викидах ТЕС просто не нормуються. При спалюванні вугілля утворюється велика кількість відходів у вигляді золовідвалів. Катастрофічні екологічні наслідки впливу значних скупчень відходів можна спостерігати у більшості регіонів України. Особливо помітна їхня негативна дія у Донбасі – зоні екологічного лиха. На Донецьку область припадає більше третини всіх шкідливих газопилових викидів в Україні. Загальні обсяги щорічного накопичення твердих промислових та побутових відходів в Україні перевищують у 3...3,5 рази сумарні показники усіх країн Західної Європи. Накопичені в області у великих обсягах промислові відходи (423220,3 тис. т) чинять техногенний вплив на навколишнє середовище. Площа земель, зайнятих відходами, наближається до 2% території.

На Україні під золовідвали теплових електростанцій відчужено 3217 га земельних угідь, на яких накопичилося майже 300 млн. м³ золошлаків. Щорічний вихід золошлаків складає майже біля 16,0 млн. т, з них:

- а) 11,7 млн. т складається в золовідвалах;
- б) 1,43 млн. т використовується на власні потреби електростанцій (нарощування дамб золовідвалів);
- в) 2,88 млн. т передається будівельним та іншим організаціям.

В об'єднанні „Донбасенерго” накопичилося на сьогоднішній день понад 150,0 млн. т золошлаків, при чому щорічно до цієї кількості добавляється ще 5...6 млн. т. З них:

- а) 4...5 млн. т складається в золовідвалах;
- б) 600...700 тис. т використовується на власні потреби електростанцій;
- в) 400...500 тис. т передається будівельним та іншим організаціям [5].

Золовідвали, окрім того, що займають величезні площі, являють собою джерело забруднення довкілля. Структура факторів екологічного забруднення довкілля, що утворюються під час роботи теплових електростанцій, наведена на рис. 1.

При спалюванні вугілля, крім золи та сажі утворюються двоокис вуглецю, що є основним джерелом парникового ефекту, токсичні гази (оксиди вуглецю, сірки, азоту та ванадію), що викликають кислотні дощі та, як наслідок різноманітні захворювання дихальних шляхів, шкіряних покривів та інше; складні поліциклічні ароматичні вуглеводневі сполуки канцерогенної дії (бензпирен та формальдегід); пари соляної і плавикової кислот; токсичні метали (миш'як, кадмій, ртуть, свинець, талій, хром, натрій, нікель, ванадій, бор, мідь, залізо, марганець, молібден, селен, цинк, сурма, кобальт, берилій); радіонукліди з великими періодами напіврозпаду (уран, полоній, торій), що можуть викликати в 1000 разів більше смертей, ніж ядерні відходи. Характеристика канцерогенних викидів ТЕС наведена в табл.1[4]. Розрахунки ризиків смерті для населення від дії повітря, забрудненого шкідливими речовинами, в містах з великими вугільними ТЕС показують, що індивідуальні річні ризики знаходяться на рівні $10^{-3} - 10^{-4}$ [1]. Сумарний популяційний ризик смерті для населення, що мешкає у сфері впливу вугільних ТЕС, дорівнює 8...10 тис. додаткових смертельних випадків на рік.



Рисунок 1. Фактори екологічного забруднення довкілля від теплових електростанцій

Таблиця 1 – Валові викиди ТЕС

| Найменування викидів | Кількість, т/рік |
|----------------------------------|------------------|
| Сірчанистий ангідрид | 5766,7 |
| Двоокис азоту | 4576 |
| Окис азоту | 743,5 |
| Зважені речовини (пил, аерозолі) | 148,3 |
| Зола | 2205,7 |
| Окис вуглецю | 50,3 |
| Вуглеводневі речовини | 1,8 |
| Формальдегід | 6 |
| Важкі метали | 5 |

Крім цього, при згорянні органічного палива, з димовими викидами в атмосферу потрапляють радіоактивні елементи ^{40}K , ^{238}U , ^{226}Ra , ^{232}Th та продукти їх розпаду. Згідно з розрахунками при зольності вугілля 25% за рік теплова електростанція потужністю 1 ГВт з коефіцієнтом очистки викидів 0,975 викидає в атмосферу, ГБк:

а) ^{40}K - 10; б) ^{238}U - 3,75; в) ^{226}Ra - 3,75; г) ^{210}Pb - 12,5; д) ^{210}Po - 12,5; ^{232}Th - 3,75.

Таблиця 2 – Викиди природних радіонуклідів, їх вміст в атмосфері і накопичення в ґрунті в районі розташування вугільної ТЕС потужністю 1 ГВт.

| Параметр | Радіонуклід | | | | | |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| | ^{226}Ra | ^{210}Pb | ^{210}Po | ^{232}Th | ^{228}Ra | ^{40}K |
| Річний викид, ГБк | 19,6 | 81,4 | 74,0 | 19,6 | 11,1 | 39,8 |
| Накопичення в ґрунті, ГБк/м ³ | 388 | 1147 | 703 | 389 | 92,5 | 98,3 |
| Щільність забруднення території, ГБк/м ² | 0,39 | 1,15 | 0,70 | 0,51 | 0,09 | 0,38 |
| Концентрація в повітрі, 10 ⁻⁵ Бк/м ³ | 6,3 | 15,0 | 15,4 | 6,3 | 4,1 | 3,9 |

Численні експерименти свідчать, що хімічні сполуки, в тому числі і викиди ТЕС, при порівнянні з радіонуклідами на рівнях припустимого вмісту мають більш виражений токсичний ефект.

Альтернативою забруднення території і катастрофічної деградації ґрунтів є збагачення вугілля, тим більше, що в нашій країні потужності збагачувальних фабрик не достатньо завантажені. На них можна впровадити також виробництво водовугільного палива, що включає в себе 62...65 % розмолотого вугілля, 35 % води і 1,0...1,5 % хімічних добавок – стабілізаторів. У багатьох країнах, наприклад у Китаї, вже функціонують декілька підприємств по виробництву водовугільного палива потужністю від 75 до 25000 тон палива щорічно. Воно транспортується споживачам на відстань до 1000 км. У нас в Україні, зокрема в Донбасі, вже накопичено позитивний досвід спалювання такого палива на збагачувальній фабриці Самсонівська у Луганській області. При цьому обов'язково скорочуються витрати на транспортування великої кількості породи до електростанції.

В сучасних економічних умовах перспективним енергоносієм є вугілля. Незважаючи на екологічний стан довкілля в Донецькому регіоні перехід на нього можливий після впровадження системи захисних заходів.

Для поліпшення незадовільної ситуації, пов'язаної з роботою ТЕС, потрібно:

1. Широко застосовувати водовугільне паливо.
2. Удосконалити технологію спалювання палива та технічно переобладнати об'єкти, які здійснюють викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря.
3. Замінити морально та фізично застарілі газоочисні споруди і обладнання на високоефективні нові.
4. Широко використовувати золу і золошлакові відходи:
 - для засипання технологічного простору діючих шахт і тих, що закриваються;
 - у виробництві будівельних матеріалів та будівельній індустрії;
 - для вилучення з них рідкоземельних елементів та інших корисних компонентів.
5. Використовувати в будівельних рішеннях території самої ТЕС та її периферійних споруд і прилеглої території екологічно-захисних проектів.

Список літератури

1. Большов Л., Арутюнян Р., Линге И. Ядерные технологии и экологические проблемы России в XXI веке // Бюлл. по атомной энергии. – 2003. – №5. – С. – 15 – 19.
2. Горовой А.Н., Горовая Н.А. Токсичность углей шахтных полей Донбасса // Творча спадщина В.І. Вернадського і сучасність: Доповіді і повідомлення 3-ї Міжнародної наукової конференції, 22-24 травня 2003 р. м. Донецьк / Під ред. Л.О. Алексеевої. – Донецьк: Дон НТУ, 2003. – С. 121-125.
3. Пугач Л.И. Энергетика и экология: Учебник. – Новосибирск: Изд. НГТУ, 2003. – 504 с.
4. Труды международной научно-технической конференции „Экология промышленных регионов”, Горловка, 30-31 марта 1999 г. – Донецк: ООО „Лебедь”, 1999. – 340 с.

НОВЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ НА ШАХТАХ ЦРД

Николенко Н.А., Воробйов Е.А.
(АДИ ДонНТУ, Горловка, Украина)

Рассмотрены экологические проблемы, связанные с применением новой выемочной техники и средств крепления очистных забоев, обеспечивающих использование пустой породы в качестве закладочного материала.

Условия залегания тонких крутых пластов Центрального района Донбасса характеризуются большим количеством геологических нарушений, наличие которых усложняет ведение очистных работ и отрицательно влияет на применение средств механизации.

В связи с этим в 70% действующих лав используется трудоемкая технология отработки пластов: выемка угля осуществляется отбойными молотками, крепление очистных выработок – деревянной крепью. Это обуславливает: большую запыленность и загазованность рабочей зоны и значительный расход лесоматериалов, в среднем 80 м³ на 1000 т добычи угля.

В последние годы добыча угля шахтами ЦРД в среднем составляет 3 млн. т в год, расход лесоматериалов составляет более 150 тыс. м³ в год, для изготовления которых ежегодно вырубаются более 700 га лесонасаждений. Учитывая это, лесистость Украины с каждым годом сокращается и составляет – 15,6% против оптимальной 22%, что отрицательно сказывается на экологических параметрах региона [1].

Другим фактором, осложняющим развитие угледобычи и состояния окружающей среды, является высокая газоносность пластов, которая составляет: на глубине 800-900 м от 20 до 27, на глубине свыше 1000 м – от 27 до 35 м³/т. Кроме того, на этих глубинах повышается газоносность вмещающих пород, величины которых практически соответствуют угольным пластам. Имеющиеся на некоторых шахтах дегазационные установки в настоящее время не работают, газ метан с отработанным вентиляционным воздухом в среднем в количестве 100 млн. т/год выбрасывается в атмосферу, способствуя «парниковому» воздействию и разрушению озонового слоя.

Из-за увеличения газообильности пластов на больших глубинах для пропуска необходимого количества вентиляционного воздуха приходится увеличивать сечение подготовительных выработок до 14-20 м².

В связи с этим, резко возросли объемы выдачи породы из шахт, которые составляют в среднем 60-70% по сравнению с массой добываемого угля.

На поверхности шахт ЦРД и территориях ЦОФ находится более 100 отвалов, в которых размещено более 200 млн. т породы, количество которой увеличивается на 2,0 млн. т ежегодно, которые загрязняют окружающую среду.

В связи с усложнившейся экологической обстановкой возникла необходимость оставления всей получаемой породы в шахте, а в некоторых случаях – разборки и захоронения пород существующих отвалов.

С целью решения вышеотмеченных проблем специалистами ДонНТУ и ДонНИИ разработаны технологии отработки тонких крутых пластов механизированным способом.

В качестве выемочной машины применяется гидроимпульсная установка типа ГИУВм, выемка угля которой осуществляется без присутствия людей в очистном забое, с помощью импульсного воздействия струей воды под давлением до 23 МПа. Основным преимуществом ГИУВм является: малый расход воды (до 60 л на 1 т добычи угля), отсутствие угольной пыли в очистном забое, исключение возможностей воспламенения метановоздушной смеси при выемке угля. ГИУВм осуществляет выемку угля по челноковой схеме или в почвоуступном забое (что позволит расширить область применения технологии на пластах с неустойчивыми боковыми породами).

Опытный образец установки ГИУВм испытан в лаве плата «Толстый» шахты им.Гаевого г.Горловки, результаты исследования – положительные [2].

Управление горным давлением в очистном забое осуществлялось полной закладкой выработанного пространства рядовой породой крупностью не более 0,2 м. Применение этого способа обеспечивает плавное оседание пород кровли в результате чего поверхность земли деформируется незначительно, не оказывая влияния на сохранность строительных объектов и коммуникаций.

В качестве призабойной крепи используются ряды крепи опускной пневматической (КОП) и металлические стойки трения (2Т15У), которые переустанавливаются вслед подвигания забоя. В качестве специальной крепи для охраны очистной выработки с подготовительными работами применялись породные накатные костры, отличительной способностью которых являются их рабочее сопротивление, которое в три раза больше, чем деревянных костров [3].

Применение крепи таких видов и способа управления горным давлением – полная закладка обеспечивает снижение расхода лесоматериалов на 80% по сравнению с существующей технологией.

Несмотря на явные преимущества этого способа управления горным давлением в настоящее время он практически не используется, в основном, из-за отсутствия эффективных методов подготовки закладочного материала в шахтных условиях и способов его транспортировки по горным выработкам.

Освоенные промышленностью пневмозакладочные комплексы «Титан-1» и ПЗК имеют ряд недостатков, это: большие размеры технологического оборудования, требующие создания дополнительных выработок и ограниченная дальность транспортировки закладочного материала.

Для решения этих вопросов учеными ИГТМ АН Украины создана вибрационно-пневматическая закладочная машина циклического действия (ВПМЦ), параметры которой отвечают требованиям размещения в существующих подготовительных горных выработках, и обеспечивают дальность транспортировки – 2,5 км без промежуточной перегрузки.

Учитывая положительные результаты испытания ГИУВм пневматической крепи КОП и характеристики ВПМЦ, на базе этих новых технических решений может быть создана «экологически безопасная технология отработки крутых пластов», которая включает следующее технологическое оборудование (рис.1).

Рядовая порода из подготовительных забоев подается в дробилку типа ЩК, дробится до фракций не более 80 мм и подается в пневмозакладочную машину типа ВПМЦ. Затем по трубопроводам диаметром 150-210 мм транспортируется в выработанное пространство и заполняет его в качестве закладочного материала.

Для предохранения призабойного пространства от закладочного материала нами предложено использовать ограждение, которое состоит из стационарного элемента – рукавной сетчатой оболочки 8, наполненной закладочным материалом и опорного элемента – ряда длинномерных оболочек 11 пневматической крепи КОП.

Закладка выработанного пространства осуществляется следующим образом: после выемки угля ГИУВм устанавливают стойки 2Т 15У, в лаву опускают ряд длинномерных оболочек (ДО), заполняют их сжатым воздухом, ряд распирается между боковыми породами с усилием 70-170 кН на один погонный метр.

Кроме основной функции – поддержания боковых пород, ДО является направляющей для ряда сетчатых оболочек (СО), которая опускается в лаву со стороны выработанного пространства. СО заполняется закладочным материалом, поступающим от ВПМЦ, и распирается между боковыми породами. Затем заполняется пространство между соседними СО. После этого ДО извлекается на вентиляционный штрек и цикл повторяется.

В результате проведенных исследований установлена величина усадки закладочного материала, которая составляет не более 25% на расстоянии 20 м от забоя, что позволяет решить вопросы охраны подрабатываемых сооружений.

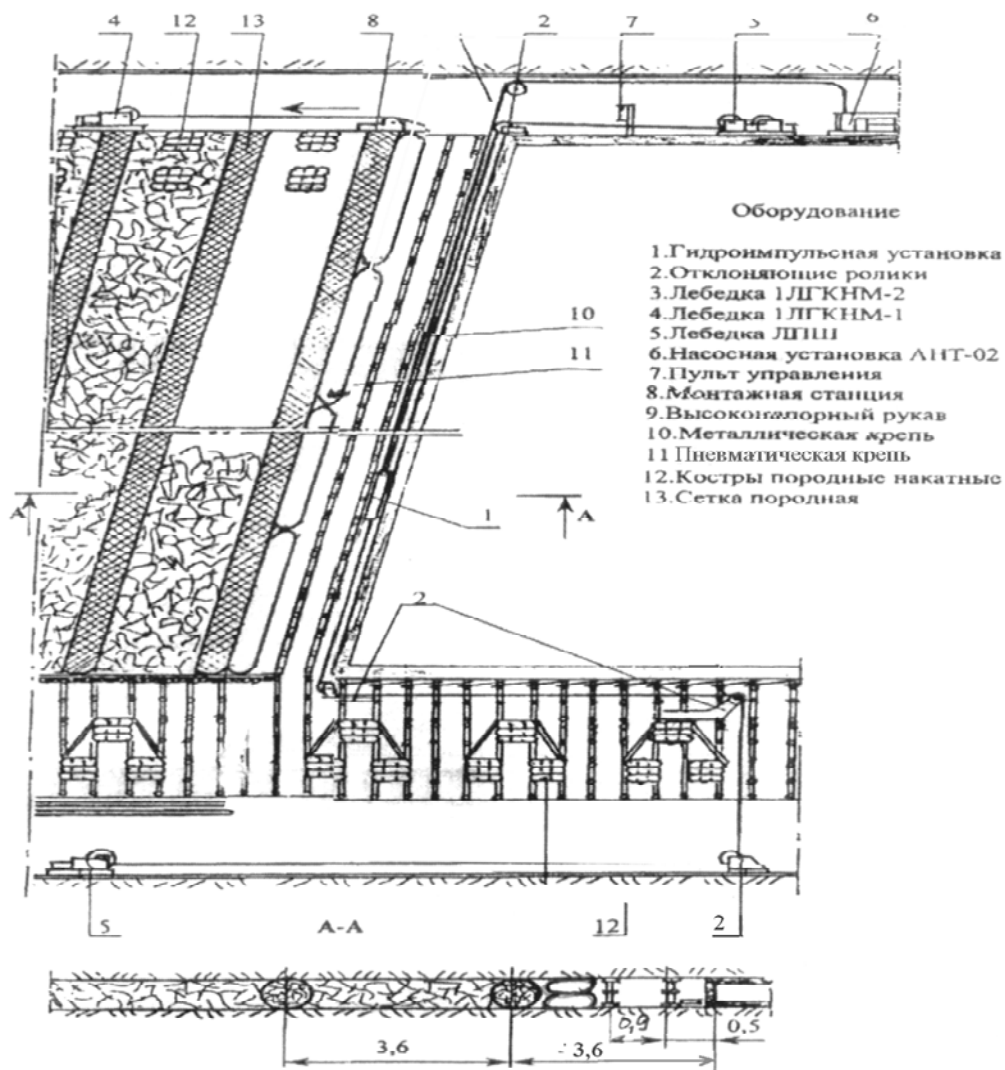


Рисунок 1 – Технологическая схема выемки угля

Возможный объем применения разработанной технологии в ближайшие годы на шахтах Центрального района Донбасса составляет 30 лав. В том числе: ПО «Артемуголь» - 11 лав, шахта им. Гаевого – 4 лавы, ПО «Орджоникидзеуголь» - 11 лав, ПО «Дзержинскуголь» - 4 лавы. Применение разработанной технологии в этих лавах в течение года обеспечит сокращение: объемов выдачи породы из шахт более, чем на 900 тыс. т, выбросов угольной пыли в атмосферу – более чем на 100 т, лесоматериалов – более 80 тыс. м³ (при среднесуточной добыче угля добычными участками в 150 т на пластах мощностью 0,9-1,0 м). Такое снижение расхода материалов позволит сохранить более 300 га хвойных лесов о вырубке и, как следствие, обеспечит улучшение экологической обстановки в регионе.

Список литературы.

1. Г.О.Білявський, А.І.Бутченко. Основи екології. Теорія та практикум. – К.:Лібра, 2006.- 367 с.
2. Технологические схемы применения гидроимпульсных установок в очистных забоях крутых и крутонаклонных угольных пластов Донбасса.-Горловка: Минтопэнерго Украины, ДонНТУ, ДонНИИ, 2000.
3. Ильин А.И., Николенко Н.А. Охрана подготовительных выработок.- Известия Донецкого горного института ДонГТУ.- 1998.- №2 (8).
4. Степанович Г.Я., Николенко Н.А. - Применение и перспективы создания пневматических крепей. - Уголь Украины. – 1990.- №3.

ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ У СИСТЕМІ «ГРУНТИ - РОСЛИННІСТЬ» ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ НА ТЕРИТОРІЯХ ТЕХНОГЕННИХ СИСТЕМ, НА ПРИКЛАДІ БОГОРОДЧАНСЬКОГО ГАЗОТРАНСПОРТНОГО ВУЗЛА

Потравич Л.Д.

(ІФНТУНГ, Івано-Франківськ, Україна)

Вирішується проблема створення математичної моделі у системі «грунти - рослинність» для визначення екологічної ситуації на територіях техногенних систем, на прикладі Богородчанського газотранспортного вузла.

На території зони впливу Богородчанського газотранспортного вузла, починаючи з 2003 до 2004 року автором проводився відбір проб найголовніших компонентів ландшафту (грунту, рослинності, атмосферного повітря та снігових опадів, поверхневих вод) на розмішених геоекологічних полігонах системи моніторингу довкілля в зоні впливу Богородчанського газотранспортного вузла (рисунок 1) [1].

На протязі 2004-2005 років автор під керівництвом О.М. Адаменка (професора, завідувача кафедри екології при Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу) використовував розроблену комплексну методику для визначення екологічної оцінки техногенного впливу на ландшафти та його складові [2].

На основі методики [2] відібрано та проаналізовано 160 проб ґрунту на різних типах, підтипах та перехідних типах ґрунту, а також на цій території відібрані та проаналізовані проби лучної рослинності всього 91 проб, на 12 хімічних елементів у ґрунтах і на 6 у рослинності. Із них 78 проб на чистих типах ґрунту. Виходячи з того, що аномальні концентрації в ґрунті виявлено для таких хімічних елементів, як ртуть, кадмій та свинець, а для рослин – кадмію свинцю, ванадію, кобальту, то для подальшого порівняльного аналізу автор звернув увагу на відповідні карти аномальних концентрацій кадмію та свинцю у ґрунтах та рослинах (рис. 2).

В ґрунті найбільше поширення мають цинк, свинець, ртуть, кадмій, хром. При розвитку автомобільного транспорту та при наявності густої мережі автомобільних доріг виявляються Pb у великих кількості, який потрапляє в навколишнє середовище в результаті викиду газів двигунами внутрішнього згорання.

Cd та його великий вміст пов'язують з використанням в сільському господарстві фосфатів, а також внаслідок діяльності електронної і лакофарбової промисловості.

Поглинаюча здатність ґрунту обумовлена присутністю в них тонко дисперсної фракції різноманітних мінералів, органічних речовин, мінеральних і органічних кислот.

Глинисті і важкосуглинкові ґрунти володіють великою поглинаючою здатністю. Сорбція важких металів зменшується із збільшенням кислотності ґрунту. З іншого боку, певні органічні сполуки мають високу рухомість і у вигляді комплексів мігрують з ґрунтовою вологою, потрапляючи в рослини.

Токсичність важких металів проявляється по різному.

Велика фітотоксичність Cd пояснюється його близькістю за хімічними властивостями до Zn. Тому Cd виступає в ролі Zn у багатьох біохімічних процесах, що призводять до цинкової недостатності, викликаючи пригнічення і загибель рослин. За чутливістю до Cd рослини виставляють в ряд: томати < овес < салат < лугові трави < морква < редька < квасоля < горох < шпинат. Хоч звичайна концентрація Cd в рослинах від 0,2 до 0,8 мг/кг.

Дуже високі концентрації Pb у ґрунтах можуть суттєво подавляти ріст рослин і викликати хлороз, порушуючи надходження Fe у рослини. Основна частина Pb затримується у коренях рослин [3].

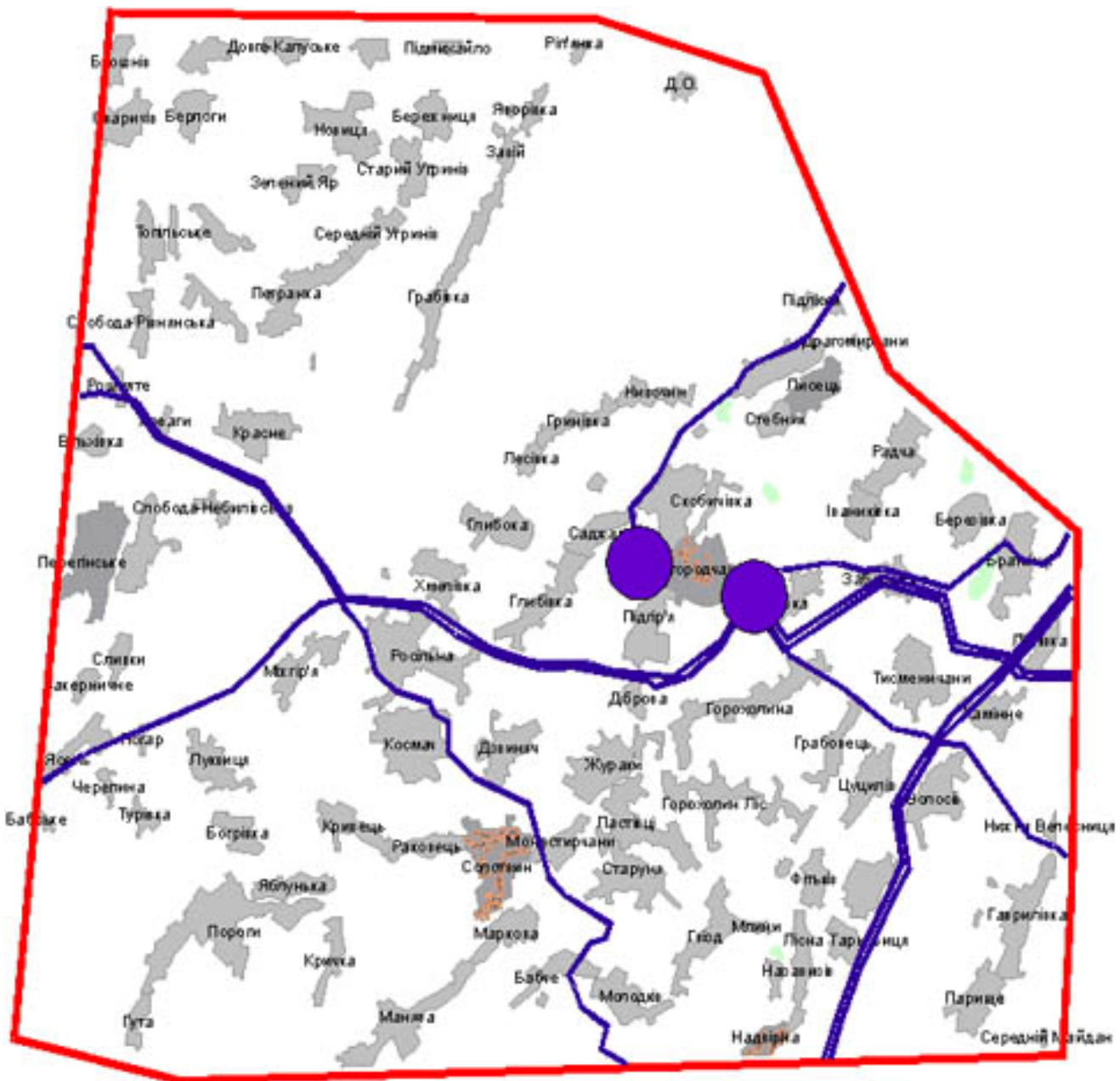


Рисунок 1 – Карта досліджуваного району

Рослини можна розглядати, як очищувачі ґрунтів, тому що вони разом з поживними речовинами засвоюють хімічні елементи антропогенного походження (в даному випадку кадмій та свинець). Територія з аномальними значеннями кадмію значно більша, проте, якщо накласти цю карту з відповідною картою аномальних значень в ґрунті, то бачимо, що місця з найбільшими аномальними значеннями аномальних концентрацій, як ґрунту так і рослин співпадають, отже існує функціональна залежність. Для підтвердження цього автор звернув увагу ще на дві відповідні карти з аномальними вмістом концентрацій свинцю в ґрунтах та рослинах. Як бачимо, для площ з аномальними значеннями концентрацій в рослинах є така особливість: вони охоплюють декілька незначних площ з аномальним вмістом свинцю в ґрунті. Отже, по відношенню до ґрунтів рослини мають акумулятивні (накопичувальні) властивості. Це ще раз підтверджує існування функціонального взаємозв'язку в системі «ґрунти – рослини».

Для встановлення такого взаємозв'язку створено відповідну базу даних (таблиця 1).

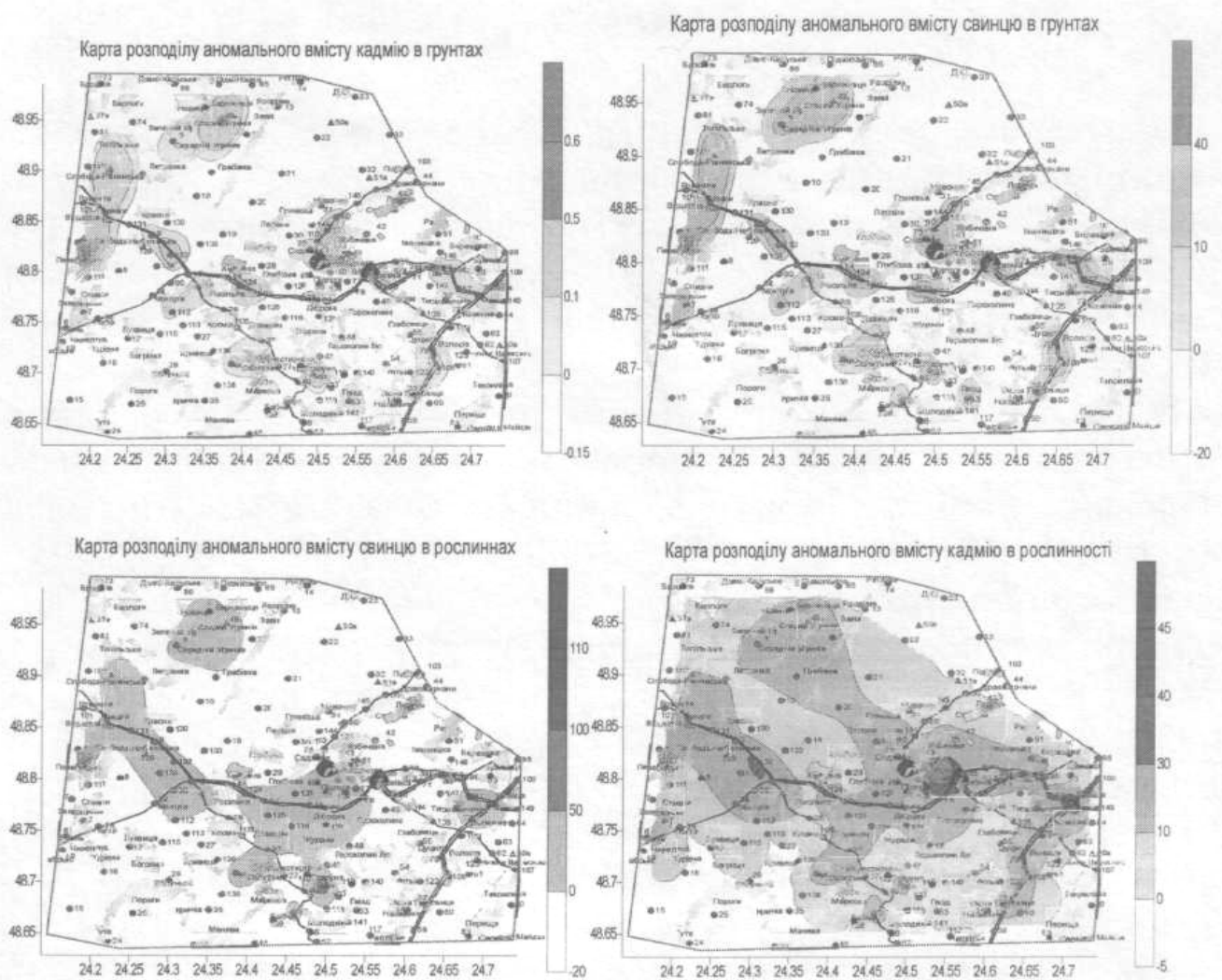


Рисунок 2 Карти розподілу аномальних вмістів кадмію та свинцю в ґрунтовому та рослинному покритвах

Таблиця 1 База даних аномальних вмістів хімічних речовин у ґрунті та у рослинності

| № п/п | Тип ґрунту | № проб | свинцю в ґрунті | свинцю в лучному різнотрав'ї | кадмію в ґрунті | кадмію в лучному різнотрав'ї |
|-------|------------|--------|-----------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|
| 1 | лучні | 26 | -17,26 | -16,0468 | -0,143 | -0,09545 |
| | | 57 | 20,34 | 11,70955 | 0,114 | 21,1754 |
| | | 58 | -15,86 | -16,0468 | -0,116 | 0,331034 |
| | | 64 | -16,26 | -16,0468 | -0,026 | -0,14876 |
| | | 67 | -13,86 | -16,0468 | -0,146 | -0,14876 |
| | | 69 | 16,14 | 3,169121 | 0,144 | 4,116072 |
| | | 76 | 28,24 | 1,034014 | 0,164 | 26,50644 |
| | | 96 | 16,44 | -16,0468 | 0,074 | 0,011171 |

Всього в базі даних відомості з 78 точок на 5 типах ґрунту, які виявлені на території дослідження.

Виходячи з цієї бази даних запропоновано створити математичну модель у системі «ґрунти - рослинність», загальний вигляд якої:

$$f(C_a \text{ в ґрунті}) = f(C_a \text{ в лучному різнотрав'ї}) \quad (1)$$

Для розв'язання цього завдання було перевірено багато математичних залежностей, і дійшли висновку, що для розв'язання вищевказаного рівняння доцільно використовувати

комп'ютерний пакет статистичної обробки даних STATISTICA з використанням методу Левенберга-Марквардта. На основі цього з допомогою дисперсійного аналізу перевірено та доведено адекватність запропонованої математичної моделі у вигляді формули (2) та графіку(рисунку 3):

$$y = 2^{ax} + b \quad (2)$$

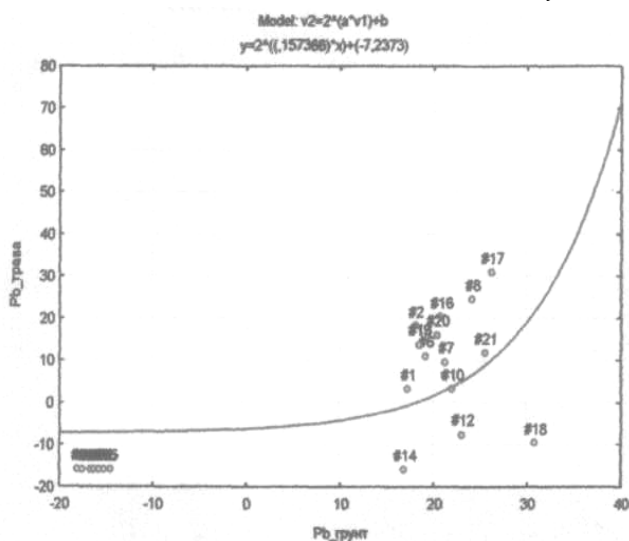


Рисунок 3 – Графічне зображення математичної моделі

Аналогічні результати отримано для математичної моделі переходу кадмію з ґрунту в лучні трави.

Отже, вищезгадана математична модель у системі «ґрунти – рослинність» для визначення екологічної ситуації на територіях техногенних систем дає високу точність ймовірності, а з збільшенням відповідної бази даних, межі а і в звужуються, і похибка при використанні вищезгаданої математичної моделі ще зменшиться і ймовірність правильності її використання наблизитиметься до 100%. Ця математична модель дасть змогу виходячи з аномальних вмістів хімічних речовин у ґрунті передбачити аномальний вміст цих же хімічних елементів у лучній рослинності з високою точністю, що суттєво зменшить кількість капіталовкладень на відбір проб рослинності.

Список литературы

1. Моніторинг територій лінійних магістральних газопроводів Потравич Л.Д. IV Міжнародна наукова конференція аспірантів та студентів «охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів» 12-14 квітня 2005р. т. 2. С. 254-255.
2. Методика екологічної оцінки техногенного впливу на трансформацію ландшафтів О.М. Адаменко та ін. Український географічний журнал №2 2004 С.28-32.
3. Алексеев Ю.В. Тяжёлые металлы в почвах и растениях: Л.:ВО «Агропромиздат», 1987. – 142с.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ СЛИТКА АВТОВАКУУМИРОВАНИЕМ

Пустовалов Ю.П.¹, Малышев В.А.², Казачков Е.А.³, Сагиров И.В.⁴, Остроушко А.В.³,
(ООО «КАМИТ»¹, ООО «фирма «УНИКОМ»², ПГТУ³, АМИ⁴, Мариуполь, Украина)

Предложен и опробован инновационный способ отливки слитков автовакуумного металла, позволяющий значительно повысить выход годного за счет уменьшения головной обрезки и одновременно повысить качество металла.

На металлургических предприятиях Украины около 80% выплавляемой стали разливают в слитки [1]. Повышение доли металла, разливаемого на МНЛЗ, требует коренного перевооружения металлургической отрасли и значительных капитальных вложений. Учитывая это, а также необходимость в будущем производить слитки крупнее 20 тонн и кузнечные слитки, можно утверждать, что создание основ инновационного метода отливки слитков, позволяющего существенно повысить технико-экономические показатели производства является чрезвычайно актуальной задачей.

Использование прибыльных надставок приводит к значительному увеличению времени затвердевания слитка и к дополнительному развитию ликвационных процессов. В результате при отливке крупнотоннажных слитков ликвация во внеосевой и осевой зонах достигает величин, значительно превосходящих марочные пределы, что негативно сказывается на качестве металла.

Предотвратить или хотя бы существенно уменьшить указанное явление, можно, если увеличить скорость затвердевания расплава. Одним из наиболее эффективных способов проведения этого приема является извлечение слитка из изложницы через 20-50% времени затвердевания слитка. Для оборудованных прибыльной надставкой слитков эта операция трудновыполнима и нежелательна, т.к. при этом возможно расплескивание расплава и ухудшение качества слитка.

Одним из перспективных путей увеличения выхода годного при отливке стали в слитки явилось получение слитков спокойной стали с закрытой усадочной раковиной [2], что обеспечивает возможность разливки в уширяющиеся книзу изложницы. Однако ранее известные методы не лишены недостатков, ограничивающих область их применения. Главным недостатком является необходимость кантовки слитков с жидкой сердцевиной.

В последние годы разработана и внедрена на нескольких металлургических комбинатах новая технология, позволяющая существенно снизить головную обрезь слитков из спокойных по химическому составу сталей до уровня обрезки слитков из полуспокойного металла за счет образования рассредоточенной усадочной раковины [1]. Сущность указанной технологии заключается в микролегировании стали азотом в количестве, превышающем его растворимость в твердом металле при температуре кристаллизации, а недостатки – в необходимости использования азотсодержащих ферросплавов или лигатуры и ограничения по сортаменту стали.

Указанная проблема проще и эффективнее решается в случае отливки слитков с закупориванием усадочной полости по способу, который предусматривает замораживание верхней части слитка, подпитку формирующегося слитка расплавом через литниковую систему в течение определенного времени и последующее формирование герметичной усадочной полости [3-5].

Предложенный способ отливки слитков отличается от известных оптимизацией режима термо-временного регулирования процесса затвердевания слитка. В силу природы их получения слитки были названы герметизированными или АВМ (автовакуумный металл), поскольку в процессе кристаллизации происходит герметизация усадочной полости внутри

слитка, что препятствует проникновению извне газов в усадочную полость и развитию окислительных процессов в затвердевающем расплаве.

При получении слитков АВМ их верхняя часть охлаждается, что способствует значительному сокращению времени затвердевания расплава и уменьшению ликвации. При этом внутри слитка в вакууме (без попадания газов из внешней среды) формируется герметичная усадочная полость, которая при последующей пластической деформации полностью сваривается, не давая расслоя. Уменьшение ликвации ведет к повышению качества металла, а сваривание стенок усадочной полости позволяет получать слитки с низкой головной обрезью.

Прочный и плотный свод слитка позволяет без нарушения правил техники безопасности перемещать слиток в нагревательный колодец (или термостат) до его полного затвердевания. У кузнечных слитков прочный свод можно использовать чтобы при ковке удерживать слиток за голову. Это позволяет существенно экономить на нагреве слитков под пластическую деформацию вплоть до отказа от такого нагрева с переходом на термостатирование для выравнивания температуры по сечению слитка.

Опробование в опытно-промышленных условиях показало, что прокат из слитков, (как листовых, так и сортовых), отлитых по предложенному способу без нарушений, имел головную обрезь раскатов слитков спокойных марок стали 3-8% вместо обычных 13-18%. Анализ показал, что в слитках АВМ значительно выше качество металла, чем в сравнительных, и ниже головная обрезь.

Одним из наиболее весомых достижений нового способа является практически полное отсутствие осевой неоднородности, как химической, так и физической.

На ОАО «МК «Азовсталь» опробован с положительными результатами способ отливки слитков с закупориванием усадочной полости, позволяющий наряду с уменьшением на 4-10% головной обрезки получить металл с более высокими механическими характеристиками.

Подтверждением сказанного могут служить результаты исследования качества плиты толщиной 82 мм., прокатанной в ТЛЦ 3600 из АВМ слитка ЛП 20 стали марки 09Г2С (плавка №1101573), отлитом в конвертерном цехе.

В таблице приведены данные по содержанию углерода в осевой зоне на разных уровнях по высоте опытного и сравнительного слитков.

Таблица - Содержание углерода по оси плиты стали марки 09Г2С на разных горизонтах относительно высоты слитка.

| Слиток | №№ плавки и проката | Содержание углерода на уровнях 30; 60; 90% по высоте слитка; степень ликвации % | | | | | | Плавочное содержание углерода, % |
|---------------|---------------------|---|----------|-------|----------|------|----------|----------------------------------|
| | | 30 | | 60 | | 90 | | |
| | | % | Ликвация | % | Ликвация | % | Ликвация | |
| АВМ | 1101573 | 0,07 | +0,0 | 0,075 | +0,0 | 0,07 | +0,0 | 0,08 |
| | 7908 | | -12,0 | | -6,0 | | -12 | |
| Сравнительный | 2104648 | 0,11 | +11,0 | 0,15 | +50,0 | 0,11 | +10,0 | 0,10 |
| | 2102 | | -0,0 | | -0,0 | | -0,0 | |

1) В процессе отливки спокойных и легированных марок сталей в слитки АВМ имеют место дополнительные преимущества. Перечислим основные из них:

- существенно снижаются затраты времени, энергии и средств на производство 1 тонны готового проката или поковок, повышается производительность на ряде операций
- исключается утепление верха изложницы, что приводит к снижению объемов ручного труда, дает экономию теплоизоляционного материала, а также исключает использование газа на сушку и подогрев прибыльных надставок;
- исключается использование утеплительных смесей, что наряду с уменьшением прямых затрат улучшает экологические условия работы в разливочном пролете и на участке нагревательных колодцев;

- повышается уровень показателей пластичности, особенно ударной вязкости при отрицательных температурах и старении.

2) При отливке слитков кипящих марок сталей:

- исключается применение ферросилиция (или алюминия) для химического заупоривания слитков;

- улучшается качество макроструктуры;

- исключаются потери металла из-за расслоений.

3) Предлагаемая технология получения кузнечного слитка АВМ кроме преимуществ, перечисленных для спокойных марок стали, позволяет не обрезать головную часть слитка АВМ перед началомковки, а удерживать за нее слиток при ковке.

Выводы

1. Результаты промышленного опробования предложенного способа заупоривания усадочной раковины свидетельствуют о целесообразности освоения новой ресурсо- и энергосберегающей технологии отливки слитков спокойной и полуспокойной стали.

2. Установлена возможность значительного снижения осевой неоднородности и устранения ликвационного квадрата в головном конце раската, что обеспечивает выпуск металлопроката повышенного качества.

Список литературы:

1. Разработка технологии выплавки и разливки электростали в слитки с рассредоточенной усадочной раковинной / А.В. Рабинович, Г.Н. Трегубенко, Ю.А. Бубликов и др. // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. - 2004.-№ 8.- С.144-147.
2. Винокуров Г.В. Исследование формирования и сваривания закрытой усадочной раковины в промышленном слитке спокойной стали / Г.В. Винокуров, Г.С. Гальперин, С.Н. Михайлец // *Сб. Усовершенствование процессов разлики стали*. -М.: *Металлургия*, 1981.-С.81-82.
3. Способ получения слитка и устройство для его реализации. Патент Украины 55822 А класс В22Д7/00 от 02.07.2002 г.
4. Эффективная энергосберегающая технология получения слитков. Ю.П.Пустовалов, В.А.Мальшев, И.В.Сагиров, В.С.Поздняков, А.М.Дмитриев, *Сб. науч. трудов межд. конф. «Энергоэффективность крупного промышленного региона»*, Донецк, 2004, с. 165-168.
5. Эффективная технология получения слитков. Ю.П.Пустовалов, В.А.Мальшев, И.В.Сагиров, В.С.Поздняков, А.М.Дмитриев, *Металлургические процессы и оборудование*, 2005, №2 с 10-13.

УДК 691:658.516, 001.89

ИДЕНТИФИКАЦИЯ В ПРОЦЕССЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Колтунов В.В., Кузнецова И.А., Попов Ю.П.

(МГУИЭ, Москва, Россия)

Уточняется понимание и особенности применения классификации и кодирования идентификации объекта и нормативной базы для его оценки с учетом многообразия технических решений и статуса нормативной базы.

Государство в законодательном порядке добровольно отказалось от контроля качества выпускаемой продукции и применяемой технологии ее производства, кроме установленного законом круга технических требований, гарантирующих безопасность (статья 8 закона №184-ФЗ). Принимаемые технические регламенты устанавливают требования к отдельным видам продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации.

Экологическая экспертиза основывается на принципах:

- обязательности ее проведения до принятия решений о реализации объекта;
- презумпции потенциальной экологической опасности любой намечаемой хозяйственной и иной деятельности (статья 3, закон №174-ФЗ).

Экологическая экспертиза сопровождается непрерывной оценкой соответствия требованиям законодательных и подзаконных нормативно-правовых, а также нормативно-технических документов и документов, фиксирующих договорные отношения партнеров и участников рыночной и производственной деятельности.

Исключительная важность идентификации при выполнении коммуникативной функции экологической экспертизы очевидна. Только объективное восприятие необходимой информации по объекту и пригодной для его оценки нормативной базы может обеспечить правильность выводов оценки. Однако обеспечение собственно идентификации не столь очевидно.

1. Идентификация – это отождествление, приравнивание.

Наиболее часто используемый метод идентификации объектов - метод наименований.

Согласно ему в частности устанавливают виды и типы опасных производственных объектов и применяемых на них технических устройств. Ввиду размытости получаемых результатов дополнительно применяют метод цифровых номеров, который используется, например, в виде кодов ОКП и ТН ВЭД.

Это развивает возможности идентификации, например, за счет применения *иерархического способа* классификации, по которому исходное множество объектов последовательно разделяется на подмножества (классификационные группировки), причем деление производится от общего к частному. Параллельное деление множества производится по уровням, а последовательное - на одном иерархическом уровне.

Подробная классификация имеет характерный недостаток: число объектов при параллельном делении множеств быстро разрастается, становится малообозримым и требует несоразмерного со здравым смыслом разрастания нормативной базы.

По другому способу классификации - *фасетному* - множество объектов разделяют на независимые подмножества, обладающие определенными признаками, необходимыми для решения конкретных задач, причем подмножества формируются от частного к общему. Способ требует выделения из множества объектов конкретного подмножества, обладающего определенными признаками.

Правила иерархической и фасетной классификации известны. Но в любом случае возникают требования практического и обычно значительного сокращения номенклатуры создаваемых подмножеств объектов, их показателей и характеристик и соответствующей документации.

Для идентификации нормативной базы нельзя не упомянуть *мнемонический* способ (например, буквенной аббревиатурой), *классификационно-нумерационный* способ (например, обозначения ТУ), *ссылочный* (когда описания конкретных характеристик представлены в нормативных или технических документах), *описательный* (предусматривает использование всех основных характеристик объекта и с их помощью позволяет отделить его от остальных однородных объектов), *описательно-ссылочный* (использует только часть описания основных характеристик объекта в сочетании со ссылкой на документ, где помещены все его характеристики) методы.

2. Привлечение классификационных признаков объекта

Систематизация информации о технических системах при их классификации по нескольким признакам позволяет в определенной степени произвести хотя бы грубые оценки качества объекта. Привлекают:

- Классификацию технических систем по функциональному назначению (рабочему действию). Главным основанием классификации является их назначение, позволяющее определить функциональную пригодность технического решения для достижения цели. Обычно этот признак лежит в основе описания производства;

- Классификацию по принципу действия. Такого рода признак определяет функционально обусловленные свойства и дает непосредственную информацию о физическом принципе действия и характере работы системы или отдельного ее элемента (температуру, гидродинамическую обстановку, давление и т.п.).

- Классификацию по уровню сложности. Этот признак имеет немаловажное значение для определения круга вопросов при проведении оценки.

- Классификацию по типу производства. По этому признаку объекты объединяются в группы по признаку сходства технологических операций, что позволяет переносить или использовать результаты оценок аналогичных производств.

- Классификацию по стандартизации, происхождению и степени оригинальности конструкции. Классификация по этому признаку дает информацию о надежности работы объекта и ориентировку о безопасности, исходя из статистики эксплуатации аналогов.

- Классификацию по месту привязки объекта в технологическом процессе: конечные и промежуточные элементы системы.

- Классификацию по динамическим свойствам, дающим представление о передаточных функциях, коэффициентов усиления, устойчивости и других характеристиках объекта и его элементов.

- Классификацию по способу изготовления и испытания. Эксперту этот признак интересен для оценки влияния технологических операций на предполагаемое качество (прочность, надежность и т.п.)

- Классификацию по типу обрабатываемых в технологическом процессе сред, учитывающую возможные воздействия коррозионного, эрозийного воздействия, и др.

В результате использования признаков по указанным классификационным системам, формируется подмножество, связанное общими отличительными признаками с оцениваемым объектом и дающие необходимые сведения для проведения экспертных работ.

Эта информация полезна и на проектной стадии и на этапе эксплуатации объекта, так как является основой для проведения сравнительных оценок.

3. Идентификация объектов с применением процессного признака

Если использовать не наименования, а информационно максимально сжатый *технический признак, характеризующий процесс* или операцию, применяемы, например, при описании химико-технологических процессов, то число классифицируемых объектов резко сокращается. Это обеспечивается общностью языка описания процессов независимо от отраслевых особенностей и позволяет достаточно полно формировать и использовать информацию об имеющихся технических решениях. В этих случаях используются общие характеристики целых классов технических систем, имеющих реальные прототипы процессов и конструкций, с учетом существующего в каждой отрасли или виде производств нормативного фона (особенностей сырья, специальных требований безопасности и т.п.).

Для многих перерабатывающих отраслей промышленности, в частности производств химического комплекса можно утверждать, что существует очень ограниченное число типичных процессов, общие закономерности которых хорошо изучены.

4. Идентификация с привлечением признаков системности

Оцениваемый объект обычно используется для реализации процесса и входит в виде составной части в технологическую систему - совокупность функционально *взаимосвязанных средств технологического оснащения, предметов производства и исполнителей* для выполнения в регламентированных условиях производства заданных технологических процессов или операций.

В процессе производства эти элементы взаимодействуют между собой, проявляя свойства системы, в частности ее экологическую и промышленную безопасность. Всегда легко записать их парное воздействие и установить величины *функционально значимых отношений* элементов системы. Они позволяют получить количественных значений силовых, температурных и других отношений (связей).

Известный набор функционально значимых отношений невелик: пространственные и топологические характеристики, временные и вещественные отношения, а так же известные сочетания указанных отношений: пространственно-временные, вещественно-временные, вещественно-пространственные, вещественно-пространственно-временные.

Эти соотношения свойственны всем встречающимся случаям взаимодействия материального мира, описывают их практически, а абстрактный вид взаимодействия приобретает конкретную величину, в том числе шкалу и размерность и позволяет полностью идентифицировать любой объект.

Если примененные системообразующие понятия окажутся неопределенными, то для установления их взаимодействия легко раскрыть их за счет детализации свойств и достижения их измеримости.

5. Идентификация с привлечением комбинаторного файла

В соответствии с часто используемым способом представления информации применим древовидный разветвленный граф, позволяющий последовательную детализацию его вершин.

Тогда, если к вершинам, представляющим элементы одной конкретной машины, добавить элементы другой машины этого семейства, то возникнет комбинаторный файл (картотека), который описывает сразу некоторое семейство машин и ни одной машины в отдельности.

Этот своеобразный “коллективный портрет” отразит семейства, в котором машины совпали по идентичным частям, но отличаются друг от друга оригинальными узлами и деталями, так, что поначалу невозможно выделить ни одной индивидуальной конструкции, но файл отражает все основные свойства семейства.

6. Общий случай оценки близости объектов с использованием древовидного разветвленного графа

Порог значимости - мера близости объектов, для того чтобы определить можно ли отнести рассматриваемые объекты к одному общему классу.

6.1. Агломеративное дерево

Используется задача кластер-анализа, когда число классов неизвестно, но его определение и не входит в условие задачи.

В результате разбиения наблюдений каждая вершина дерева изображает класс объектов.

Детализация при использовании агломеративного дерева приводит к раскрытию неопределенностей, но резко увеличивает объем информации.

6.2. Дивизимное иерархическое дерево

Начиная с определенного уровня, оно приводит к более обобщенным понятиям сокращая, при этом объем информации. и потере некоторому количеству информации.

К сожалению, компромисс выбора порога значимости при этом осуществляется произвольно и опирается на эмпирические и профессионально-интуитивные соображения.

7. Идентификация нормативной базы

Обычно применяемые признаки классификации и нормативная база, устанавливающая соответствие (несоответствие) включает: количественные, ранговые (качественные) и номинальные оценки.

Критерии (показатели), снабженные шкалой для измерения являются мерой достижения целей и удовлетворяют определенным.

8. Точность оценок по критерию

Этот аспект требует самостоятельного обсуждения, но не может быть оставлен без внимания: даже на начальной стадии применения нормативная баз должна быть оценена по степени предъявляемой точности.

Практика показывает, что приемлемая точность оценки может и должна быть различной.

9. Непреодолимая трудность

Способность элементов, образующих систему, взаимодействовать между собой и способность системы приобретать новые совокупные свойства (свойства эмерджентности) является главной чертой, отличающей системный комплекс от простого набора элементов, что является практически непреодолимой трудностью исключения ошибок оценки.

ОЦЕНКА КОМПЛЕКСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ГОРОДСКИЕ РАСТЕНИЯ

Гладков Е.А., Холодков И.П., Пителина Н.С., Гладкова О.В.
(МГУИЭ, Институт физиологии растений РАН, Москва, Россия)

Было показано, что необходимо учитывать комплексное воздействие тяжелых металлов на растения, так как токсическое действие комплекса металлов существенно различается от воздействия металлов по отдельности. Кадмий и свинец усиливают токсическое действие друг друга. Не очень высокие концентрации цинка ослабляют токсическое действие кадмия, по сравнению с действием раствора кадмия.

Городские почвы представляют собой сложные и быстро развивающиеся природно-антропогенные образования. Основные отличия городских почв от природных обусловлены интенсивным накоплением антропогенных отложений («культурного слоя») особого состава и строения.

Тяжелые металлы участвуют в биологических процессах, входя в состав многих ферментов и оказывая токсическое воздействие на живые организмы даже при низких концентрациях (4,12-13).

В загрязнении почвенного покрова Москвы участвуют 37 металлов. Особую опасность здесь представляют ртуть, кадмий, свинец, цинк и медь, что связано с их высокой токсичностью и широким применением в различных отраслях промышленности (9).

Внимание экологов к техногенным источникам поступления тяжёлых металлов в биосферу объясняется всё возрастающими объёмами промышленных выбросов и отходов (1,5,8,11). Содержание металлов в почвах может варьировать на 1-2 порядка, локально превышая ПДК в 5-10 раз. В почвах городских экосистем содержится много самых различных токсикантов, поэтому почвы и растительность города подвергаются комплексному (совместному) загрязнению одновременно от многих источников (2,3,6,7,9,10). Каждый источник загрязнения имеет свой спектр приоритетных загрязнителей в зависимости от функциональных назначений почвы (газоны, скверы, парки, почвы детских садов и дворов).

Содержание тяжелых металлов в почвах газонов вдоль радиально расположенных автомагистралей большой протяжённости возрастает по мере приближения к центру города. Это может быть связано с большой плотностью движения автотранспорта и с большим загрязнением атмосферного воздуха в центре города, а также с различным временем существования газонов на различных участках автомагистрали.

В том случае, когда автотранспорт – основной источник загрязнения, содержание тяжелых металлов в почвах газонов отражает ритмы движения автотранспорта, значительно увеличиваясь вблизи перекрёстков и светофоров.

Поэтому целью нашей работы была оценка комплексной фитотоксичности тяжелых металлов.

Материалы и методы

Объектом исследования была газонная трава, одна из основных компонентов городского газона - полевика побегоносная (*Agrostis stolonifera*).

Оценку степени токсичности проводили путем проращивания семян полевницы в чашках Петри на фильтровальной бумаге, смоченной растворами тестируемых реагентов в различных концентрациях.

Результаты и обсуждение

Ингибирующее влияние на всхожесть семян полевницы проявлялось при концентрации $Pb(NO_3)_2$ – 0,2%, концентрация 0,4%, являлась летальной (табл.1). Ингибирующее влияние на всхожесть оказывала концентрация цинка-150 мг/л (табл.2) , однако на второй недели проращивания всхожесть при данной концентрации цинка существенно увеличивалась.

Таблица 1. Влияние концентраций нитрата свинца на всхожесть семян полевицы, % (по отношению к контролю)

| | | | | |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|-----|
| Pb(NO ₃) ₂ , % | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 |
| Всхожесть семян, % | 96,3±4,0 | 72,0±3,0 | 25,3±1,5 | 0 |

Таблица 2 Влияние концентраций соли Zn на всхожесть семян полевицы,% (по отношению к контролю)

| | | | | |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|
| Zn, мг/л | 150 | 200 | 300 | 400 |
| Всхожесть семян, % | 75,6±4,0 | 64,3±5,0 | 46,4±3,3 | 33,0±2,6 |

При взаимодействии цинка и свинца отмечено ослабление токсического действия цинка(табл.3). Вероятно, свинец тормозит накопления цинка, что согласуется с литературными данными (Серегин, Иванов, 2001).

Таблица 3.Влияние свинца и цинка на всхожесть семян полевицы

| | | | | | | |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Pb(NO ₃) ₂ , % | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,3 |
| Zn, мг/л | 150 | 150 | 150 | 300 | 300 | 300 |
| Всхожесть семян, % | 82±3,0 | 54±2,6 | 28±2,3 | 51±2,6 | 43±1,8 | 26±3,0 |

Незначительное ингибирующее действие для семян полевицы проявилось уже при содержании кадмия 10 мг/л. При этой концентрации всхожесть семян составила 90 %. Концентрация 120 мг/л являлась летальной для семян (табл. 4). Многие однодольные не накапливают кадмий в надземной части, в отличие от двудольных.

Таблица 4.Влияние кадмия на всхожесть и рост растений (% от контроля)

| Концентрация кадмия, мг/л | % всхожести | % прироста по отношению к контролю |
|---------------------------|-------------|------------------------------------|
| 5 | 98,0±4,0 | 97,5±5,6 |
| 10 | 90,0±5,6 | 86,0±4,5 |
| 20 | 69,3±4,5 | 80,3±7,1 |
| 30 | 56,0±3,3 | 63,2±5,6 |
| 60 | 22,5±1,3 | 40,5±3,0 |
| 120 | 0 | 0 |

Таблица 5. Влияние концентраций солей Zn и Cd в комплексе на всхожесть семян полевицы,% (по отношению к контролю)

| | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|
| Cd, мг/л | 15 | 30 | 60 | 30 |
| Zn, мг/л | 150 | 150 | 150 | 300 |
| Всхожесть семян к концу первой недели, % | 75,3±5,8 | 67,0±5,6 | 22,5±4,0 | 44,0±3,3 |
| Всхожесть семян к концу второй недели, % | 90,0±7,8 | 78,0±5,0 | 56,0±5,0 | 58,0±5,1 |

При взаимодействии цинка и кадмия наблюдалось ослабление токсического действие кадмия, по сравнению с действием его раствора (табл.5), вероятно это связано с тем, цинк уменьшает накопление кадмия.

Таблица 6. Влияние концентраций солей Pb и Cd в комплексе на всхожесть семян полевицы, % (по отношению к контролю)

| | | | | |
|---------------------------------------|--------|----------|----------|---------|
| Pb(NO ₃) ₂ , % | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 |
| Cd, мг/л | 20 | 30 | 20 | 60 |
| Всхожесть семян, % | 32±1,4 | 18,3±2,6 | 22,6±1,3 | 7,8±0,5 |

При комплексном использовании свинца и кадмия наблюдается значительное усиление токсичного действия обоих металлов (табл.6). Таким образом, система контроля основанная на сопоставлении вредных веществ с их ПДК, не всегда эффективна. Изолированного действия не существует – действует вся сумма факторов, взаимодействие которых друг с другом может усиливать или ослаблять эффект воздействия каждого. Поэтому необходимо учитывать комплексное воздействие тяжелых металлов на растения, т.к. в некоторых случаях происходит существенное усиление токсического действия экологических факторов на живые организмы (например, взаимодействие кадмия и свинца).

Список литературы

- 1.Алексеев В. А., Алешукин Л. В., Безпалько Л. Е. и др. Цинк и кадмий в окружающей среде. – М.: Наука, 1992. – 200 с.
- 2.Альтшулер И. И., Ермаков Ю. П. // Актуальные проблемы изменения природной среды за рубежом. М.: Изд-во МГУ, 1976. С. 19-42.
- 3.Гладков Е.А., Долгих Ю. И., Гладкова О.В., Гладкова О.Н., Глушецкая Л.С. Экологические стрессы у растений // М., Пасьява, 23 стр, 2004.
- 4.Гуральчук Ж. З. Механизмы устойчивости растений к тяжелым металлам // Физиология и биохимия культурных растений, Т.26, №2, 1994, с.107-118.
- 5.Дмитриев М. Т., Казнина Н. И., Клименко Г. А. Загрязнение почв и растительности тяжелыми металлами. М.: Изд-во МГУ, 1989. 95 с.
- 6.Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. // Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1991; с. 151.
- 7.Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. // М.: Мир, 1989; с. 439.
- 8.Обухов А. И., Попова А. А. Баланс тяжелых металлов в агроценозах дерново-подзолистых почв и проблемы мониторинга // Вестник Московского университета. Сер. 17. Почвоведение. 1992. № 3. С. 31-39.
- 9.Растения в экстремальных условиях минерального питания // Под ред. Н.В. Алексеевой-Поповой, Л. 1983, 178 с.
- 10.Серегин И.В., Иванов В.Б. Физиологические аспекты токсического действия кадмия и свинца на высшие растения. // Физиология растений т.48, 4, 2001.
- 11.Тяжелые металлы в системе почва-растение-удобрение. Под общей редакцией, М.М. Овчаренко. // М., 1997; 290 с.
- 12.Феник С.И., Трофимьяк Т.Б., Блюм Я.Б. Механизмы формирования устойчивости растений к тяжелым металлам // Успехи современной биологии, т. 115, в.3, 1995, с. 261-275.
- 13.Thurman D.A. Mechanisms of metal tolerance in higher plants. V. 2.//Ed. Leap n.w.l.: Applied Sci. Publ., 1981, p. 239.

УДК 581.143.6

ЭКОБИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ РАСТЕНИЙ УСТОЙЧИВЫХ К ТЯЖЕЛЫМ МЕТАЛЛАМ

Гладков Е.А., Гладкова О.Н., Глушецкая Л.С.

(МГУИЭ, Институт физиологии растений РАН, Москва, Россия)

Для получения каллусных культур устойчивых к высоким концентрациям кадмия клеточные линии культивировали на питательной среде при концентрации кадмия-10 мг/л, регенерацию и укоренение растений проводили при концентрации 20-30 мг/л. Было получено 50 растений, устойчивых к кадмию. Растения устойчивые к кадмию обладали повышенной устойчивостью к свинцу. Также была разработана биотехнология получения растений, устойчивых к свинцу.

Содержание солей кадмия в почвах различных городов нашей страны, даже где нет крупных заводов цветной металлургии, как правило, превышают фоновые значения не менее чем в 4-10 раз. Увеличение вариабельности тяжелых металлов в почвах техногенных ландшафтов связано с неравномерным выпадением газопылевых выбросов на подстилающую поверхность и их последующим перераспределением в зависимости от микрорельефа, физико-химических свойств почв и других факторов [1,2]

Рост автомобильного парка в городах, развитие сети автомобильных дорог привели к тому, что транспорт стал одним из важнейших факторов, определяющих загрязнение городской среды, особенно свинцом и кадмием [1,3,4]. Значительное содержание кадмия, находится не только в почве, но и в атмосфере. Поступление кадмия в атмосферу из техногенных источников осуществляется в различных формах – в виде паров металлов и тонкодисперсной пыли[3]. При поступлении в атмосферу происходит первичная трансформация паров кадмия – они конденсируются в более крупные частицы, окисляются и взаимодействуют с другими компонентами газовой фазы. Поэтому в ходе первичной трансформации кадмия в атмосфере наряду с оксидами образуются также карбонаты, гидрокарбонаты, сульфиды и некоторые другие соединения элементов.

Содержащие металлы частицы, попадая из воздуха на листья и другие органы растений, частично удерживаются на них в виде поверхностного отложения, удаляемого в той или иной степени осадками и ветром, частично проникают внутрь тканей[3]. Кадмий и свинец обладают серьезной фитотоксичностью и оказывают неблагоприятное действие на городское озеленение, поэтому целью данной работы было получение растений, устойчивых к кадмию и свинцу.

Материалы и методы

Объектом нашего исследования была газонная трава - полевица побегоносная (*Agrostis stolonifera*). Первичный каллус получали из семян на агаризованной среде Мурасиге-Скуга (МС), содержащей 30 г/л сахарозы, 500 мг/л гидролизата казеина и 7 г/л агар агара, концентрация 2,4-Д составляла 3 и 5 мг/л. Первичный каллус массой 15-20 мг высаживали на селективную среду МС содержащую в качестве селективного агента кадмий или свинец..

Результаты и обсуждение

Усиленное ингибирующее влияние кадмия на каллусные клетки, проявлялось при концентрации 10 мг/л и выше, в качестве селективной были выбрана концентрации 20 и 30 мг/л. Концентрация кадмия-60 мг/л являлась летальной (таблица 1).

Таблица 1. Влияние кадмия на регенерационную способность каллуса (% от контроля)

| Концентрация кадмия, мг/л | % образования регенерирующего каллуса |
|---------------------------|---------------------------------------|
| 5 | 63,5± 3,3 |
| 10 | 40,5± 2,1 |
| 20 | 26,0± 1,8 |
| 30 | 14,0± 0,8 |
| 60 | 0 |

Свинец в меньшей степени, чем кадмий снижал регенерационную способность каллусной ткани (таблица 2). Концентрации 0,1% и 0,15% были выбраны для дальнейшей селекции в культуре клеток. Таким образом, полевица побегоносная относится к относительно устойчивым видам по отношению к свинцу и значительно менее устойчива к кадмию.

Таблица 2. Влияние нитрата свинца на регенерационную способность каллуса (% от контроля)

| Концентрация нитрата свинца % | % образования регенерирующего каллуса |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| 0,1 | 50,5± 4,1 |
| 0,15 | 33,0± 2,8 |
| 0,25 | 0 |

Ранее было проведено несколько успешных работ по отбору клеток, толерантных к кадмию, однако получить устойчивые растения не удалось [5 - 7]. Вероятно, это было связано с тем , что обычно использовалась прямая селекция и длительное культивирование[8-11].

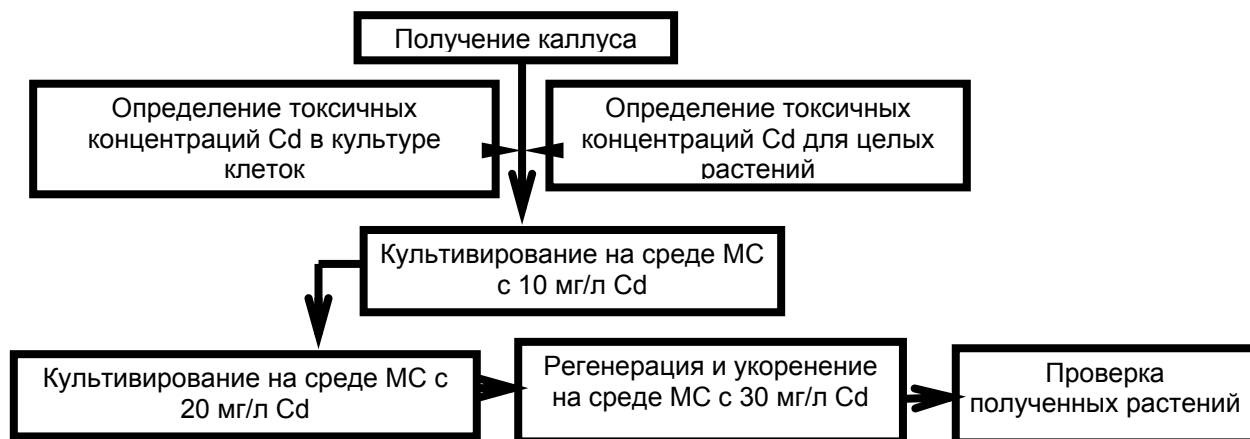


Рисунок 1 – Схема клеточной селекции по получению растений, устойчивых к кадмию

Мы применили ступенчатую схему селекции, потому что, пересадка клеток сразу на сублетальную концентрацию селективного агента (20 и 30 мг/л) вызывает гибель большинства клеток (рис.1). Это объясняется низким процентом устойчивых клеток, которые гибнут отравленные продуктами метаболизма чувствительных клеток.

Всего в селективных условиях было получено 50 регенерантов полевицы. Большинство регенерантов полевицы имели нормальную морфологию и хороший рост и не отличались от обычных растений.

Для проверки устойчивости к высоким концентрациям кадмия регенеранты полевицы были высажены в почву с 50 и 100 мг/кг кадмия.

У многих растений может происходить интенсивное накопление кадмия при высоких концентрациях его в почве [12-16]. С повышением концентрации металлов в почве их концентрации в растениях превышают фоновые на незагрязненных почвах, что было показано на 23 видах растений [15,16].

90% растений, полученных нами из кадмий-устойчивых клеточных линий, росли при концентрации 50 мг/кг кадмия так же, как растения в почве без токсиканта. Из 10 растений, растущих при концентрации кадмия 100 мг/кг почвы, 8 имели рост и декоративные качества на уровне контроля, одно растение незначительно отставало в росте и, одно растение значительно отставало в росте и наблюдались обильные пожелтения. У некоторых устойчивых растений при высоких концентрациях кадмия включаются механизмы выведения его из клетки. Ряд фактов говорит о значительной роли фитохелатинов в формировании устойчивости к кадмию, которые образуют с ионами тяжелых металлов тиолатные комплексы [6, 13].

Таким образом, устойчивость большинства полученных нами растений объясняется накоплением кадмия в корнях и данная устойчивость к кадмию поддерживается за счет низкой концентрации металла в побегах, несмотря на их высокую концентрацию в окружающей среде.

Для получения растений устойчивых к свинцу была выбрана прямая схема селекции, т.к. свинец обладал значительно меньшей токсичностью, чем кадмий.

Для отбора клонов, устойчивых к нитрату свинца, первичный каллус культивировали на средах с 0,1% и 0,15% $Pb(NO_3)_2$. После культивирования в течение 2 пассажей каллусы пересаживали на среду для регенерации (рис.2).

При отборе устойчивых клеток на каждом этапе использовали среды, содержащие свинец (табл.3). В общей сложности было получено 14 растений. Устойчивость к свинцу сохранялась на уровне целого растения.

Таблица 3. Отбор устойчивых к нитрату свинца растений полевицы

| Концентрация $Pb(NO_3)_2$, % | Общее число каллусов, шт. | Устойчивые клоны, шт. | Регенеранты in vitro, шт. | Регенеранты в почве, шт. |
|-------------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|
| 0,1 | 250 | 78 | 33 | 8 |
| 0,15 | 250 | 50 | 14 | 6 |

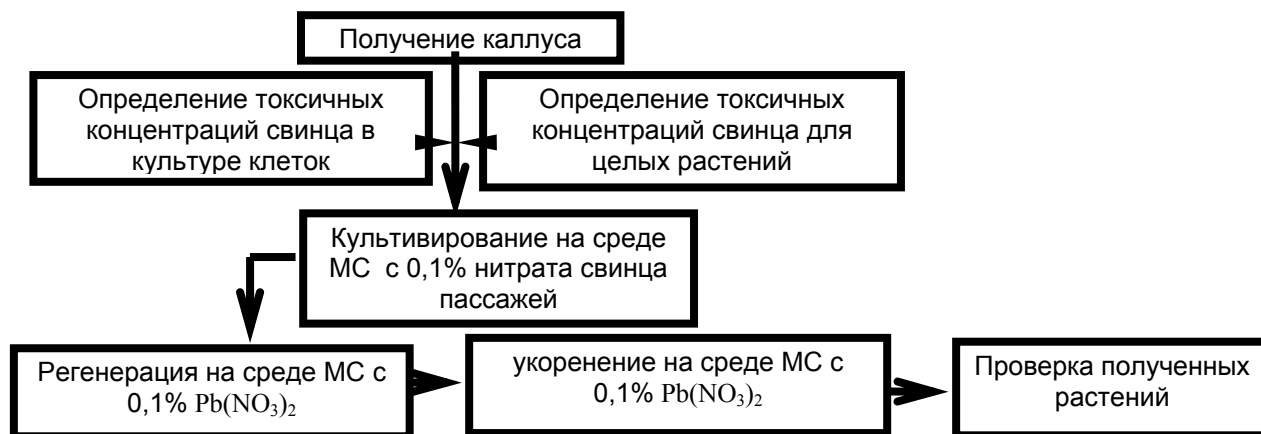


Рисунок 2 – Схема клеточной селекции по получению растений, устойчивых к свинцу

Представляло большой интерес проверить устойчивые к кадмию растения, на толерантность к другому тяжелому металлу – свинцу, т.к. в некоторых случаях механизмы устойчивости могут совпадать. 80 % полученных после клеточной селекции растений с кадмием росли при концентрации свинца (0,4%), также хорошо, как и контрольные растения, растущие без токсиканта. При данной концентрации обычные растения не всходят, а у взрослых растений наблюдается очень значительное замедление роста.

Таким образом, большинство растений–регенерантов, обладало повышенной толерантностью к кадмию и свинцу.

Список литературы

1. Растения в экстремальных условиях минерального питания // Под ред. Н.В. Алексеевой-Поповой, Л. 1983, 178с.
2. Gliniski J., Turski R. //New enviromental aspects of land use in Poland and Hungary, 1993, №40, p. 1-5.
3. Нестерова А. Н. Действие тяжелых металлов на корни растений. 1. Поступление свинца, кадмия и цинка в корни, локализация металлов и механизмы устойчивости растений // Биол. науки. – 1989. - № 10. – С. 72-86.
4. Покровская С.Ф. Регулирование поведения свинца и кадмия в системе почва-растение//М., НИИ ТЭИагропром,1995,52стр.
5. Jackson P.J. //Proc. Nat. Acad.Sci.USA, vol. 84, №11, 1987, p. 6619-6623.
6. Jackson P.J., Roth E.J., McClure P.R., Naranjo C.M. // Plant Phys., 1984,v.75, P.914-918..
7. Domozlicka E., Opatrny Z. // Biol. Plant., 31(1), 19-27, 1989
8. Benetzen J.L., Adams T.L. // Plant Cell ,1984 rep. 3, P.258-264),
9. Hitoshi Obata, Noriyuki Inoue, Kunio Imai and Masano Umebayas, // Soil Sci. Plant Nutr., vol. 40, №2, 1994, p. 351-354.
10. Huang B., Goldsbrough P.B. // Plant Physiol., 1987, v.52,P. 211-221.
11. Гончарук Е.А., Калашникова Е.А., Дубравина Г.А., Загоскина Н.В.. // М., Сельскохозяйственная биотехнология, т.2, М.2001,с.99-111.
12. Гуральчук Ж. З. // Физиология и биохимия культурных растений, Т.26, №2, 1994,с.107-118.
13. Ильин В.Б.. // Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1991; с. 151.
14. Игошина Т.И., Косицин А.В. // Ботан. Журнал, 1990.-75; № 8; с. 1144-1150.
15. Таланова В.В., Титов А.Ф., Боева Н.П. // IV Межд. Конф. Регуляторы роста и развития растений. М., 1997; с. 38-39.
16. Таланова В.В., Титов А.Ф., Боева Н.П. // Физиология растений, 1999; Т. 46; № 14; с. 164-167.

УДК 62.13.27

ДЕЙСТВИЕ ПРИРОДНОГО КОНСЕРВАНТА НИЗИНА НА СПОРОВЫЕ КОНТАМИНАНТЫ МОЛОКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗОПАСНЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Попова Е.Ю., Минаева Л.П., Бирюков В.В.

Московский государственный университет инженерной экологии

В статье рассмотрено влияние низина на кинетику гибели споровых контаминантов, выделенных из молока. Данные позволили получить математическое уравнение для вычисления

константы гибели клеток для различных температур и концентраций низина.

Основными причинами появления вредной микрофлоры в молочных продуктах может быть сырье, оборудование, несоблюдение санитарно-гигиенических норм и правил, технологических режимов производства, упаковки и хранения. Применяемые в производстве молочных продуктов защитные барьерные технологии (пастеризация, стерилизация, термизация, низкотемпературная обработка, осмотическое давление, низкий уровень рН среды, асептическая и другие упаковки) не являются однозначным фактором, гарантирующим качество. Применение некоторых природных консервантов: поваренной соли, сахара, лимонной и уксусной кислоты, ограничено из-за специфики формирования органолептических свойств молочных продуктов.

Одним из способов сохранения качества молочных продуктов является использование пищевых добавок – консервантов. В то же время существует отчётливая тенденция большей части потребителей воздерживаться от использования пищевых продуктов с консервантами, полученными путем химического синтеза. В связи с этим использование в качестве консерванта бактериоцина низина, продуцируемого молочнокислыми бактериями *Lactococcus lactis*, в последнее время всё более расширяется.

Молоко, поступающее на завод, изначально заражено вегетативными клетками и спорами, которые сохраняют свою жизнеспособность и после пастеризации молока при 75 – 85°C. Инактивация спор происходит при температуре свыше 120°C, но для приготовления молочных продуктов таких как творог и йогурт тепловая обработка при температуре выше 95°C негативно сказывается на качестве, питательной ценности и внешнем виде продукта. Проблема уничтожения спор и снижения температуры обработки продуктов может быть решена с использованием природного консерванта низина. Для безопасности потребителей и увеличения срока годности продуктов были проведены исследования по изучению влияния консерванта низина на контаминанты, содержащиеся в молоке.

Особенность низина заключается в его способности воздействовать на споровые формы бактерий при тепловой обработке, повышая их чувствительность к тепловому воздействию. [1].

Присутствие низина позволяет значительно снизить уровень тепловой обработки материала, подлежащего деконтаминации. В данном исследовании изучали действие низина на споровые формы бактерий в условиях пастеризации.

Споровая культура контаминанта была выделена из цельного молока, поступившего на приемный пункт Лианозовского завода. Рабочая культура содержала 10^4 спор/мл, что в 100-1000 раз больше, чем естественный фон споровых бактерий в молоке и молочных продуктах.

Эксперименты проводили в термостатированной водяной бане в диапазоне температур 75-97 °С, через примерно равные интервалы температурной шкалы: 75 ± 1 °С, 85 ± 1 , 97 ± 1 °С. Изучаемые пробы по 0,5 мл, прогревали в специальных стеклянных стерильных пробирках. Серии опытов по определению термоустойчивости споровой культуры проводили без добавления низина (контроль) и с добавлением низина в концентрации 50, 100 и 150 МЕ/мл. Сразу после прогрева и охлаждения в пробах определяли количество выживших спор методом глубинного культивирования.

Кинетика гибели споровой культуры представлена на рисунках 1, 2 и 3.

Однако, прогрев пробы при 97°C сопровождается быстрым уменьшением числа контаминантов во времени.

На рис. 2 видно, что при прогреве проб при 75°C и 85°C число контаминантов уменьшается незначительно в течение всего времени прогрева.

При 97°C наблюдается интенсивная гибель споровой культуры, причем на 20 - 30-ой минуте прогрева число контаминантов приближается к минимальному значению.

При концентрации низина 100 МЕ/мл идет более интенсивная гибель контаминантов, чем при концентрации низина 50 МЕ/мл. Прогрев при 97°C в течение 20 – 30 минут полностью подавляет развитие споровой культуры.

При концентрации низина 150 МЕ/мл в споровой суспензии рост культуры не наблюдался ни в одном из вариантов.

По данным, полученным в ходе экспериментов, рассчитаны значения констант гибели K для всех изученных вариантов опытов.

Расчет кинетических характеристик изучаемого контаминанта проводили с использованием уравнения Аррениуса [2],[3].

$$K = A \times e^{-E/RT} \quad (1)$$

Значение констант гибели клеток K споровой культуры определяли как тангенс угла наклона прямой проведенной через экспериментальные точки в координатах $\ln N - \tau$.

Значения констант гибели клеток и $\ln K$ для споровой культуры приведены в таблице 1.

По этим данным определили значение энергии активации и константы A из следующих уравнений:

$$\ln K = \ln A - E / (R * T), \quad (2)$$

$$\ln K_{75} = \ln A - E / (R * T_{75})$$

$$\ln K_{97} = \ln A - E / (R * T_{97}),$$

Решая систему уравнений, получаем следующее уравнение:

$$\ln K_{75} - \ln K_{97} = E / R * (1/348 - 1/370),$$

$$E = (\ln K_{75} - \ln K_{97}) * R / (1/348 - 1/370), \quad (3)$$

$$\ln A = \ln K + E/RT \quad (4)$$

Из уравнения (3) и (4) определили значение констант E и A , которые представлены в таблице 2.

Таблица 1. – Значение констант гибели клеток K и $\ln K$ для споровой культуры при разных концентрациях низина

| Концентрация низина, МЕ/мл | T, °C | K, мин ⁻¹ . | lnK |
|----------------------------|-------|------------------------|--------|
| 0 | 75 | 0.026 | -3.650 |
| | 85 | 0.056 | -2.882 |
| | 97 | 0.309 | -1.174 |
| 50 | 75 | 0.052 | -2.957 |
| | 85 | 0.106 | -2.244 |
| | 97 | 0.449 | -0.801 |
| 100 | 75 | 0.179 | -1.720 |
| | 85 | 0.302 | -1.973 |
| | 97 | 0.637 | -0.451 |

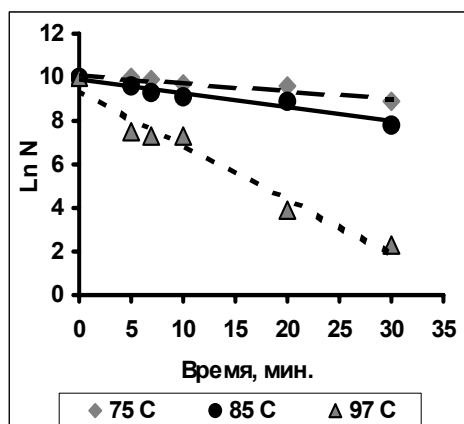


Рисунок 1. Кривые гибели спорowego контаминанта без низина и начальном количестве спор 2.1×10^4 КОЕ/мл (колониеобразующих единиц в мл)

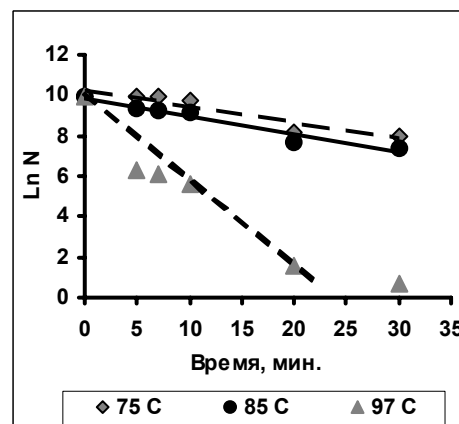


Рисунок 2. Кривые гибели спорowego контаминанта при концентрации низина 50 МЕ/мл и начальном количестве спор 2.1×10^4 КОЕ/мл

Таблица 2. Значение констант А и Е при разных концентрациях низина

| Концентрация низина, МЕ/мл. | А, мин ⁻¹ . | Е, кДж/моль |
|-----------------------------|------------------------|-------------|
| 0 | 3,35*10 ¹⁶ | 121 |
| 50 | 2,91*10 ¹⁴ | 105 |
| 100 | 3,3*10 ⁸ | 62 |

Зная константы А и Е, можем рассчитать константы гибели клеток К для разных температур и времени воздействия. Соответственно можно описать зависимость константы от концентрации низина в продукте при тепловой обработке.

На рис. 4 и 5 представлены данные по влиянию добавок низина на кинетические параметры А и Е.

Эти зависимости можно описать линейными уравнениями:

$$\ln A = 38.05 - 0.143 C \quad (5)$$

$$E = 121 - 0.51 C \quad (6)$$

где С – концентрация низина, МЕ/мл.

В результате получаем итоговое уравнение зависимости коэффициента К от концентрации низина:

$$\ln K = 38.05 - 0.143 C - (121 - 0.51 C) / RT$$

или

$$K = 10^{16} e^{-0.143 \cdot C - (121 - 0.51 C) / RT}$$

Статистический анализ полученного уравнения показал, что уравнение позволяет оценивать константу гибели клеток контаминанта в присутствии низина с погрешностью ± 10-15%.

Зная значение оптимального критерия стерилизации, можно подобрать разный режим тепловой обработки пищевых продуктов в зависимости от концентрации низина, температуры обработки и времени выдержки продукта.

Данную работу можно рассматривать как начальный этап в изучении зависимости констант гибели спорных контаминантов от содержания низина. При изменении условий эксперимента

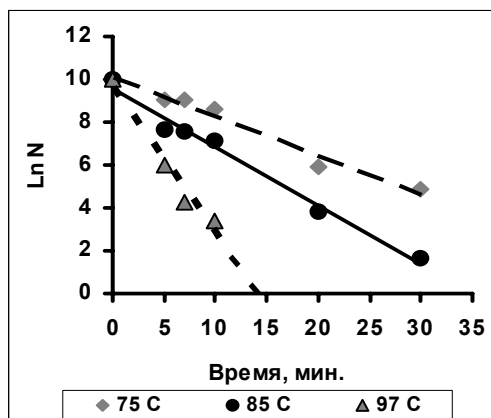


Рисунок 3. Кривые гибели спорного контаминанта при концентрации низина 100 МЕ/мл и начальном количестве спор 2.1×10^4 КОЕ/мл



Рисунок 4. Зависимость LnA от концентрации низина

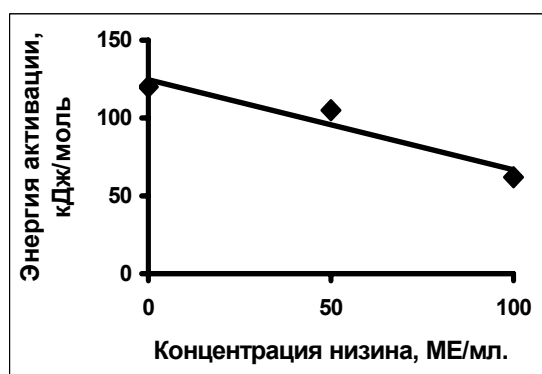


Рисунок 5. Зависимость энергии активации от концентрации низина

(концентрация низина, диапазон температуры обработки, среда и pH) зависимости могут несколько изменяться, приближаясь при этом к реальным условиям. Это может привести к

изменению формы уравнения и уточнению зависимостей, которые описываются этими уравнениями.

Список литературы

1. Люк Э., Ягер М. Консерванты в пищевой промышленности.-3-е изд. Пер. с нем.-СПб: ГИОРД, 1998.-256 с.
2. Айба Ш., Хемфри А., Миллис Н. Биохимическая технология и аппаратура. Пер. с англ. (Нью-Йорк, 1965 г.), 1975 г.
3. Матвеев В.Е. Основы асептики в технологии чистых микробиологических препаратов. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.– 312 с.

УДК 655.63.048.001.24

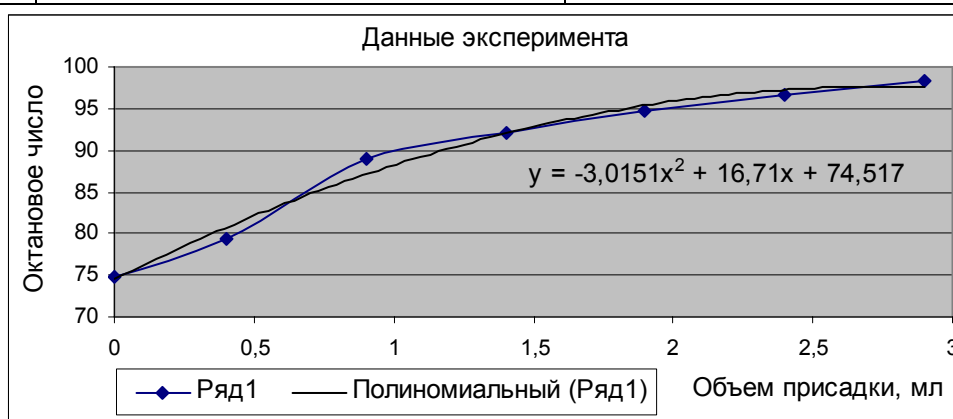
СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКООКТАНОВЫХ БЕНЗИНОВ С ПОМОЩЬЮ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРИСАДОК.

Беляевский М.Ю., Веселов Д.И., Волчек А.М., Гончаров Д.В., Беляевский Д.М.
(МГУИЭ, Москва, Россия)

В настоящее время одной из важнейших проблем в нефтепереработке является получение высокооктановых бензинов Аи-92, Аи-95. Основная масса бензина получается на дорогостоящих установках каталитического риформинга на нефтеперерабатывающих заводах. Эти бензины содержат большое количество ароматических углеводородов (50-70%), что значительно сказывается на его качестве. В настоящее время применяется огромное количество различных присадок, которые повышают качество низкооктанового бензина до Аи-92, Аи-95.

Практически все заводы переходят на производство присадок МТБЭ, диметилового эфира, N-метиланилина и другие химические добавки, которые не совсем обеспечивают требования, предъявляемые к качеству современного бензина. Начиная с 1923 года, в США начали интенсивно использовать в качестве присадок этиловый спирт в количестве 8-12%.

| № | Кол-во добавляемой присадки, мл (суммарное) | Октановое число смеси, исследовательский метод |
|---|--|---|
| 0 | 0 | 74,7 |
| 1 | 0,4 | 79,4 |
| 2 | 0,9 | 89,0 |
| 3 | 1,4 | 92,0 |
| 4 | 1,9 | 94,7 |
| 5 | 2,4 | 96,6 |
| 6 | 2,9 | 98,2 |



В настоящее время в МГУИЭ начались исследовательские работы с присадкой нового класса для получения высокооктанового бензина, которая является отходом пищевой

промышленности. Одновременно решена задача утилизации этого вещества, производимого в значительном количестве.

В результате при добавлении этой присадки к низкооктановому бензину Аи-74 был получен бензин Аи-92, Аи-95.

В таблице 1 и на графике представлена зависимость октанового числа бензина от количества добавляемой присадки, где y - октановое число, x - количество, добавляемой присадки. Количество исходного бензина 54 мл.

УДК 581.143.6

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕФТИ НА ФИТОЦЕНОЗЫ И БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ РАСТЕНИЙ УСТОЙЧИВЫХ К НЕФТЕПРОДУКТАМ

Степанова А.Ю., Гладков Е.А.

(МГУИЭ, Институт физиологии растений РАН, Москва, Россия)

Разработана биотехнология получения растений, устойчивых к нефти. Для отбора устойчивых к нефти клеток каллус культивировали в течение двух пассажей на питательной среде с содержанием нефти 0,5%. Были получены каллусные клетки, устойчивые к высоким концентрациям нефти, из которых затем были регенерированы растения. Регенерацию проводили на среде с такой же концентрацией нефти. Всего в селективных условиях получено 19 растений.

Загрязнение почв нефтью представляет серьезную проблему для растений. В процессе нефтедобычи и аварийных разливов при транспортировке и переработке нефти почвы могут превращаться в типичные техногенные пустыни, где практически полностью подавлена жизнедеятельность биотопа. Нефть, попадая на почву, вначале растекается по поверхности, затем мигрирует в низлежащие слои, вплоть до водоносных горизонтов, где перемещается вместе с грунтовыми водами, в почве нефть довольно стойка. В различных климатических зонах и типах почв скорость детоксикации различается: она выше в южных широтах; в умеренных широтах при загрязнении нефти до 10 % для восстановления биоценоза требуется 10 лет, при более сильном загрязнении — несколько десятков лет; а в северных широтах — сотни лет. При запахивании загрязненных участков вглубь нефть в анаэробных условиях не разлагается или разлагается крайне медленно. Плодородие почв, загрязненных нефтью и продуктами её переработки, значительно снижается, а фитотоксичность повышается, поэтому требуется проведение рекультивационных мероприятий.

Фитотоксические свойства почвы при высоком уровне загрязнения нефтью (10%) имеют ярко выраженный характер, что проявляется в уменьшении всхожести семян и замедление ежесуточного прироста корней. При низких дозах загрязнения через 2 месяца ингибирующее действие нефти снижается практически до фонового уровня, вероятно за счет улетучивания легких фракций. Однако токсическое действие остаточных компонентов нефти при высокой степени загрязнения сохраняется (7,8). Фитотоксические свойства нефтезагрязненных почв прежде всего проявляются в значительном снижении всхожести семян и ингибировании роста корней и проростков растений (4,5). Это является результатом прямого и опосредованного воздействия нефти на почву и её биоту (1,6,9,10,).

При загрязнении почв нефтью значительное влияние на растения оказывает фактор микробного токсикоза нефтезагрязненных почв – накопление в ней метаболитов микроорганизмов, обладающих токсическими свойствами.

Устойчивые к нефтепродуктам газонные травы могут обеспечить качественное травяное покрытие в неблагоприятных условиях вдоль обочин городских дорог, почвах около нефтяных скважин, трубопроводов, хранилищ и нефтеперерабатывающих заводов.

В связи с этим, целесообразным является получение растений, устойчивых к нефтепродуктам. С помощью биотехнологии получены растения, устойчивые к экологическим стрессам, исследована токсичность парафинов (2-3,11).

Материалы и методы

Объектом нашего исследования была газонная – полевица побегоносная (*Agrostis stolonifera*).

Использование нефти в качестве селективного агента представляет определенную трудность, так как нефть является гидрофобным веществом. Для равномерного распределения нефти в питательной среде была разработана следующая схема. В агаризованную питательную среду вносили необходимое количество нефти, и проводили стерилизацию среды. Стерильную среду остужали до 40⁰С, тщательно перемешивали и разливали в чашки Петри.

Для отбора устойчивых клеток каллус культивировали в течение двух пассажей на среде МС с содержанием нефти 0,5%.

Для получения растений, устойчивых к нефтепродуктам в качестве селективного агента использовали смесь нижневартовской и грозненской нефтей, имеющую следующие характеристики: суммарное содержание углеводов - 81,2%, в том числе: n-алканов – 9,3%; изоалканов – 7,9%; нафтенов – 11,7%; ароматических углеводов – 64%.

Результаты и обсуждение

Для получения растений устойчивых к нефти необходимо было оценить ее токсичность для целых растений и каллусных культур.

Нефть является сложным селективным агентом, так как нерастворима в воде. Для отбора устойчивых к нефти растений полевицы нужно было подобрать способ добавления нефти в среду культивирования. В нашей работе было исследовано три способа добавления нефти в среду. Отбор каллусных культур полевицы проводили на следующих концентрациях нефти (%) – 0,5; 0,8; 1; 5%.

В первом случае в колбы с жидкой питательной средой и нефтью вносили каллусы и ставили на качалку на 3, 5, 7 дней. Затем каллусы из колб помещали на твердую питательную среду без нефти и культивировали в течение месяца. Каллусы, которые инкубировали в среде с нефтью, вне зависимости от концентрации, оказались покрыты пленкой и после перевода на твердую среду восстановление роста каллуса не наблюдали.

Полученные результаты говорят о том, что данный способ добавления нефти в питательную среду не подходит, поэтому представляло интерес использовать твердую питательную среду для роста и регенерации каллуса (табл.1).

Таблица 1. Регенерационная способность каллусов, помещенных в жидкую питательную среду, после месяца культивирования на твердой питательной среде.

| % нефти | Общее количество каллусов | Количество регенерантов | % регенерации |
|-------------------|---------------------------|-------------------------|---------------|
| 0 (твердая среда) | 100 | 90 | 90 |
| 0 (жидкая среда) | 100 | 47 | 47 |
| 0,5 | 100 | 0 | 0 |
| 0,8 | 100 | 0 | 0 |
| 1,0 | 100 | 0 | 0 |

Во втором случае, на твердую питательную среду в чашках Петри капали 2-3 капли нефти и распределяли её с помощью шпателя по поверхности среды, сверху помещали каллус. В течение месяца инкубации наблюдалось потемнение и прекращение роста каллусных клеток.

В третьем случае нефть добавляли в твердую питательную среду. Для равномерного распределения нефти в питательной среде необходимо было разливать среду на чашки Петри при температуре 40⁰С, предварительно тщательно перемешав.

Инкубация каллусов в течение месяца на среде, содержащей 5% и 1% нефти, приводила к их полной гибели. При инкубации на среде, содержащей 0,8% нефти, выжило 25% каллусов, на 0,5% нефти – 52%. Для дальнейшей селекции нами были выбраны 0,5 и 0,8% нефти. Для выделения устойчивых клеток применяли следующую схему. Каллус полевицы после

культивирования в течение двух месяцев на твердой среде без нефти пересадили на твердую среду с 0,5 и 0,8 % нефти и инкубировали его на этих средах в течение месяца.

Таблица 2. Выживаемость каллуса полевицы побегоносной, прошедшего инкубацию на твердой питательной среде (нефть равномерно распределена в среде)

| % нефти | Общее количество каллусов | Количество выживших каллусов | % выживаемости |
|--------------|---------------------------|------------------------------|----------------|
| 0 (контроль) | 100 | 100 | 100 |
| 0,5 | 200 | 103 | 52 |
| 0,8 | 200 | 50 | 25 |
| 1,0 | 200 | 0 | 0 |
| 5,0 | 50 | 0 | 0 |

После чего каллус, росший на среде с 0,8% нефти, пересадили на среду с таким же содержанием нефти. Часть трансплантантов, отобранных со среды с содержанием нефти 0,5%, пересаживали на среду с 0,8% нефти, другую часть – на среду с 0,5% нефти. В таких условиях каллусные клетки культивировали ещё в течение месяца. Каллусы, постоянно инкубируемые на среде с 0,8% нефти, через 2 месяца культивирования погибли. Каллусы, которые культивировали в течение 1 месяца на среде с 0,5% нефти, а затем на среде с 0,8% нефти, так же погибли на втором месяце инкубирования. При культивировании на среде с 0,5 % нефти в течение 2 месяцев из отобранных устойчивых каллусных клеток полевицы побегоносной удалось получить растения – регенеранты (табл.3).

Таблица 3.Регенерационная способность каллусов, помещенных на твердую питательную среду, после месяца культивирования.

| % нефти | Общее количество каллусов | Количество регенерантов | % регенерации |
|---------|---------------------------|-------------------------|---------------|
| 0 | 100 | 90 | 90 |
| 0,5 | 100 | 23 | 23 |
| 0,8 | 100 | 10 | 10 |
| 1,0 | 100 | 0 | 0 |
| 5,0 | 100 | 0 | 0 |

Нами были получены 19 растений – регенератов растущих на 0,5% нефти в стерильных условиях в закрытых пробирках, что предполагает их устойчивость к нефти и в почве.

Таким образом, впервые исследована возможность получения растений, устойчивых к нефтезагрязнениям и разработаны условия для отбора растений, устойчивых к нефти.

Использование непродолжительной селекция, когда каллус выращивали в течение двух месяцев на селективной среде, а затем пересаживали на среду для регенерации, позволило нам сохранить регенерационную способность клеток и получить растения в короткий период.

Список литературы

1. Бакина Л.Г., Орлова Е.Е., Дзиов К.Х., Ершов Н.Н. Влияние нефтяного загрязнения дерново-подзолистых почв на экологическую устойчивость их гумуса.//Гумус и почвообразование. – Сб-к статей. – СПб, 1999, с.30-35.
2. Гладков Е.А., Долгих Ю.И., Бирюков В.В. Биотехнологическая модификация газонных трав, устойчивых к экологическим стрессам города. // В сборнике I Международного Конгресса «Биотехнология, состояние и перспективы». – Москва, 2002. – С.129-130.
3. Гладков Е.А., Долгих Ю.И., Бирюков В.В.Отбор солеустойчивых газонных трав с помощью методов биотехнологии.Биотехнология. – М., 2003. – №5, стр .32-37
4. Дедков В.П., Фоминых Я.В.. Действие нефтяного загрязнения на рост и развитие растений.//Теоритические и прикладные аспекты биологии: Межвуз.сб.научн.тр./Калинингр. Ун-т. – Калининград, 1999. – 116с., с. 36-42
5. Дедков В.П. Гребенников А.С., Туркин Н.И. Рост и развитие растений на почве, загрязненной нефтью.//Теоретические и прикладные аспекты биологии/калинингр. Ун-т.– Калининград, 1997, с. 36-42.

6. Калюжин В.А., Капитонова К.А., Князева Е.В. Влияние засоленности на биodeградацию нефти и биопродуктивность // Исследования эколого-географических проблем природопользования для обеспечения территориальной организации и устойчивости развития нефтегазовых регионов России: Теория, методы и практика. - Нижневартовск: НГПИ ИОА СО РАН, 2000. - с. 130 – 132.
7. Киреева Н.А., Юмагузина Х.А., Кузяхметов Г.Г. Рост и развитие растений овса на почвах, загрязненных нефтью // Сельск. биология. 1996. № 5. С. 48-54.
8. Киреева Н.А., Бакаева М. Д., Тарасенко Е. М. Комплексное биотестирование для оценки загрязнения почв нефтью // ЭКП: Экология и промышленность России. - 2004. - N 2. - С. 26-29.
9. Мажайский Ю.А., Давыдова И.Ю., Евтюхин В.Ф., Евсенкин К.Н. Агроэкологическая оценка нефтезагрязненных земель территорий ЛПДС // Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности. Доклады четвертой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Санкт-Петербург, 16-18 июня 1999 г. В 2-х т. – С.-Пб., 1999. Т. 1. С. 396-398.
10. Середин В.В. Санация территорий, загрязненных нефтью и нефтепродуктами // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2000, №6, с.525-540.
11. Сергеева Л.Е.. Определение токсичности парафинов в системе in vitro. // Физиология и биохимия культурных растений. 2000, Т.32, №4, с.325-328.

УДК 660

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОРИЕНТИРОВАННЫХ ДИСЦИПЛИН «ВОДОПОДГОТОВКА И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ» И «ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ»

Булатов М.А. , Кибрик Э.Д., Пикулин Ю.Г.
(МГУИЭ, Москва, Россия)

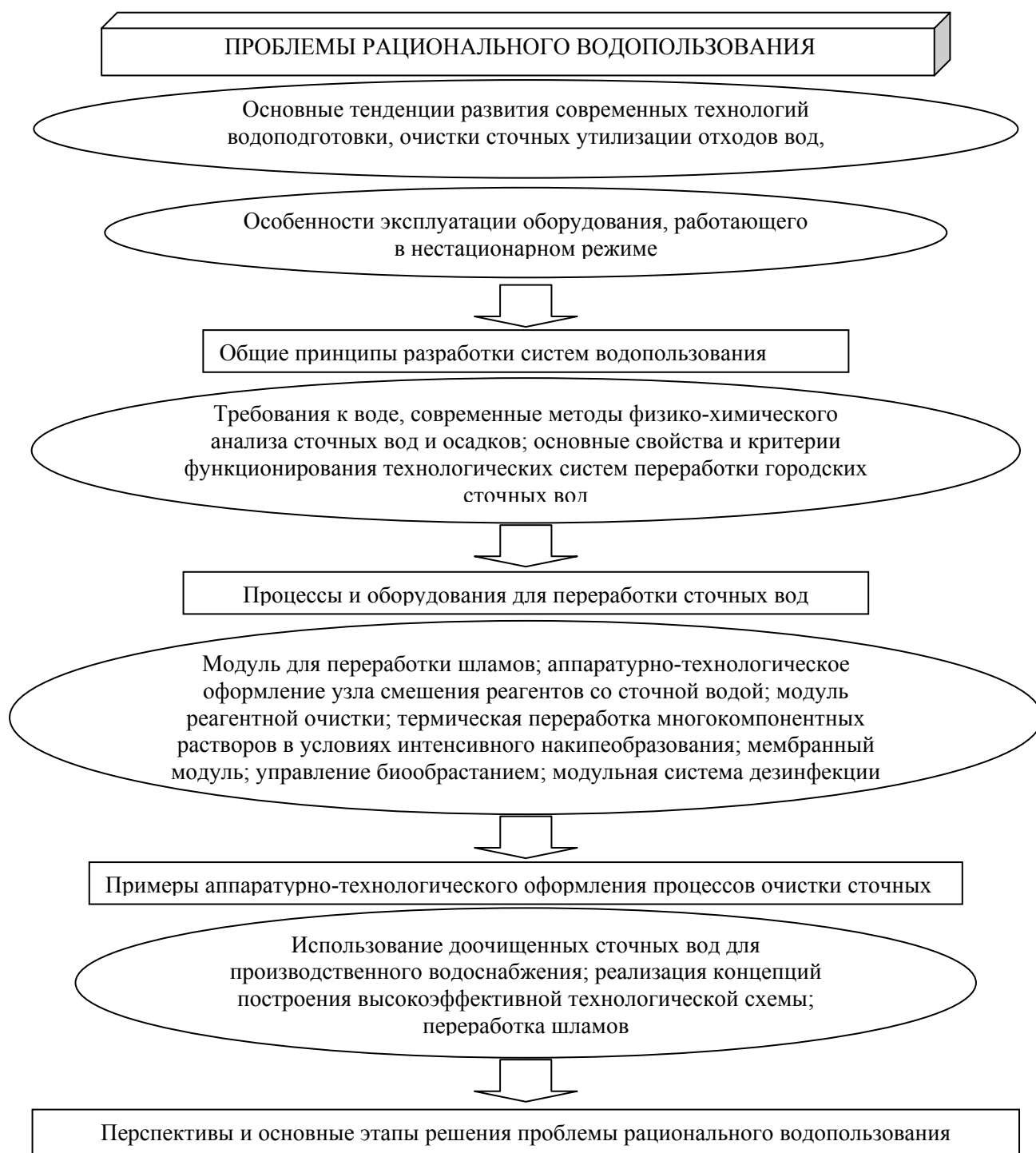
Рассматривается логическая связь и области интересов дисциплин «Водоподготовка и водопользование» и «Промышленная экология» при обучении студентов по направлению «Охрана окружающей среды».

Инженер-эколог, получивший образование по направлению 656600 (280400) – Охрана окружающей среды должен *знать*, в частности:

- принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности разрабатываемых и используемых технических средств;
- методы исследования, правила и условия выполнения работ;
- основные требования, предъявляемые к технической документации, материалам и изделиям;
- методы проведения технических расчётов и определения экономической эффективности исследований и разработок;
- достижения науки и техники, передовой отечественный и зарубежный опыт в области знаний, соответствующей выполняемой работе;
- основы экономики, организации производства;
- правила и нормы охраны труда, техники безопасности, производственной санитарии и противопожарной защиты.

На кафедре основ инженерной экологии и химической технологии Московского государственного университета инженерной экологии студенты, обучающиеся по указанному направлению, изучают дисциплину «Промышленная экология», аннотация к которой в стандарте по направлению включает рассмотрение: общих закономерностей производственных процессов; технологических систем (ТС): структура и описание ТС, синтеза и анализа ТС, сырьевой и энергетической подсистемы ТС, а также экологической стратегии и политики развития производства; развития экологически чистого производства, создания принципиально новых и реконструкция существующих производств; комплексного использования сырьевых и энергетических ресурсов; создания замкнутых производственных циклов, замкнутых систем промышленного водоснабжения; основных промышленных методов очистки отходящих газов и сточных вод; технологических схем очистки и применяемого оборудования; методов ликвидации и захоронения опасных промышленных отходов; технологии основных

промышленных производств; характеристики сырья, физико-химических основ технологических процессов, технологических схем и оборудования; характерных экологических проблем и путей их решения.



В курсе «Промышленная экология» рассматриваются такие крупнотоннажные производства, а именно: получение технологических газов для синтеза аммиака; синтез аммиака; производство азотной кислоты; производство серной кислоты; получение экстракционной фосфорной кислоты; производство аммиачной селитры; производство синтетической соляной кислоты.

На примере перечисленных производств рассматриваются вопросы адаптации перечисленных химико-технологических процессов к экологически чистым производствам, а точнее – к малоотходной технологии. Однако специфика и объём курса не позволяют достаточно подробно рассмотреть системы промышленного водоснабжения, основные методы

очистки сточных вод, технологические схемы очистки и применяемое оборудование, утилизацию и переработку шламов. В связи с тем, что в настоящее время проблема недостатка пресной воды приобрела глобальное значение, актуальное значение приобретают вопросы, связанные с очисткой исходной пресной воды или обессоливанием солёной, с переработкой сточных вод, а также с организацией производственных водооборотных циклов. Основываясь на этих положениях курс «Водоподготовка и водопользование» был принят в качестве дисциплины по выбору – национально-региональный компонент.

В курсе «Водоподготовка и водопользование» рассматриваются следующие процессы и оборудование (см. рисунок):

- аппаратно-технологическое оформление узла смешения реагентов со сточной водой;
- модуль реагентной очистки;
- соосаждение примесей при коагуляции;
- регенерация механических фильтров в процессах очистки нефтезагрязнённых сточных вод;
- образование солеотложений на фильтрующих материалах;
- мембранный модуль;
- переработка шламов, содержащих нефтепродукты и тяжелые металлы;
- термическая переработка сточных вод в условиях накипеобразования;
- модульная система дезинфекции.

При изучении дисциплины «Водоподготовка и водопользование» параллельно с основным курсом «Промышленная экология» студент получает дополнительную возможность для расширения своего технического и технологического мировоззрения, постоянно проводя аналогии и устанавливая логические связи между этими двумя дисциплинами.

Кроме того, в это же время проводятся выездные занятия для студентов на предприятие г. Москвы ФГУП «Промотходы» – единственное предприятие в городе, осуществляющее деятельность, связанную с приёмом и очисткой производственных и ливневых (промливневых) сточных вод.

Работы студентов, выполненные при изучении дисциплины «Водоподготовка и водопользование» участвуют в конкурсе студенческих работ на кафедре, что также стимулирует самостоятельную работу студентов.

Таким образом, при такой разносторонней подготовке студент на практических и аудиторных занятиях в сочетании с выполняемой самостоятельной работой (в виде домашнего задания) непосредственно получает наилучшие знания, подкреплённые натурными впечатлениями от выездных занятий.

УДК 669.18:338

СОКРАЩЕНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ЗА СЧЕТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Перистый М.М., Пономарёва Я.Ю.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Оценено влияние сталеплавильного производства на окружающую среду. Отмечено, что серьезные проблемы отрасли связаны с низкой рентабельностью мартеновского производства, являющегося ресурсоемким и экологически опасным. С целью снижения техногенной нагрузки предложены направления совершенствования технологии производства стали.

Основой стратегии устойчивого развития любого государства является переориентация производства на ресурсосберегающие технологии. Для металлургии, оказывающей значительное негативное влияние на окружающую среду, характерны огромные объемы выбросов и сбросов, образование твердых отходов геологического значения, большое потребление электроэнергии и топлива. В настоящее время в развитых странах на предприятиях черной металлургии уже проведено техническое перевооружения

сталеплавильного производства. Отказ от мартеновского производства стали и разлива стали в слитки произошел уже давно, а сейчас внедряются технологии, позволяющие снизить энерго- и ресурсозатраты на единицу продукции.

В Украине мартеновское производство является одним из основных и занимает почти половину общего объема производства стали. Кроме того, разлива стали в слитки преобладает над непрерывной разливкой в заготовки. Таким образом, это свидетельствует о технологическом и техническом отставании ряда отечественных металлургических предприятий от известных мировых аналогов и о самом высоком уровне потребления сырья, огнеупоров, топлива, энергии, а также значительном воздействии на окружающую среду.

За рубежом за последние 25 лет резко снизилось воздействие сталеплавильного производства на окружающую среду в основном за счет внедрения новых технологий и отказа от энерго- и ресурсоемких процессов [1, 2]. Что касается производства стали на отечественных предприятиях, то энергоемкость жидкой стали значительно отличается от мировых аналогов в сторону увеличения [3]. В тоже время выбросы вредных веществ на отечественных предприятиях в несколько раз выше, чем на аналогичных западноевропейских производствах.

Серьезной проблемой черной металлургии является низкая рентабельность производства, неудовлетворительная внутренняя структура сталеплавильного передела, где преобладает мартеновский способ выплавки и разлива в слитки. Износ основных фондов достигает 65 %. Доля непрерывной разлива составляет всего менее 20 %. Вместе с тем уже заметно разворачивается модернизация сталеплавильного производства. Ведущие металлургические заводы Украины уже вплотную занялись решением вопросов реконструкции мартеновских цехов. Так, на ряде металлургических заводов решено на первом этапе оснастить производство установками «печь-ковш» и машинами непрерывного литья заготовок (МНЛЗ), а затем заменить мартеновские печи электродуговыми.

В настоящее время, одной из главных причин продолжения эксплуатации мартеновских печей является то, что замена их дуговыми сталеплавильными печами (ДСП) и конверторами требует больших затрат средств, которыми предприятия страны не располагают. Поэтому эта работа должна вестись планомерно с учетом финансовых возможностей предприятий.

Данная статья посвящена решению актуального вопроса совершенствования технологии производства и разлива стали для сокращения техногенной нагрузки на окружающую среду.

Как известно, мартеновское производство имеет одни из худших экологических показателей по сравнению с другими переделами. Особенно это касается выбросов пыли в условиях интенсификации плавки посредством продувки ванны кислородом. Выход газов из мартеновской печи равен 3700-4000 м³/т стали, а запыленность его составляет 15-30 г/м³. Для сравнения выход газов из электросталеплавильной печи – 80-110 м³/т стали со средней запыленностью 10-15 г/м³ [4,5].

Топливом для мартеновских печей являются в основном природный газ, мазут и частично коксодоменный газ. Отходящие газы печей, содержащие продукты сгорания топлива, можно считать ценными тепловыми вторичными энергетическими ресурсами, которые также необходимо максимально утилизировать для экономии природного топлива.

Очистка технологических газов мартеновских печей осуществляется в основном мокрым способом, что является источником образования шламов. Мартеновские шламы относятся к группе железосодержащих отходов и являются наиболее богатыми железом ($Fe_{\text{общ}}=47,55-64,2\%$). Удельный выход шламов составляет 0,26-2,55 %. Эти шламы используются в основном в аглошихте, но большей частью складируются в шламонакопителях ввиду их специфических свойств.

Побочным продуктом сталеплавильных процессов, в том числе и мартеновского, является шлак. Удельный выход мартеновских шлаков составляет в среднем 180 кг/т стали. Электросталеплавильных шлаков образуется значительно меньше, чем мартеновских. Сталеплавильный шлак является довольно ценным сырьем для металлургического производства, так как содержит около 12 % Fe, а также такие компоненты как CaO, MgO, MnO, CaF₂, FeO, и чаще всего используется в доменном производстве.

Учитывая все вышеперечисленные особенности, в частности содержание железа в отходах сталеплавильного производства, становится очевидной необходимость их подготовки и дальнейшего использования в производстве с целью повышения производительности, снижения себестоимости продукции и экономии природных ресурсов.

Таким образом, одним из важнейших направлений повышения экологической безопасности как существующего, так и планируемого сталеплавильного производства, является наиболее полная утилизация отходов производства.

Предлагаемые в данной работе мероприятия по совершенствованию технологии производства стали с целью снижения техногенного воздействия на окружающую среду предусматривают реконструкцию сталеплавильных цехов. Как уже указывалось ранее, ввиду экономического положения отечественных предприятий, реконструкция сталеплавильного производства должна проводиться в несколько этапов.

В качестве исходного положения рассмотрим сталеплавильный цех производительностью 800 тыс.т стали в год, где сталь выплавляется в мартеновских печах, работающих основным скрап-рудным процессом и выплавляющих углеродистые, конструкционные, низколегированные и легированные марки сталей. Отопление мартеновских печей осуществляется природным газом. Технология предусматривает интенсификацию плавки за счет перемешивания металла азотом через пористые пробки в подине мартеновской печи. В качестве шихты используются металлический лом, стружка, легирующие добавки. Жидкий чугун подается в ковшах из миксерного отделения. Выплавленная в мартеновских печах сталь разливается в изложницы.

При указанных условиях необходимо ежегодно выплачивать за загрязнение атмосферного воздуха 455 085 грн., а за вывоз и захоронение твердых отходов – 1 252 330 грн/год. Таким образом, экологические платежи за загрязнение окружающей среды существующим мартеновским цехом, составляют 1 707 416 грн/год.

На первом этапе реконструкции такого производства предусматривается установка агрегата «печь-ковш» с трансформатором мощностью 18 МВА, а также установка МНЛЗ для разлива стали в слябовые или сортовые заготовки. Производительность данных агрегатов необходимо подбирать в соответствии с производительностью и перспективой развития цеха. Вся выплавляемая в мартеновских печах сталь проходит внепечную обработку и подогрывается до требуемой температуры перед разливкой.

В состав проектируемого комплекса входят:

- центральный узел с установкой «печь-ковш», с системой подачи сыпучих материалов и ферросплавов;
- участок подготовки сыпучих материалов;
- газоочистка комплекса (выбросы от «печи-ковша», системы подачи сыпучих материалов и ферросплавов), ее дымососы и дымовая труба, расположенные за пределами цеха;
- установки для разогрева промковшей на площадке МНЛЗ;
- установка для сушки промковшей в ремонтном отделении;
- установки для сушки и разогрева стальной емкости емкостью 150 т в разливочном пролете цеха.

Установка агрегата «печь-ковш» позволит:

- обеспечить необходимую оптимальную температуру металла в ковше перед разливкой;
- сократить длительность плавки в мартеновских печах за счет снижения перегрева металла перед выпуском на 50 мин, что позволит снизить выбросы в атмосферу на 7-10 %;
- снизить себестоимость стали за счет сокращения расхода энергоносителей и материалов при выплавке стали;
- повысить качество выплавляемой стали, что обеспечит производство готовой продукции высокого качества в соответствии с мировыми стандартами, расширит сортамент выпускаемых сталей.

Изменения в технологическом процессе производства стали в мартеновском цехе, в связи с установкой «печи-ковша» и МНЛЗ, заключаются в следующем. Жидкая сталь по окончании плавки, которая сокращается по длительности на 10 %, в связи с отсутствием

необходимости ее перегрева по новой технологии, выпускается в сталеразливочный ковш, прошедший высокотемпературный газовый (природный газ) разогрев на специально предусматриваемой установке. От мартеновской печи ковш передается на установку «печь-ковш», где сталь подвергается внепечной обработке с целью получения стали высокого качества, а затем направляется на МНЛЗ.

Технологический процесс внепечной обработки металла на установке «печь-ковш» сопровождается образованием дымовых газов, которые улавливаются и очищаются от пыли в рукавном фильтре газоочистки. При подаче легирующих и шлакообразующих материалов в «печь-ковш» в процессе их транспортировки в местах перегрузок происходит выделение пыли, которая также улавливается аспирационной системой и передается на газоочистку «печь-ковш».

Железосодержащую пыль от установки «печь-ковш» предусматривается окомковывать в тарельчатом грануляторе диаметром 3 м с применением 1 % бентонита в качестве связующего. Высушенные гранулы подшихтовываются в шихту для производства стали.

Сталеплавильный шлак перерабатывается с целью извлечения металла. Подготовленный рядовой шлак отправляется сторонним потребителям. Металл возвращается в производство.

Экологические платежи после первого этапа реконструкции составят за загрязнение атмосферного воздуха 471 652 грн/год. Увеличение экологических платежей после первого этапа внедрения мероприятий объясняется увеличением объема производства стали на 190 тыс.т, что составляет 19,2 %. При сохранении производительности на уровне исходного состояния, выбросы в атмосферу сократятся на 10 %, так как часть процесса доводки жидкой стали переносится в агрегат, оснащенный высокоэффективной газоочисткой и тем самым сокращается длительность плавки в мартеновской печи. Платежи за вывоз и складирование отходов отсутствуют, так как отходы, представленные мартеновским шлаком, утилизируются частично в собственном производстве, частично отправляются потребителям.

На втором этапе реконструкции предусматривается замена разливки в слитки на разливку стали на МНЛЗ. При этом полностью ликвидируются нагревательные колодцы, сокращается расход природного газа на нагрев слитков, угар металла (приблизительно на 3 %), головная и донная обрезь (14-15 %), литниковая система.

На третьем этапе реконструкции предусматривается установка дуговой сталеплавильной печи емкостью 150 т (ДСП-150) с трансформатором мощностью 80 МВА на производительность 990 тыс.т стали в год с газоочисткой. Все мартеновские печи выводятся из эксплуатации. Выплавляемая сталь разливается на МНЛЗ.

В цехе после реконструкции сохранится сортамент выплавляемых сталей, используются те же шихтовые материалы, что и в существующем цехе. Для сталей специального назначения предусматривается вакуумная обработка стали. Все плавки обрабатываются на установке «печь-ковш». После разливки литая заготовка с МНЛЗ (товарная продукция) отправляется сразу потребителю.

Для ведения оптимального технологического процесса плавки в электропечи предусматривается автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУТП). При этом будут обеспечены оптимальные расходы и соотношения кислорода и природного газа, позволяющие значительно снизить энергоемкость продукции и выбросы оксидов азота в атмосферу.

Основным источником загрязнения атмосферы после второго этапа реконструкции будет являться электропечь. Выброс вредных веществ крайне неравномерен по периодам плавки, максимум пылевыведения приходится на период плавления и продувки ванны кислородом.

Часть образующихся в процессе плавки запыленных газов через неплотности затвора между сводом и печью, зазоры между сводом и электродами, завалочные окна выделяются в цех и через вытяжной зонт, установленный над печью, отсасываются на газоочистку (общую как для организованных и неорганизованных выбросов печи, так и аспирационных выбросов от

системы подачи шихтовых материалов в печь). После очистки от пыли газовоздушная смесь через трубу выбрасывается в атмосферу.

Для технологии производства и разливки стали используется наиболее передовое оборудование, как с технико-экономической, так и экологической точки зрения.

Все эти особенности значительно снижают выбросы и позволяют использовать для очистки выделяющейся пылегазовоздушной смеси газоочистку меньшей производительности, чем для обычных электропечей. Валовые выбросы вредных веществ в атмосферу после реконструкции в сравнении с исходным положением приведены в таблице 1.

Образующиеся после реконструкции в цеху отходы, в частности обрезь и скрап, полученные в процессе выплавки и разливки стали, используются в собственном производстве. На заключительном этапе реконструкции все железосодержащие отходы брикетируются и используются в доменном производстве. Готовые брикеты с содержанием 50 % железа направляются на рудный двор доменного цеха.

Сталеплавильный шлак, как и на первом этапе, направляется на переработку с целью извлечения металла. Отработанный рядовой шлак частично используется как оборотный продукт в металлургии, частично отправляется сторонним потребителям, в основном строительным организациям.

Таблица 1 – Валовые выбросы вредных веществ в атмосферу до и после реконструкции сталеплавильного цеха

| Наименование вредного вещества | Валовые выбросы в атмосферу, т/год | | |
|---|------------------------------------|--------------------------------------|---|
| | До реконструкции | После начального этапа реконструкции | После заключительного этапа реконструкции |
| Пыль общая в том числе: | 992,59 | 1000,85 | 345,578 |
| железа оксид | 560,23 | 563,96 | 129,17 |
| кальция оксид | 53,43 | 54,00 | 80,51 |
| марганец и его соединения | 9,47 | 9,816 | 3,47 |
| пыль неорганическая содер. SiO ₂ <20% | 283,06 | 284,8 | 71,2 |
| кальция карбонат | - | - | 24,44 |
| никеля оксид | - | 0,45 | 0,45 |
| хрома 3-х валентные соединения | - | 1,4 | 1,4 |
| пыль каменноугольного кокса | - | - | 0,34 |
| пыль графита | 86,4 | 86,4 | 34,56 |
| Газовые примеси: | | | |
| азота диоксид | 2031,76 | 2036,03 | 277,8 |
| ангидрид сернистый | 280,256 | 293,086 | 97,87 |
| углерода оксид | 2173,44 | 2183,836 | 1316,113 |

Всего по второму этапу реконструкции экологические платежи за выбросы в атмосферу составят 85 336 грн/год, что существенно меньше, чем при существующем положении. Платежи за вывоз и размещение отходов отсутствуют по причине их утилизации.

Таким образом, можно сравнить экологические платежи по этапам реконструкции, а также удельные значения затрат, которые могут наблюдаться (табл.2), и определить экономию от снижения уровня загрязнения окружающей среды.

Итак, сумма экологических платежей после осуществления предлагаемых мероприятий по реконструкции сталеплавильного производства снизится на 1 620 241,6 грн/год, а в среднем на 2 грн/т стали.

Таблица 2 – Изменение объема экологических платежей по этапам реконструкции и в среднем

| Этап реконструкции | Объем платежей, грн/год | Объем платежей, грн/т стали |
|--------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Исходное состояние | 1 707 416 | 2,13 |
| Первый этап | 471 652 | 0,59 |
| Второй этап | 85 336 | 0,086 |
| Полное развитие | 87 174,5 | 0,088 |

Таким образом, реконструкция сталеплавильного производства с заменой мартеновских печей дуговыми является рациональной и необходимой как с технологической и экономической точек зрения, так и экологической. Подобная замена позволит существенно снизить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу: пыли общей приблизительно на 0,7 кг/т стали, диоксида азота на 1,8 кг/т, ангидрида сернистого на 0,2 кг/т, оксида углерода на 0,9 кг/т стали, сократить количество отходов производства и обеспечить необходимый уровень экологической безопасности.

Список литературы

1. Нисидзава С. Подход к защите окружающей среды в черной металлургии Японии // Сталь. – 2003. - №4. – С.71-75
2. Юзов О.В. Сталеплавильное производство и окружающая среда // Новости черной металлургии за рубежом. – 1997. - №1. – С.3-7.
3. Буторина И.В., Харлашин П.С., Сущенко А.В. Пути снижения энергоемкости металлургических процессов на предприятиях Украины // Сталь. – 2003. - №7. – С.97-101.
4. Андоньев С.М., Зайцев Ю.С., Филиппев О.В. Пылегазовые выбросы предприятий черной металлургии. – Харьков, 1998. – 246 с.
5. Юдашкин М.Я. Очистка газов в металлургии. – М.:Металлургия, 1976. – 384 с.

СОСТОЯНИЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ - ВАЖНЫЙ ФАКТОР ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Власов Г.А., Парфенюк А.С., Гайдаенко А.С., Топоров А.А.
(ОАО “Авдеевский КХЗ”, Дон НТУ, Авдеевка, Донецк, Украина)

Все индустриальные мегаполисы характеризуются значительной загрязненностью окружающей среды по причине скопления промышленных предприятий. В Донецкой области сосредоточено большое количество предприятий металлургической промышленности, к их числу относятся и коксохимические заводы. Поэтому обеспечение экологической безопасности коксохимического производства позволит существенно снизить экологическую нагрузку на окружающую среду области.

Обеспечение экологической безопасности потенциально опасных объектов является основополагающим направлением политики государства по защите жизни и здоровья людей и окружающей среды от вредного воздействия аварий на этих объектах путем предотвращения их возникновения.

Экологический мониторинг объектов коксохимического предприятия позволяет определить и обосновать мероприятия по обеспечению экологической безопасности потенциально опасного производства.

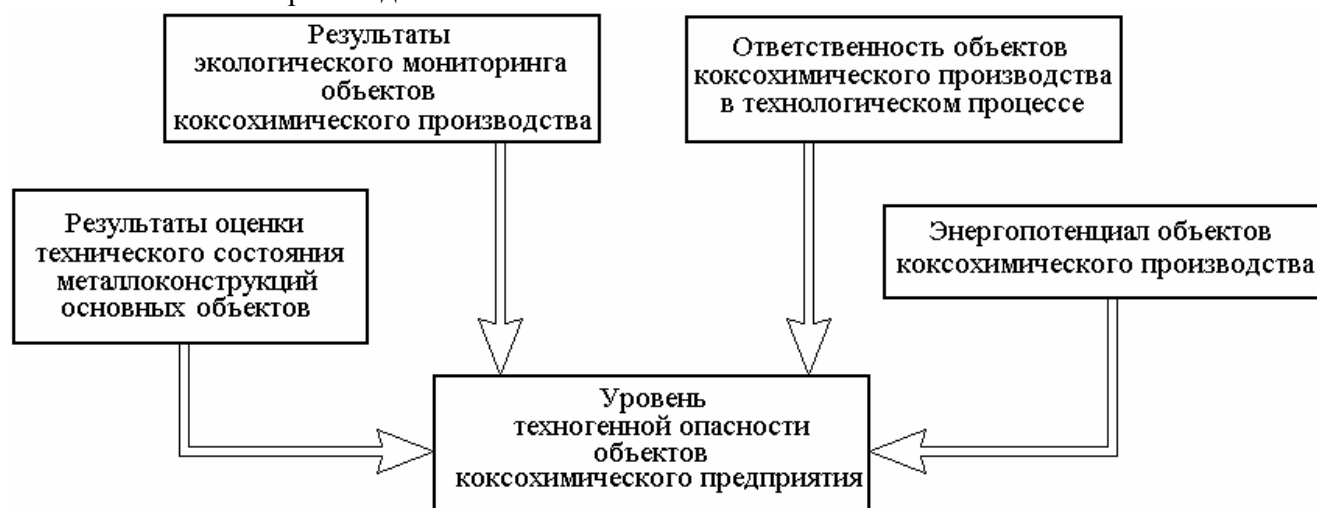
Экологический мониторинг заключается в определении источников загрязнения производственной эксплуатационной среды, температурного воздействия на объекты мониторинга, относительной влажности и химических соединений, влияющих на изменение свойств конструкционных материалов.

Технологический режим коксохимического производства предусматривает использование химических веществ, которые представляют опасность с точки зрения экологической безопасности. Эти вещества влияют на режим работы металлоконструкций основных объектов и на экологическую безопасность производства в целом.

Одним из важных вопросов в решении проблемы экологической безопасности производства, является правильная оценка уровня техногенной опасности. Экологический мониторинг без оценки технического состояния конструкций не позволяет достоверно оценить уровень техногенной опасности коксохимического производства.

Оценка технического состояния выполнена на основании заключений обследования технического состояния металлоконструкций основных объектов коксохимического производства. Анализ технического состояния позволил получить зависимости степени коррозионного износа основных элементов металлоконструкций в процессе эксплуатации. Результаты оценки технического состояния металлоконструкций позволяют обосновать целесообразность, периодичность и эффективность проведения ремонтных восстановлений несущей способности основных элементов металлоконструкций с учетом уровня техногенной опасности объектов коксохимического производства.

На рисунке представлена схема определения уровня техногенной опасности объектов коксохимического производства.



Уровень техногенной опасности объекта можно представить в виде выражения

$$U = P \cdot G \leq [U],$$

где P – показатель потенциала опасности;

G – показатель технического состояния объекта.

Очевидно, что общий уровень техногенной опасности технологического комплекса в первом приближении будет представлен выражением:

$$U_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n U_i,$$

где U_i – уровень техногенной опасности по какому-либо i -тому нормируемому показателю;

n – количество нормируемых показателей для данной категории объекта.

Во втором приближении общий уровень техногенной опасности будет иметь следующий вид

$$U_{\text{общ}} = \frac{\sum (U_i \cdot n_i)}{\sum n_i}$$

Поскольку показатели P и G являются комплексными, то их анализ для единичного объекта или технологического комплекса на основе большого объема реальных данных позволил научно обосновать систему эффективных мероприятий, направленных на обеспечение необходимого уровня техногенной безопасности на стадии эксплуатации по двум

основным направлениям: снижение уровня техногенной опасности и уменьшение вероятности его реализации.

Использование предлагаемого подхода позволит усовершенствовать существующее экологически опасное коксохимическое производство путем предотвращения разрушения металлоконструкций основных объектов предприятия и снижением уровня их аварийности путем проведения экономически обоснованных ремонтных восстановлений, основываясь на оценке уровня техногенной опасности. Данное направление является перспективным в сложившихся условиях значительной изношенности основных фондов.

УДК 504.06:66.067.35:532.529

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОБЛАСТЕЙ РАССЕЙНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ВОДОНОСНОМ ПЛАСТЕ

Покусаев Б.Г., Казенин Д.А., Карлов С.П., Скочилова Ю.Н.
(МГУИЭ, Москва, Россия)

Поставлена и решена задача о рассеянии пассивной примеси, выделяемой источником конечного размера, находящимся в водоносном горизонте и обтекаемым фильтрационным потоком. Аналитически определена конфигурация областей загрязнения, ограниченных различными изоконцентрациями.

Антропогенные воздействия могут значительно ухудшать качество подземных вод, и в этой связи весьма актуальной становится создание прогностической оценки возникающей экологической опасности и степени загрязнения водоносных слоев. В работе [1] был теоретически определен объемный поток загрязнения, поступающий в движущуюся жидкую фазу при фильтрационном обтекании со скоростью V_∞ макротела (цилиндра, диаметром L) на периметре которого поддерживается постоянная концентрация загрязнения $c=1$. Этот результат можно представить так

$$Q = 1,125V_\infty \sqrt{Ld} \quad (1)$$

где d -диаметр зерна засыпки, моделирующий водопроницаемый грунт. В рамках рассматриваемой плоской задачи величина Q имеет размерность $\frac{M^2}{c}$. Формула (1) была получена в предположении о преобладающем влиянии конвективной дисперсии (рассеянии на зернах засыпки) в сравнении с молекулярной диффузией. Эффективный коэффициент диффузии в инфильтруемой пористой среде оценивается при этом по формуле (2)

$$D = 0,08 \cdot V \cdot d, \quad (2)$$

где V -локальная скорость фильтрации. Рассмотрение различных подобластей области диффузионного следа (3) показывает, что почти весь факел загрязнения сосредоточен ниже по потоку от обтекаемого цилиндра в зоне смешения, где гидродинамический поток можно считать однородным. И задачу расширения этого факела можно заменить задачей распространения примеси от точечного источника с расходом Q , определяемым соотношением (1). Плоская задача распространения примеси от точечного источника имеет вид

$$V_\infty \frac{\partial c}{\partial x} = D \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} + Q \cdot \delta(x) \cdot \delta(y), \quad (3)$$

где x и y продольная и поперечная координаты, а $\delta(x)$ и $\delta(y)$ - дельта-функции символизирующие локальный характер введения примеси. Введя новую координату $t = \frac{x}{V_\infty}$ и используя некоторые свойства дельта-функции [4], а именно $\delta(x) = \delta(V_\infty t) = \frac{1}{V_\infty} \delta(t)$,

$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) \cdot \delta(y) dt dy = 1$, $[\delta(t) \cdot \delta(y)] = \frac{1}{c \cdot m}$, приходим к следующей задаче об определении поля концентраций

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} + \frac{Q}{V_{\infty}} \cdot \delta(t) \cdot \delta(y). \quad (4)$$

Задача решается с помощью функции Грина и её решение в координатах x, y имеет вид

$$c(x, y) = \frac{Q}{V_{\infty}} \cdot \frac{1}{2\sqrt{\pi D x/V_{\infty}}} \exp\left(-\frac{y^2}{4D x/V_{\infty}}\right), \quad (5)$$

Или, используя формулу (2), вид

$$c(x, y) = 1,12 \sqrt{\frac{L}{x}} \exp\left(-\frac{y^2}{0,32xd}\right). \quad (6)$$

Это аналитическая формула позволяет построить поле изоконцентрат. А именно задавая $c(x, y) = c = const < 1$, разрешая (6) относительно y получим уравнение однопараметрического семейства изоконцентрат

$$y(x) = \sqrt{0,32xd \ln\left(\frac{1,12}{c} \cdot \sqrt{\frac{L}{x}}\right)}. \quad (7)$$

Кривые этого семейства представляют собой вложенные друг в друга замкнутые линии, имеющие форму деформированного эллипса

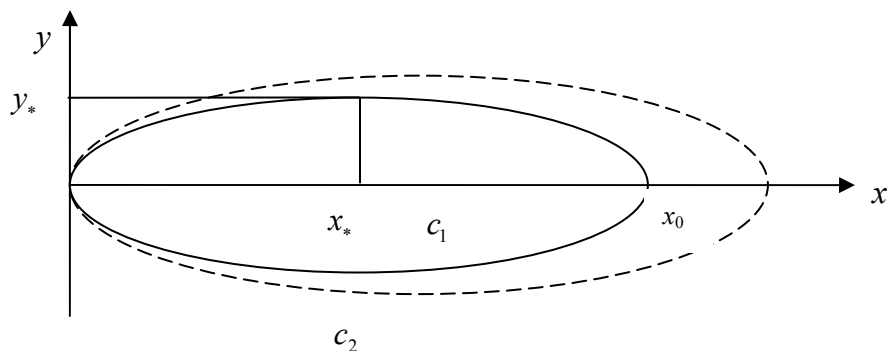


Рисунок. Вид изоконцентрат на плоскости (x, y) , $c_1 > c_2$

Характерные точки этих кривых находятся с помощью элементарного анализа

$$x_0 = \frac{1,225}{c^2} L; \quad x_* = \frac{0,453}{c^2} L; \quad y_* = \frac{0,27}{c} \sqrt{LD}. \quad (8)$$

Интересно, что длина области концентрации примеси (x_0) зависит лишь от диаметра области загрязнения (L) и не зависит от микромасштаба (d), в то время как её ширина (y_*) зависит как от L и от d . Любопытно, что характерные геометрические размеры областей не зависят от скорости фильтрации (V_{∞}), но зависят от предельно допустимой концентрации (c). Следует заметить, что загрязнение, непрерывно поступающее в поток, попадает и в область вне соответствующей изоконцентраты, но в более разбавленной форме.

Результаты представленными формулами (7) и (8) и проиллюстрированные на рисунке, позволяют оценить степень и конфигурацию областей загрязнения.

Предварительные экспериментальные результаты по визуализации конфигурации областей загрязнения на плоской экспериментальной модели качественно соответствуют полученным теоретически.

Работа частично поддержана грантами РФФИ №№ 05-02-16313а, 05-02-0854 офи-а.

Список литературы

1. Казенин Д.А., Балашова С.П. Моделирование воздействия источника загрязнения на подземные воды. Хим. и нефтегазовое машиностроение. 2000 №2, с.32-35.
2. Аэров М.Э., Тодес О.М. Гидродинамические и тепловые основы работы аппаратов со стационарным и кипящим зернистым слоем. Л.: Химия, 1968. 511 с.
3. Кутепов А.М., Полянин А.Д., Запрянов З.Д., Вязьмин А.В., Казенин Д.А. Физико-химическая гидродинамика. М.: Квантум. 1996. 336 с.
4. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. М.: Наука ГРФМЛ. 1969. 720 с.
5. Полянин А.Д., Вязьмин А.В., Журов А.И., Казенин Д.А. Справочник по точным решениям уравнений тепло- и массообмена. М.: Факториал. 1998. 368 с.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПАРОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК С ОРГАНИЧЕСКИМИ РАБОЧИМИ ТЕЛАМИ

Вайнштейн С.И.^{**}, Севастьянов А.П.^{***}, Севастьянов Ю.А.^{***}, Шпильрайн Э.Э.^{*}

(Институт высоких температур РАН^{*}, МГУИЭ^{**}, Московский энергетический институт (технический университет)^{***}, Москва, Россия)

Использование глубинной теплоты Земли сопровождается целым рядом трудностей. В основном существуют проблемы экономического характера, но есть немало технических и научных проблем.

На любом геотермическом месторождении температура флюидов (пара, воды, рассола) обычно гораздо ниже, чем у пара, вырабатываемого в стандартном котле, поэтому необходимо принимать особые меры для более эффективного преобразования энергии.

Обработанные геотермальные флюиды не только имеют, как правило, низкую температуру, но и содержат довольно много растворимых минеральных веществ. Эти вещества исключительно агрессивны и могут очень быстро повредить лопатки турбины, если попадут туда вместе с паром. Их можно удалить из геотермальной воды, например, в испарителе с мгновенным вскипанием. В таком испарителе минерализованную воду нагнетает в камеру с пониженным давлением. Часть воды моментально превращается в пар, а минеральные вещества остаются в концентрированном рассоле (рис. 1). Рассол можно специально подвергнуть выпариванию и получить минеральные вещества в количестве, пригодном для продажи, хотя большинство этих солей вряд ли найдут покупателей.

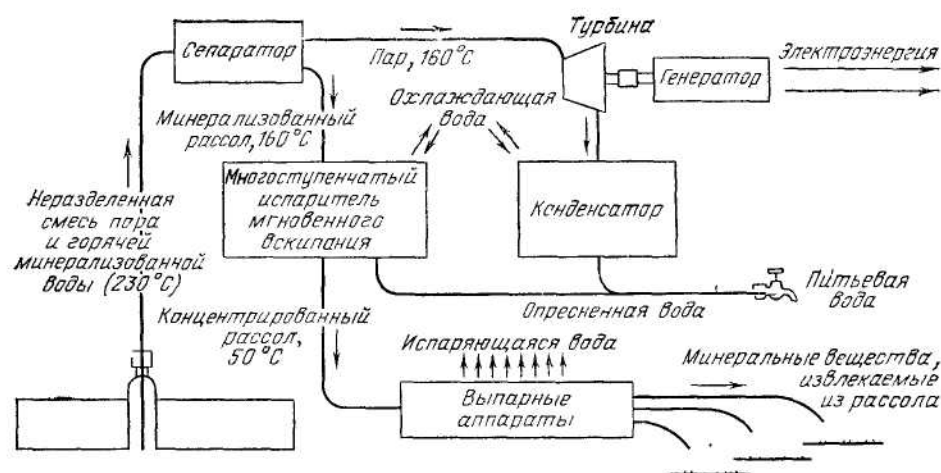


Рисунок 1. Схема многоцелевого использования геотермальных флюидов

Ввиду того, что цикл Ренкина на водяном паре является весьма неэффективным при низких температурах, были изучены в качестве рабочего тела другие вещества: аммиак,

изобутан, фторхлорпроизводные насыщенных углеводородов (фреоны). На рис. 2 показана типичная паротурбинная установка. Геотермальный флюид нагревает и доводит до кипения рабочее тело - (здесь — изобутан). Охлаждающая вода требуется для конденсации рабочего тела перед его повторным нагревом. Геотермальный флюид закачивается обратно под землю; благодаря этому не возникает никаких осложнений из-за выпуска газов в атмосферу или загрязнения поверхностных вод геотермальным рассолом.

Неводные рабочие тела, например, упомянутые выше вещества, имеют при одной и той же температуре более высокую плотность паров по сравнению с водяным паром и поэтому обеспечивают получение одинаковой мощности при меньших габаритах турбины. Однако подобные системы сложнее, чем системы с циклом мгновенного испарения, и довольно чувствительны к изменениям температуры на выходе турбины.

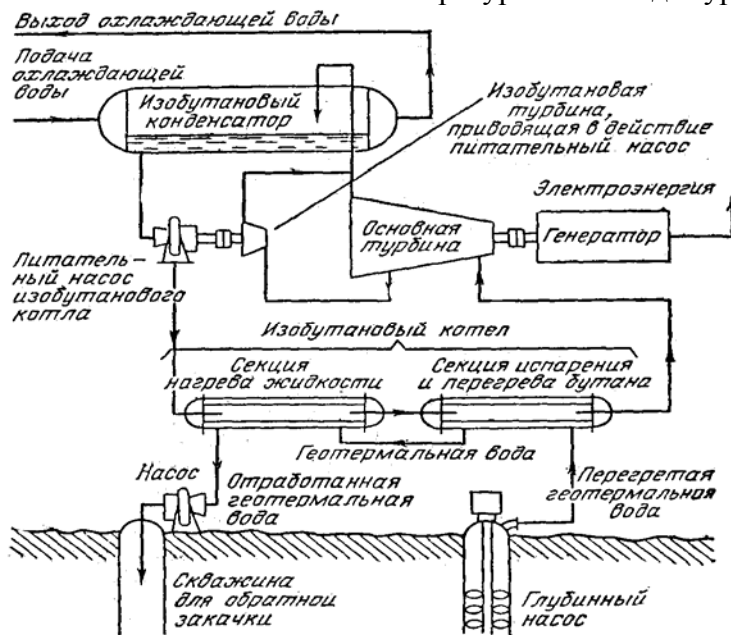


Рис. 2. Схема цикла паротурбинной установки, работающей на геотермальных флюидах с низким теплосодержанием

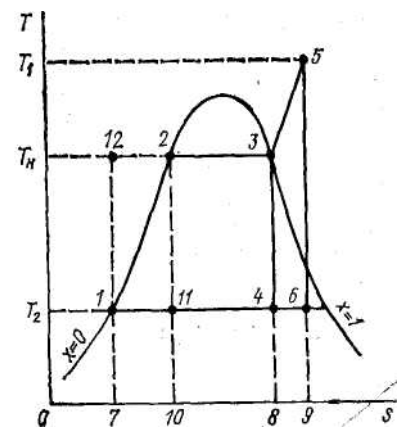


Рис.3. Диаграмма основного и добавочного циклов ПТУ

В качестве рабочих тел паротурбинных установок (ПТУ) могут быть использованы три группы веществ: вода, жидкие металлы и большое число разнообразных органических соединений (фреоны, дифенил, дифенилоксид, толуол и др.) Для сравнительной оценки этих веществ рассмотрим общие требования, предъявляемые к рабочим телам ПТУ.

Сформулируем требования к термодинамическим свойствам рабочих тел, оказывающим определяющее влияние на термический КПД прямого цикла η_t .

Основой для определения требований к термодинамическим свойствам рабочих тел ПТУ служит сформулированная и доказанная в [1] теорема, согласно которой при присоединении к циклу с термическим КПД η_t некоторого добавочного цикла с термическим КПД η_i суммарный термический КПД этих циклов будет определяться по формуле

$$\eta_{ic} = \eta_t \frac{1 + \aleph}{1 + \left(\eta_t \cdot \aleph / \eta_i \right)}, \quad (1)$$

где \aleph — отношение работы присоединенного к работе первого начального цикла (рис. 2).

При неизменных термических КПД слагаемых циклов термический КПД составного цикла будет тем больше, чем большая часть суммарной рабочей площади составного цикла 1—2—3—5—6—1 (рис. 2) приходится на долю слагаемых циклов с более высокими термическими КПД. В геометрической интерпретации это означает, что отношения должны быть как можно большими.

$$(4 - 6):(11 - 4):(1 - 11) = C_p \ln \frac{T_1}{T_n} : \frac{r_n}{T_n} : C_{ж} \ln \frac{T_n}{T_2} \quad (2)$$

Основной цикл – 1-2-3-4-1, добавочный цикл – 4-3-5-6-4.

Из (2) следует, что во всех случаях для повышения термического КПД цикла желательно иметь рабочее тело с низкой теплоемкостью жидкости и высокой теплоемкостью перегретого пара, теплота парообразования должна быть как можно большей. Поэтому для увеличения КПД необходимо рабочее тело с наибольшими значениями числа Клаузиуса $Kl = r/(C_{ж}T)$, отнесенного к температуре T_n . С ростом этого числа уменьшаются потери от неадиабатичности процесса 1—2, характеризуемые площадью $S_{12-2-1-12}$ на рис. 1., и увеличивается доля теплоты, подводимой при температуре T_n . Зависимость η_t от числа Клаузиуса выражается соотношением [2].

$$\eta_t = \eta_{кр} \frac{Kl}{Kl + \eta_{кр}}, \quad (3)$$

где $\eta_{кр}$ — КПД цикла Карно.

Рассмотрим теплотехнические свойства рабочих тел. Для улучшения теплогидравлических характеристик и снижения габаритных размеров теплообменного оборудования рабочее тело должно иметь высокую теплопроводность и малую вязкость.

Требования к молекулярному весу рабочего тела не являются однозначными. Так, с ростом молекулярного веса снижается величина изоэнтропного перепада энтальпий на турбине h_{TS} и увеличивается расход рабочего тела в ПТУ, а, следовательно, и габаритные размеры теплообменников. Одновременно при этом растет потеря энергии в турбине с выходной скоростью и затраты мощности на привод циркуляционного насоса, что ведет к снижению эффективного КПД ПТУ. С другой стороны, при малых h_{TS} появляется возможность использовать сравнительно дешевые одно-, трехступенчатые турбины, что способствует улучшению технико-экономических показателей ПТУ. Применение рабочих тел с большим молекулярным весом в ПТУ малой мощности дает возможность повысить КПД турбины за счет увеличения длины рабочих лопаток. Однако, при возрастании мощности турбин, значительные объемные расходы рабочего тела, при малых располагаемых тепलोперепадах препятствуют созданию плавной проточной части турбин, ограничивая тем самым их предельную мощность. В то же время предельная мощность турбин на рабочих телах с малым молекулярным весом (например, водой) ограничивается прочностными характеристиками длинных лопаток последней ступени.

Другой важной термодинамической и теплотехнической характеристикой рабочего тела является наклон пограничной кривой его пара на $T - S$ диаграмме. Энтропия насыщенного пара равна $s'' = s' + r/T$, а ее изменение $ds''/dT = (1/T)(C_{ж} + dr/dT - r/T)$. Производная dr/dT для всех веществ отрицательна. Следовательно, при отрицательной величине комплекса $(dr/dT - r/T)$ в зависимости от соотношения его абсолютного значения с теплоемкостью вещества на пограничной кривой жидкости энтропия насыщенного пара с ростом температуры может уменьшаться, как это и показано на рис. 1, оставаться неизменной или увеличиваться [1], последнее характерно для большинства ОРТ [1].

С термодинамической точки зрения желательно иметь рабочие тела с малыми отрицательными значениями ds''/dT . При положительных значениях производной ds''/dT процесс расширения в турбине заканчивается в области перегретого пара. Это создает весьма благоприятные условия для работы турбины, так как исключает появление конденсата в конце процесса расширения, соответствующие потери энергии, и эрозию лопаток рабочих колес, а также отпадает необходимость в перегреве пара перед подачей его в турбину. Однако температура торможения перегретого пара на выходе из турбины определяемая, прежде всего, давлением конденсации цикла, оказывается много выше нижней температуры цикла T_2 , что приводит к необходимости дополнительного отвода теплоты и соответствующему снижению

термического КПД цикла. Этот недостаток фазовой диаграммы рабочего тела устраняется введением в цикл регенерации. Однако она влечет за собой появление в технологической схеме ПТУ дополнительного агрегата-регенератора, за счет которого могут быть ухудшены технико-экономические показатели ПТУ в целом.

Следующей важной теплотехнической характеристикой рабочего тела является изменение давления рабочего тела в температурном диапазоне реализации прямого цикла. В наземных ПТУ давление насыщения рабочего тела желательно иметь несколько выше атмосферного с тем, чтобы предотвратить подсос воздуха в конденсаторы. В то же время прирост давления насыщения при верхней температуре цикла не должен быть особенно большим, что способствует снижению металлоемкости агрегатов высокого давления установки и упрощает конструкцию целого ряда их элементов, в частности уплотнений.

Естественно, что температура замерзания рабочего тела должна быть меньше температуры отвода теплоты от установки, определяемой, в том числе и условиями теплоотвода в окружающую среду. Одновременно с теплотехническими требованиями к рабочим телам ПТУ предъявляются также эксплуатационно-технологические требования (например: пожаро- и взрывобезопасность; нетоксичность; низкая коррозионная и эрозионная активность; высокая термическая и химическая стабильность, доступность и низкая стоимость).

Рассмотренные выше термодинамические, теплотехнические и эксплуатационно-технологические требования предъявляются к рабочим телам любых ПТУ безотносительно к используемому типу высокотемпературного источника теплоты. В то же время в зависимости от типа высокотемпературного источника теплоты на рабочее тело ПТУ налагается ряд дополнительных требований. Так, в ядерных ПТУ к их числу относятся низкая активация в нейтронном поле, высокая радиационная стойкость и др.

С позиций сформулированных требований оценим целесообразность и перспективы использования органических веществ качестве рабочих тел ПТУ, сравнивая при этом ОРТ с водой и жидкими металлами.

По термодинамическим и некоторым теплотехническим свойствам ОРТ существенно уступают воде и жидким металлам, которые с точки зрения термодинамической эффективности не имеют себе равных. Однако жидкие металлы обладают целым рядом серьезных недостатков: требуют больших затрат мощности на прокачку (в сочетании с низким КПД электромагнитных насосов это существенно снижает эффективный КПД ПТУ); оказывают сильное эрозионное и коррозионное воздействие на элементы установки, в связи с чем затрудняется выбор материалов конструкции, усложняется изготовление отдельных элементов (уплотнений, лопаток турбин и др.) и сокращается ресурс оборудования; являются токсичными и взрывоопасными. Указанные выше причины значительно тормозят развитие и совершенствование ПТУ с жидкометаллическими рабочими телами.

Вода по своим термодинамическим и теплофизическим свойствам превосходит ОРТ, как это видно из табл. 1 [3]. С ростом молекулярного веса снижаются критерия Клаузиса органических веществ.

Это ведет к росту потерь от неадиабатичности процессов нагрева жидкости в регенераторе и парогенераторе и уменьшению доли теплоты, подводимой к ОРТ в процессе его испарения, а в конечном счете обуславливает уменьшение термического КПД цикла. При одних и тех же условиях вода характеризуется наибольшими значениями коэффициентов теплоотдачи, а фреоны - наименьшим. Остальные ОРТ имеют коэффициенты теплоотдачи, располагающиеся внутри указанного диапазона. Для паров ОРТ при заданных температурах это соотношение может изменяться вследствие зависимости плотности паров от давления насыщения.

Другим недостатком ОРТ является их ограниченная термическая стойкость, под которой понимается способность теплоносителя длительное время сохранять свои свойства и физические свойства при термическом взаимодействии. Физические процессы, протекающие при термическом разложении ОРТ, достаточно сложны и до конца не изучены. Изменение

физических свойств ОРТ при термическом разложении связано с растворением продуктов разложения в первоначальном рабочем теле, в результате чего получается вещество с новым химическим составом.

Таблица 1 – Теплофизические и термодинамические свойства воды и органических веществ

| Рабочее тело | Молярная масса, кг/кмоль | Температура нормального кипения $T_{нк}$, К | Удельный объем при температуре нормального кипения $T_{нк}$, м ³ /кг | Температура термического разложения $T_{тр}$, К | Критерий Клаузиуса Kl | Коэффициент теплоотдачи жидкостями при 366К, Вт/(м ² ·К) | Изоэнтропный перепад энтальпий в турбине $h_{ТС}$, кДж/кг |
|--------------------|--------------------------|--|--|--|-------------------------|---|--|
| H ₂ O | 18 | 373 | 1,69 | - | 2,81 | 9300 | 338-1160 |
| CH ₃ OH | 32 | 337 | 0,80 | 348-503 | 2,16 | 3320 | 162-302 |
| CP-32 | 33 | 366 | 0,87 | 643-673 | 1,43 | 2700 | 186-534 |
| F-85 | 85 | 348 | 0,31 | 563-603 | 1,25 | 2410 | 70-186 |
| CP-25 | 92 | 383 | 0,34 | 673-698 | 0,66 | 2130 | 116-232 |
| R-11 | 137 | 297 | 0,17 | 423-448 | 1,04 | 1790 | 23-46 |
| R-113 | 187 | 321 | 0,14 | 348-503 | 0,69 | 1650 | 23-46 |

Интенсивность термического разложения ОРТ определяется целым рядом взаимосвязанных факторов: температурой и условиями нагрева; материалами, с которыми контактирует ОРТ в процессе нагрева; наличием кислорода в ОРТ и др. В качестве меры термической стойкости ОРТ наиболее часто используется температура его термического разложения $T_{т.р.}$. При этом надо иметь в виду, что она определяется по предельно допустимой степени разложения ОРТ применительно к конкретным условиям: и продолжительности нагрева.

Результаты многочисленных исследований по термической стойкости ОРТ [4] показывают, что наибольшими и примерно одинаковыми значениями $T_{т.р.}$ обладают дифенил и ДФС. Однако последняя выгодно отличается более низкой температурой плавления (287К и 342К).

Ограничения по термической стабильности обуславливают существенно меньшие (по сравнению с водой) значения изоэнтропного перепада энтальпий $h_{ТС}$ в ПТУ с ОРТ. Значения величины $h_{ТС}$ для воды и ОРТ представлены в табл.1. Из нее видно, что с ростом молярной массы значения $h_{ТС}$ убывают. Следствием этого являются два обстоятельства, во-первых, потребность в больших, по сравнению с турбинами водяного пара, расходах ОРТ для обеспечения одинаковых мощностей на валу; во-вторых, малые значения величины эквивалентных ему скоростей истечения C_{ϕ} .

Малые значения величины C_{ϕ} позволяют добиться удовлетворительных значений параметра u/C_{ϕ} (u - окружная скорость на среднем диаметре рабочего колеса турбины) при умеренных, угловых скоростях. Так, по данным [5], частота вращения теплофикационных органических турбин лежит в пределах 25 ... 50 с⁻¹, что дает возможность изготавливать диски рабочих колес из дешевой стали.

При малых значениях C_{ϕ} снижаются также ударные потери при подводе потока ОРТ к лопаткам рабочего колеса, а, следовательно, повышается лопаточный КПД турбины.

Большие массовые расходы ОРТ через турбину также обуславливают ряд особенностей органических турбин по сравнению с турбинами водяного пара. Вследствие высокой молярной массы ОРТ [см табл.1] удельный объем их перегретого пара в конце процесса расширения меньше соответствующего объема паро - водяной смеси.

У большинства ОРТ пограничная кривая пара в $T - S$ координатах имеет положительный наклон, поэтому процесс расширения ОРТ заканчивается в области перегретого пара, что

исключает, в отличие от турбин водяного пара, появление конденсата в конце процесса расширения, соответствующие потери энергии, а также эрозию лопаток рабочих колес. Другим фактором, создающим благоприятные условия функционирования лопаток рабочих колес, являются сравнительно низкие (не более 670 К) температуры ОРТ на входе в турбину. При таких температурах еще не проявляется явление ползучести, поэтому время нахождения лопаток под нагрузкой не оказывает влияния на прочностные характеристики материалов (конструкционных сталей).

Рассмотрев влияние свойств ОРТ на рабочие процессы и конструктивные особенности органических турбин, можно сделать вывод, что малые значения изоэнтальпий позволяют выполнить эти турбины одно-, трехступенчатыми, что существенно упрощает конструкцию турбин и снижает капитальные затраты на их изготовление по сравнению с многоступенчатыми турбинами водяного пара. Кроме того, к числу недостатков использования воды относится значительный рост давления насыщения P_s при увеличении температуры насыщенных паров T_s . Например, при $T_s = 643$ К для воды $P_s = 21,468$ МПа. Это усложняет создание агрегатов высокого давления для ПТУ, в том числе и турбин, и увеличивает их металлоемкость. У ОРТ, в отличие от воды, высоким температурам насыщения соответствуют низкие значения давлений насыщенных паров, в частности у ДФС при $T_s = 643$ $P_s = 0,694$ МПа. Отмеченное свойство благоприятно сказывается на создании агрегатов высокого давления ПТУ.

Большинство ОРТ характеризующиеся низкой температурой плавления. Это создает предпосылки к увеличению термического КПД ПТУ за счет расширения температурного диапазона реализации цикла вследствие снижения температуры конденсации, а также упрощает решение ряда эксплуатационных вопросов.

Важной эксплуатационно-технологической характеристикой ОРТ, а точнее - паротурбинных преобразователей на их основе, является хорошая совместимость с любыми источниками теплоты. Она обусловлена характерным для этих преобразований сочетанием низких верхних температур цикла, не превосходящих 670К, и высоких эффективных КПД, достигающих 30 %.

Паротурбинные установки с ОРТ находят достаточно широкое применение в различных отраслях энергетики.

Технические характеристики некоторых из этих установок представлены в табл. 2. При анализе перспективных областей применения ПТУ с ОРТ необходимо учитывать три условия. Первое - это отсутствие возможности форсирования верхней температуры цикла ПТУ вследствие ограничений по термической стабильности органических веществ; второе - достигнутый уровень верхних температур циклов энергетических установок других типов, представленных в табл. 3; третье - температурный потенциал имеющихся источников теплоты, которые с известной долей условности можно разделить на низкопотенциальные со значениями температур 350 ... 800К и высокопотенциальные с температурами больше 800К [6]. К числу низкопотенциальных источников относятся солнечное излучение при низкой степени концентрации лучистых потоков, геотермальные воды и бросовая теплота различных промышленных предприятий и энергетических установок. В группу высокотемпературных источников входят ядерные, радиоизотопные и высококонцентрированное солнечное излучение.

Из табл. 3 видно, что с учетом требуемого температурного напора в парогенераторе (примерно в 100К) низкопотенциальные источники теплоты целесообразно использовать в ПТУ с ОРТ. Применение в этих установках высокопотенциальных источников теплоты может быть оправданным лишь в случае, когда вследствие специфических условий применения установки на первый план выдвигаются такие требования, как компактность и малая масса, возможность надежного и длительного функционирования без технического обслуживания и т. д. [6].

Низкопотенциальные источники теплоты в свою очередь можно разделить на две основные группы: первая - геотермальные воды и солнечное излучение; вторая - бросовая

теплота, отводимая от различных технологических и энергетических установок. В настоящее время практически доказана целесообразность создания фреоновых энергетических установок, использующих теплоту геотермальных вод [6], и энергоустановок с бинарными водо- фреоновыми циклами [2].

Таблица 2 – Характеристики паротурбинных установок с органическими рабочими телами

| Рабочее тело | Источник энергии | Верхняя температура цикла | Мощность турбины, кВт | Частота вращения турбины, об/м | Полное время функционирования, ч | Число работающих установок |
|---|---------------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| R-11 | солнечный | 368 | 5 - 100 | 1500: 1800 | 4500 | 70 |
| R-114 CP-25 | Солнечный, нефть, То же, газ | 473 573 | 20 32 | 7500 19400 | 1000 2400 | 5 1 |
| R-114 Трихлорбензол Тетрохлорэтилен | Геотермальный | - 343 353 | 20 50 4 | 7500 6600 1200 | 1000- 1000 | 5 1 5 |
| R-114 | бросовый | 393 | 375 | 1800 | 6 лет | 1 |

Таблица 3. – Характерные значения верхних температур цикла и КПД различных энергетических установок

| Энергетическая установка | Верхняя температура цикла, К | кпд цикла Карно, % | Эффективный КПД, % |
|--------------------------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|
| ПТУ на органическом рабочем теле | 370—690 | 17—56 | 11—38 |
| ПТУ с водой в качестве рабочего тела | 810 | 63 | 43 |
| Двигатель Стирлинга | 1050 | 71 | 47 |
| Парогазовая | 1200 | 75 | 45 |
| Газотурбинная с регенерацией | 1200 | 75 | 37 |
| Газотурбинная без регенерации | 1200 | 75 | 25 |

В диапазоне верхних температур цикла 330 ... 670К паротурбинные установки с ОРТ по своим технико-экономическим показателям значительно превосходят пароводяные, что создает благоприятные условия использования их для непосредственной утилизации геотермальной теплоты и бросовой теплоты отходящих газов с температурами ниже 770 К.

Список литературы

1. Дунаевский Н.И. Бинарные циклы. Проблемы не водяных паров в паросиловых установках. М.; Л.; Госэнергоиздат. 1934. 120 с.
2. Канаев А.А., Копп И.З. Неводяные пары в энергомашиностроении. Л.; Машиностроение, 1973. 216 с.
3. Krazinski J. L., Вуко Е.Н., Вушби Н.М. Comparison of working fluids in organic Rankine cycle waster heat recovery systems // JECES, 1981. N. 819611. P. 1375-1381
4. Бабилов Ю. М., Рассказов Д. С. Органические и кремнийорганические теплоносители. М.: Энергия. 1975. 272 с.
5. Использование органических теплоносителей в качестве рабочего тела ядерных энергетических установок //В.А. Черняев, Ю.И. Корякин, А.А. Логинов и др. //Исследования по применению органических теплоносителей – замедлителей в энергетических реакторах. М.: Атомиздат, 1964, с. 63-69
6. Грилихес В.А., Гришутин М.М., Евсеев В.С. Паротурбинные установки с органическими рабочими телами и перспективы их применения в гелиоэнергетике (обзор) // Гелиотехника, 1978, № 4. с. 3-118

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДВУХФАЗНЫХ СТРУЙНЫХ АППАРАТОВ

Вайнштейн С.И.* , Севастьянов А.П.** , Севастьянов Ю.А.** , Шпильрайн Э.Э.*

(Институт высоких температур РАН*, Московский энергетический институт (технический университет)** Москва, Россия)

Струйными аппаратами (СА) называются аппараты, в которых происходит смешение и обмен энергией двух потоков разных давлений с образованием смешанного потока с

промежуточным давлением [1]. Более точно можно говорить об образовании смешанного потока с промежуточной скоростью, ибо последнее выполняется в СА всегда, в то время как утверждение [1] в ряде случаев, в частности, в СА с фазовыми переходами - конденсационных инжекторах (КИ) нарушается. В КИ возможно получить давление торможения смешанного потока выше давлений торможения любого из потоков, поступающих на вход в СА.

Работа конденсационного инжектора (КИ) основана на принципе преобразования энтальпии пара в его кинетическую энергию и передаче ее струе инжектируемой жидкости. Это позволяет получить превышение давления торможения выходящей из КИ жидкости над давлениями торможения жидкости и паровой струи на входе в КИ для ее прокачки по сети или для совершенно иной полезной работы. Это достигается путем разгона инжектируемой жидкости в камере смешения (КС) инжектора высокоскоростной паровой струей при одновременной конденсации пара, так что увеличивается количество движения всей жидкой фазы, и затем торможение образовавшегося двухфазного потока в диффузоре (рис.1). Создаваемый перепад давления между выходом и входом КИ может быть использован для прокачки среды по какой-либо линии или для получения полезной работы.

В XX веке КИ использовались в основном в качестве питательных насосов для локомотивов, паровозных котлов и котлов небольшой мощности. Их назначение заключалось в том, чтобы паром из котла закачать воду, взятую при атмосферном давлении в котел. Поэтому в этом случае не было необходимости повышать давление смешанного жидкостного потока существенно выше котлового давления.

Развитие новых направлений в технике вызвало новую волну интереса к двухфазным струйным аппаратам и, в частности, к их способности развивать высокий насосный эффект. Этому способствует сравнительно простое их устройство, несложная технология изготовления, отсутствие движущихся частей, возможность эффективной работы в качестве циркуляционных устройств в разнообразных системах.

На рис. 1 приведен типовой профиль проточной части КИ и распределение статического давления по проточной части КИ в режимах: предпусковом; запуска; с противодавлением.

Утверждают, что общим недостатком СА является их низкий КПД. Это объясняется, прежде всего, наличием диссипативных потерь, поскольку в основе механизма обмена количеством движения лежит механизм вязкого трения между инжектируемой и рабочей средами.

Действительно, так называемые ударные потери являются неотъемлемой частью работы любого СА. Снизить указанные потери можно только снижением различия в скоростях рабочего и пассивного потоков сред, что не всегда возможно и нужно, и определяется структурой и назначением энергетической или технологической схем и назначением в ней СА.

Более важным является осуществление процесса смешения и разгона жидкости с минимальными другими соответствующими процессу разгона и конденсации потерями и организация рационального процесса преобразования кинетической энергии смешанного потока в потенциальную энергию. Эффективность СА можно оценить различными КПД в зависимости от его назначения и расположения в схеме.

Достаточно часто представляет интерес КПД струйного насоса как разгонного устройства (внутренний КПД) как отношение кинетической энергии смешанного потока к кинетической энергии потоков на входе в СА [2]

$$\eta_i = \frac{E}{E' + E''} = \frac{(G_{ж0} + G_{п0}) \cdot C_{10}^2 / 2}{G_{ж0} \frac{C_{ж0}^2}{2} + G_{п0} \frac{C_{п0}^2}{2} + \Delta E},$$

где $C_{ж0}$, $C_{п0}$, C_{10} – скорости жидкости, пара на входе в струйный насос, смешанного потока на выходе из него; ΔE – дополнительный (возможный) разгон пара в КС; G – расход.

Как показали экспериментальные исследования, проводившиеся в течение последних лет (прежде всего в ИВТ РАН и МЭИ) струйные аппараты нового поколения (такие, в которых

давление жидкости P_0 на выходе из аппарата значительно превышает, при определенных условиях, не только давление жидкости $P_{ож}$, но и давление пара $P_{оп}$ на входе в аппарат в несколько раз). Они обладают некоторыми особенностями работы и соответственно особенностями в конструкции. К таким отличительным особенностям следует отнести:

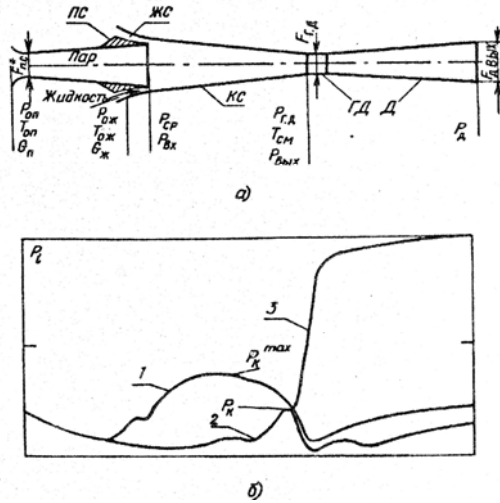


Рис. 1. Профиль проточной части КИ (а) и распределение статического давления по проточной части КИ (б) в режимах: предпусковом (1); запуска (2); с противодавлением (3): ПС - паровое сопло; ЖС - жидкостное сопло; КС - камера смешения; ГД - горло диффузора; Д - диффузор.

- Статическое давление на срезах парового и жидкостного сопла в рабочих режимах не зависит от величины противодавления, т.е. расход через аппарат остается неизменным при изменении нагрузки (противодавления).
- Рабочие режимы течения реализуются со скачком давления в диффузоре (сопровождаются скачкообразным повышением давления). Причем протяженность скачка, его положение и величина (интенсивность) в значительной степени зависят от величины противодавления. С увеличением противодавления скачок давления перемещается по диффузору в сторону сопла, протяженность его уменьшается, интенсивность растет. Максимальному противодавлению в данном режиме соответствует расположение скачка давления перед горловиной диффузора в камере смешения. Причиной скачка уплотнения является внешнее противодавление на выходе из аппарата.
- Течение в камере смешения перед скачком уплотнения сверхзвуковое. Повышение давления в скачке определяется числом Маха. Поэтому при заданном расходе смеси (скорость потока) нужно стремиться получить минимально возможное значение скорости звука в камере смешения перед скачком давления (т.е. создать структуру потока, отвечающую минимальной скорости звука).
- Важным геометрическим фактором, определяющим получение высоких давлений P_0 , является отношение площади камеры смешения на срезе сопел к минимальной площади камеры смешения, а не только значения $\bar{F}_{ГД}$ и $\bar{F}_{ЖС}$.
- В отличие от струйных аппаратов – парожидкостных инжекторов и струйных подогревателей, описанных в [1], геометрия новых типов струйных насосов должна быть организована таким образом, чтобы жидкость пассивного потока была раздроблена активным потоком. Это является необходимым для реализации сверхзвукового режима течения и существования скачка давления. Существование диспергированной фазы должно накладывать ограничение не только на соотношение площадей, но и на абсолютные поперечные размеры.
- Уменьшение площади выходного сечения камеры смешения приводит к появлению положительного градиента давления в конце камеры смешения, величина которого возрастает по мере уменьшения $F_{ГД}$. Это явление должно накладывать ограничения на устойчивость работы на пути поисков путей повышения $P_д/P_{ож}$, $P_д/P_{оп}$.

Процессы взаимодействия разнотемпературных и разноскоростных потоков в канале переменного сечения при наличии фазовых переходов и изменения структуры очень сложны и требуют самостоятельных детальных исследований.

Авторами работы проведены обширные и полномасштабные экспериментальные исследования режимов работы и диапазонов работы, характеристик, взаимного влияния

режимных параметров и геометрических факторов, особенностей структуры течения в проточной части, широком диапазоне изменения режимных параметров и геометрических факторов: $P_{оп} = 0,1 \div 1,5 \text{ МПа}$, $P_{ож} = 0,1 \div 1 \text{ МПа}$, $\bar{F}_{гд} = 2,0 \div 0,077$, $\bar{F}_{жс} = 6,0 \div 0,5$, $U = 2 \div 150$, $X_{оп} = 0,01 \div$ перегретый пар, $T_{оп} = 400 \div 550 \text{ К}$, $T_{ож} = 277 \div 303 \text{ К}$, $L_{кс} = 100 \div 600 \text{ мм}$, различная конфигурация КИ и диффузора. Были проведены измерения импульса истекающей из КС струи, что позволило определить коэффициент скорости $\varphi_{кс}$ в КС.

Все это дало возможность создать обоснованную методику расчета конденсационного инжектора нового поколения – струйного двухфазного насоса-конденсатора (СДНК), разработать карту рабочих режимов, определить его предельные возможности и значения по насосному эффекту и геометрическим соотношениям, указать пути достижения предельных характеристик, разработать способы запуска СДНК в энерготехнологических схемах. [2,3].

Представим некоторые результаты и анализ экспериментальных данных

Диапазон работы СДНК по U ограничен некоторым минимальным U_{\min} и максимальным U_{\max} значениями коэффициента инжекции. В проведенных расчетах установлено, что оба эти значения определяются границами существования устойчивого сверхзвукового течения двухфазного потока при α_1 стремящемся к единице и к нулю соответственно; когда число $M_1 = C_1 / a_1$ приближается к единице, скачок давления в горловине СДНК [1] вырождается. Происходит это вследствие уменьшения $\varphi_{кс}$ при U , стремящемся к U_{\min} , что приводит к малым значениям C_1 при α_1 , стремящемся к единице, и при уменьшении C_{10} с приближением U к U_{\max} одновременно с увеличением α_1 вследствие стремления α_1 к нулю. Таким образом, диапазон работы СДНК по U ограничен одним условием $M_1 > 1$.

На рис.2 представлена область рабочих значений U для различных СДНК при условии $P_0 / P_{оп} = const$, $\bar{F}_{жс} = 1,2$, $T_{оп} = 543 \text{ К}$, $T_{ож} = 277 \text{ К}$, $P_{оп} = 0,4 \text{ МПа}$, $M_{пс} = 2,08$, $\gamma_{кс} = const$, $P_{ож} = var$, $L_{кс} = var$; $d_{пс}^{кп} = 0,018 \text{ м}$. Видно, что "чистый" насосный эффект $P_0 / P_{оп} \geq 1$ при $P_{оп} > P_{ож}$ ограничен не только по U , но и по $\bar{F}_{гд}$ при заданных условиях $\bar{F}_{гд}^{\max} = 0,8$, $\bar{F}_{гд}^{\min} = 0,13$. Справа от линии $P_{ож} = P_{оп}$ значения $P_{ож} < P_{оп}$, слева - $P_{ож} > P_{оп}$ и эта область здесь не рассматривается.

Отметим, что наибольшего значения $P_0 / P_{оп} = 4,5$ удается достичь при $\bar{F}_{гд} = 0,2$ и $U = 13$. Для $\bar{F}_{жс} = 1$ и $P_{оп} = 0,3 \text{ МПа}$ из опытных данных можно выбрать также область $P_0 / P_{оп} \geq 1$. Эта область показана на рис.2. Чем выше $P_0 / P_{оп}$, тем уже диапазон по U и $\bar{F}_{гд}$.

Приведенная в [3] методика расчета характеристики СДНК с учетом экспериментальной зависимости скорости $\varphi_{кс}$ потока в КС дает удовлетворительную точность расчета $P_0(U)$ для $\bar{F}_{гд} = 0,15 \div 1$, т.е. во всем диапазоне, представляющем практический интерес для эксплуатации аппарата данного типа. При $\bar{F}_{гд} > 1$ насосный эффект $P_0 / P_{оп} > 1$ при $P_{ож} \ll P_{оп}$ недостижим, а при $\bar{F}_{гд} < 0,15$ диапазон рабочих значений U настолько мал, что регулирование работы технологической линии с таким СДНК практически невозможно.

Например, для $\bar{F}_{гд} = 0,077$ работа аппарата при $P_{оп} = 0,36 \text{ МПа}$ ограничена $U = 6,7 \div 8,1$, а сложность (из-за очень небольшого зазора) установки $\bar{F}_{жс} = 1$ для кольцевой щели столь велика, что погрешность в 0,1 мм в расположении среза парового сопла в жидкостном сопле при $\gamma_{жс} = 26^\circ$ и наружном диаметре среза сопла 32 мм приводит к погрешности 12% в $\bar{F}_{жс}$.

В процессе опытов с перемещающимся паровым соплом погрешность определения $\bar{F}_{жс}$ еще более высока не только из-за конструкции СДНК (несоосность, большая база для определения малого размера, неточность профиля жидкостного сопла), но из-за теплового расширения сопел и углов аппарата. Влияние же $\bar{F}_{жс}$ на характеристики СДНК при очень малых $\bar{F}_{гд}$ чрезвычайно велико, особенно в области значений $\bar{F}_{жс}$ близких к единице.

Отметим, что данная методика является полуэмпирической, легко отлаживаемой на разные диапазоны параметров при небольшом начальном наборе опытных данных, что резко сокращает расходы времени, средств и людских ресурсов на получение достаточно точной методики расчета СДНК в необходимом диапазоне параметров (для разных веществ).

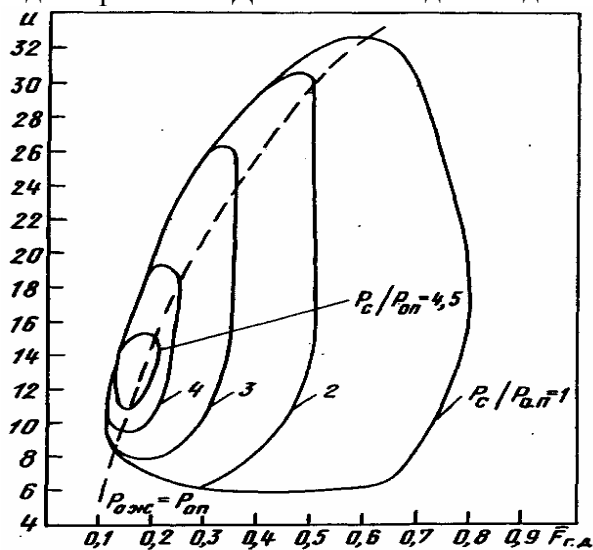


Рис.2. Область рабочих режимов струйного конденсирующего аппарата

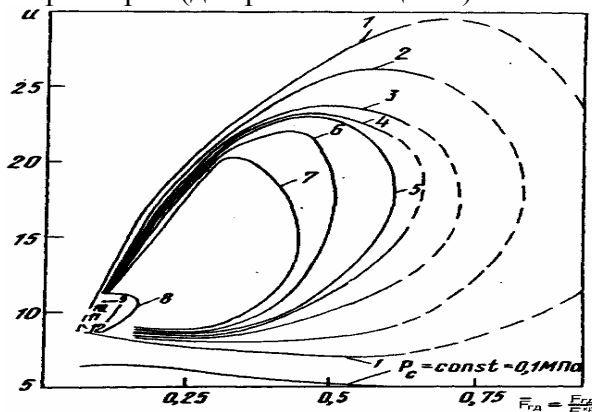


Рис.3. Экспериментальные данные по области рабочих режимов СДНК ($\bar{F}_{жс}=1\div 1,2$; $M_{нс}=2,08$; $P_{он}=0,3\text{МПа}$; $t_{он}=220\div 240^{\circ}\text{C}$; $t_{ож}=4\div 22^{\circ}\text{C}$)
 $P_c/P_{он}$: 1- 1,0; 2- 1,2; 3- 1,3; 4- 1,4; 5- 1,45; 6- 2,0; 7- 2,33; 8- 2,84; 9- 4,7; 10- 5,0; 11- 5,6

Карты рабочих режимов СДНК, приведенные для разных моделей на рис.4-6 представляют собой совокупность линий $P_{\delta}^{раб} = const$ в координатах $(G_{п}, U)$ или $(G_{п}, G_{ж})$. Внутренняя область, ограниченная какой-либо линией, соответствует области устойчивых режимов работы СДНК, поскольку давление, развиваемое аппаратом, превышает в этой области заданное значение $P_{\delta}^{раб}$. На карту могут наноситься линии постоянных значений $G_{ж}$, или U , T_c или $P_{ож}$, $\eta_{рв}$, или $\eta_{отн}$ и т.д., что является удобной формой представления области рабочих режимов конкретного аппарата при заданных условиях. Карта рабочих режимов строится либо для фиксированных $t_{он}, t_{ож}, \varphi_{нс}, \varphi_{жс}, \eta_{\delta}$, либо для таких значений этих параметров, которые имеют известную связь $P_{оп}, G_{п}, G_{ж}$ или U .

Карта рабочих режимов для модели СДНК – 0,309/1,2 отличается от карты для плоскопараллельной модели [2] узким диапазоном по U и меньшим влиянием P_c на U_{max} , т.е. линии $P_c^{раб} = const$ сливаются в одну при меньших $G_{п}$. Линии $G_{ж} = const$ на карте $G_{п}(U)$ представляют собой гиперболу $G_{п} = G_{ж} / U$, а $U = const$ на карте $G_{п}(G_{ж})$ прямую линию $G_{п} = \frac{1}{U} G_{ж}$.

Карта $G_{п}(G_{ж})$ в области малых $G_{п}$ сильно ограничена по диапазону $G_{ж}$, особенно со стороны малых расходов жидкости.

Карта рабочих режимов важна для выбора закона регулирования СДНК в технологической схеме или установке, т.к. наглядно показывает, в каком диапазоне начальных параметров при отклонении хотя бы одного из них от заданного значения должны находиться остальные, чтобы аппарат работал устойчиво, а также какую траекторию изменения параметров должен выбрать оператор при переходе от одного режима к другому.

И, наконец, карта рабочих режимов необходима для окончательного выбора совокупности начальных параметров при проектном расчете, так как обычно в уравнении

$$F_{гд} = f(P_{оп}, T_{оп}, G_{п}, P_{ож}, T_{ож}, G_{ж}, P_c^{раб})$$

часть параметров может варьироваться в некотором диапазоне, характерном для конкретной технологической линии или установки. Решение оптимизационной задачи для аппарата обычно не совпадает с решением оптимизационной задачи для установки, поэтому

допустимо определенное смещение рабочих режимов от номинальной рабочей точки, на которую проектируется СДНК. Если, например, диапазон работы номинального аппарата очень узок, то при сравнительно небольших $\Delta \bar{P}_c$ можно выбрать аппарат с большей $\bar{F}_{гд}$ за счет уменьшения при прочих равных условиях. Что видно на рис. 7.

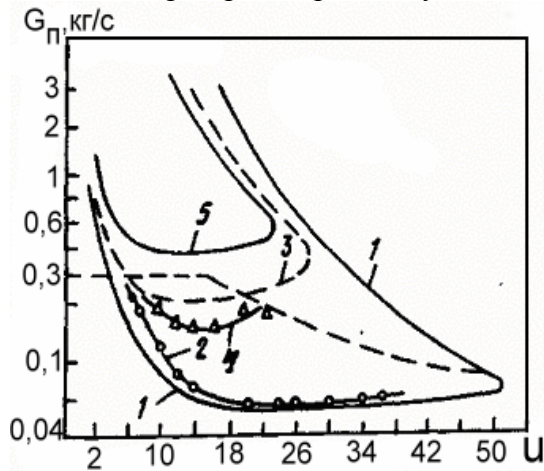


Рис.4. Карта рабочих режимов плоскопараллельной модели СДНК – 0,6/2,3 П в координатах $G_n(U)$
 1 – $P_c = \text{const} = 0,1$ МПа (расчет: захлебывание и запаривание); 2 – $P_o = 0,1$ МПа (эксперимент); 3 – $P_o = 0,52$ МПа (расчет); 4 – $P_o = 0,52$ МПа (эксперимент); 5 – $P_o = 1$ МПа

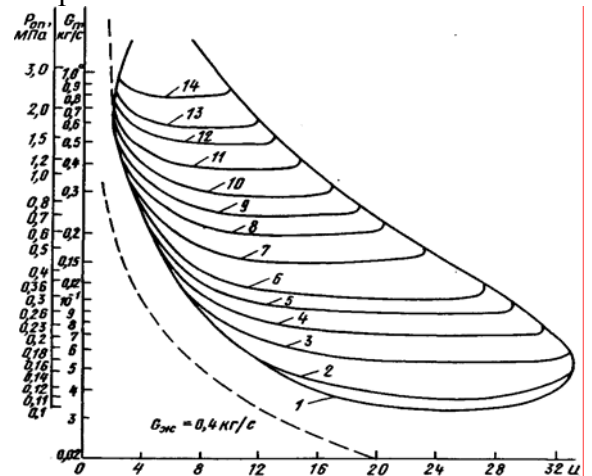


Рис.5. Карта рабочих режимов СДНК - 0,309/1,2 в координатах $G_n(U)$. $\bar{F}_{гд} = 0,309$; $\bar{F}_{жс} = 1,2$; $t_{оп} = 270^0\text{C}$; $t_{ож} = 4^0\text{C}$;
 $\varphi_{пс}, \varphi_{жс}, \eta_o = \text{const}$; $P_o, \text{МПа}$: 1 – 0,1; 2 – 0,2; 3 – 0,4; 4 – 0,6; 5 – 0,8; 6 – 1,0; 7 – 1,5; 8 – 2,0; 9 – 2,5; 10 – 3,0; 11 – 4,0; 12 – 5,0; 13 – 6,0; 14 – 8,0.

Это возможно из-за изменения $\bar{F}_{жс}$ и $\varphi_{жс}$. Простое изменение размеров аппарата (подобные геометрии) в определенном диапазоне абсолютных размеров не приводит к изменению характеристики СДНК.

Результаты работы позволяют произвести расчет СДНК на основе коэффициента скорости КС ($\varphi_{жс}$) и рассчитать его напорно-расходные характеристики в схеме энергетической установки во всем диапазоне параметров и геометрических соотношений, представляющих практический интерес.

Перспективы использования СДНК в новых областях техники

Приведем некоторые примеры возможностей применения СДНК в технике. В настоящее время актуальной задачей является проблема использования СДНК в установках для производства электроэнергии низкопотенциальной теплоты (энергоёмких производств, геотермальных вод, сконцентрированного солнечного излучения и др.). О значимости этой проблемы для народного хозяйства свидетельствуют, в частности, такие цифры: потери с теплотой колошникового газа, температура которого на выходе из доменной печи находится в пределах 520-620К, составляют 35000 т условного топлива на 1 млн. т выплавляемого чугуна. Поэтому в нашей стране и за рубежом проявляется повышенный интерес к паротурбинным установкам (ПТУ) с органическими рабочими телами (ОРТ). Эти установки в силу благоприятного сочетания теплофизических и эксплуатационно-технологических свойств ОРТ при верхних температурах цикла, не превышающих 650К, имеют лучшие технико-экологические показатели по сравнению с ПТУ на воде и жидких металлах [4].

Одновременно с общепромышленной энергетикой, ПТУ с ОРТ являются весьма перспективными для ряда областей автономной энергетики (космической, подводной), где хорошие эксплуатационно-технологические свойства органических веществ способствуют обеспечению высокой надежности установок в условиях длительного функционирования при незначительном объеме технического обслуживания. Наконец, на основе ПТУ создаются энергохолодильные установки (ЭХУ), предназначенные для одновременного снабжения потребителей электроэнергией и холодом.

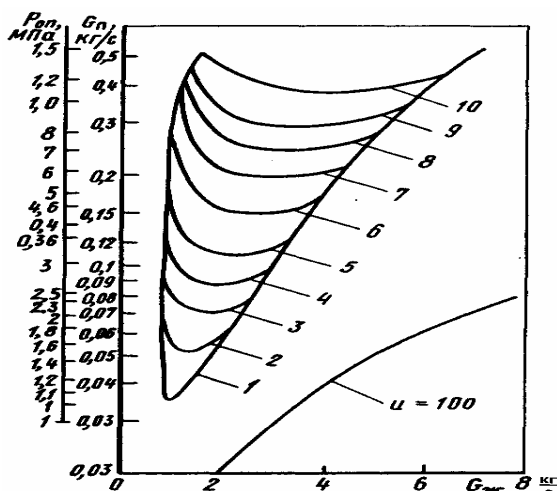


Рис.6. Карта рабочих режимов СДНК -0,309/1,2 в координатах $G_n(G_{жс})$.
 P_d , МПа: 1 - 0,2; 2- 0,4; 3- 0,6; 4- 0,8; 5- 1,0; 6- 1,5; 7- 2,0; 8- 2,5; 9- 3,0; 10- 4,0;

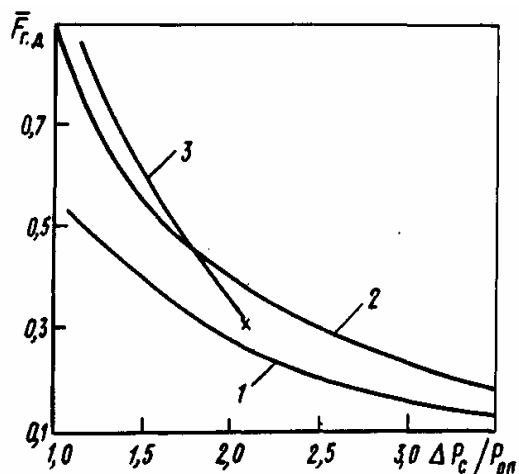


Рис.7. Влияние G_n на проектные значения $\bar{F}_{г.д}$: $G_{жс}=1,11 \text{ кг/с}$; $P_{ожс}=0,11 \text{ МПа}$; $t_{он}=270^{\circ}\text{C}$; $t_{ожс}=4^{\circ}\text{C}$; $P_{он}=0,4 \text{ МПа}$; $\varphi_{кв}$ по [2]; G_n , кг/с: 1- 0,2; 2- 0,13; 3- 0,07.

У ряда ОРТ, в частности, у дифенильной смеси (ДФС) высоким температурам насыщения соответствуют низкие давления насыщенных паров, что ограничивает нижнюю температуру цикла технически достижимым вакуумом в конденсаторах. Так, при $T_s=373\text{K}$ $P_s=588 \text{ Па}$, в то время как минимально допустимое давление в поверхностных конденсаторах равно 2500 Па . Поэтому в ПТУ с ДФС для преодоления трудностей, связанных с реализацией низких давлений в поверхностных конденсаторах, а также для обеспечения условий безкавитационной работы циркуляционных механических насосов, используют конденсирующие инжекторы (КИ), работа которых с ДФС экспериментально проверена вплоть до давлений порядка 500 Па [4]. Кроме того, на рабочие процессы КИ не оказывают влияния невесомость и знакопеременные нагрузки, действующие на космические аппараты. Поэтому применение КИ и змеевиковых парогенераторов в космических ПТУ существенно упрощает организацию процессов теплообмена с изменением агрегатного состояния рабочего тела. В ПТУ с ДФС КИ выполняет две функции: конденсации рабочего тела энергетического контура и повышения давления конденсата. В некоторых случаях оказывается энергетически более выгодным повысить давление конденсата до верхнего давления цикла лишь посредством КИ, исключая тем самым, из числа элементов, ПТУ, функционирующих на стационарном режиме, механический насос, что дополнительно увеличивает надежность установки. Естественно, что для достижения значительных давлений необходимо использовать СДНК.

Следующие направления использования СДНК – увеличение коэффициента нефтеотдачи пластов. Особое место среди новых методов отводится тепловым методам воздействия на пласт, имеющим важные преимущества перед большинством физико-химических методов [5]. Первоочередные объекты для тепловых методов – месторождения высоковязкой и высокопарафинистой нефти, где другим способом извлечь нефть из пласта не удастся. На территории бывшего СССР таких месторождений сотни, запасы нефти в которых исчисляются десятками миллиардов тонн. Чаще всего в пласт закачивается горячая вода высокого давления. Известно несколько способов нагрева и подачи горячей воды в нефтеносный пласт с целью теплового воздействия для повышения нефтеотдачи. Одним из способов приготовления горячей воды является подогрев ее, подаваемой под высоким давлением, путем смешения с паром. Недостатком известной схемы является то, что пар, смешиваемый с водой, должен иметь давление не ниже устьевого давления термонагнетальных скважин. Этот недостаток устраняется при использовании СДНК, когда теплоноситель высокого давления и температура получается в СДНК за счет смешения пара с жидкостью, имеющими каждый более низкое давление, чем устьевое. За счет рациональной организации процесса смешения часть энтальпии пара превращается в потенциальную энергию жидкости на выходе из аппарата (процесс непосредственной затраты механической энергии), остальная идет

на увеличение температуры. Следует отметить, что в этом случае химически очищенная вода расходуется только на приготовление пара; в СДНК подается техническая или пластовая вода; используются менее мощные механические насосы (дополнительное повышение давления нагнетаемой в скважину воды происходит в СДНК); увеличивается надежность работы схемы в целом; улучшается экологическая обстановка за счет многократного использования пластовой воды; парогенераторы работают в штатном режиме и т.д. Можно использовать СДНК в скважинном исполнении в качестве насоса для подъема продукции на поверхность при относительно низких пластовых давлениях. Использование подобных (наземного и скважинного) аппаратов позволит расширить диапазон условий применения существующих парогенераторов для термовоздействия на пласты, требующие повышенных репрессий.

Назовем еще несколько направлений применения СА-конденсационных инжекторов:

- двухфазные СА используются для создания движущей силы при перемещении в подводном и надводном положениях;
- в качестве регенеративных подогревателей смешивающего типа;
- в ядерной энергетике для обеспечения циркуляции теплоносителя в ядерных реакторах.

Экономические и эксплуатационные преимущества системы циркуляции со СА заключается в снижении капитальных затрат на насосные установки из-за уменьшения числа насосов, а, следовательно, и наружных контуров числа крупных патрубков на корпусе реактора, кроме того, улучшаются условия для естественной циркуляции теплоносителя и исключается осушение активной зоны при разгерметизации первого контура. В настоящее время системы циркуляции теплоносителя со СА широко применяются на АЭС с кипящими реакторами ВВР-6.

Анализ эксплуатации котельных установок показал, что срок службы сетевых насосов обычно составляет 5-6 лет. Основными причинами этого являются выход из строя электродвигателей, а также износ рабочих колес насосов вследствие воздействия горячего теплоносителя. Обслуживание электрических перекачивающих насосов требует постоянного присутствия обслуживающего персонала в котельных.

Следует отметить, что производители сетевых насосов ПО "Ливгидромаш" (Россия) и ПО "Насосэнергомаш" (Украина) сократил их выпуск, а, следовательно, резко возросла их стоимость. В этих условиях проблема устранения дефицита насосных агрегатов приобретает особое значение.

Широкое распространение систем централизованного теплоснабжения в жилищно-коммунальном хозяйстве города требует поиска новых подходов к проблеме перекачки теплоносителя по тепловым сетям к потребителю, снижения расхода электроэнергии и повышения эффективности работы систем теплоснабжения в целом. Одна из проблем, которая может быть эффективно решена – это замена мощных сетевых электрических насосов на конденсационные инжекторы, несомненно, представляет значительный экономический и научный интерес.

Предполагается использовать КИ для паротушения при локализации ядерной аварии и преобразовании тепловой энергии в установках термоядерного синтеза. Можно назвать ещё много возможных применений струйных аппаратов. Многофункциональность (насосный эффект, разгон жидкости, конденсация пара, смешение сред, подогрев или охлаждение одной из сред), конструктивная простота и высокая технологичность изготовления, малые масса и габариты, связанные с высокой энергонапряженностью процессов, отсутствие подвижных рабочих органов, полная герметичность, легкость компоновки с другими элементами установок, надежность в эксплуатации и повышенный ресурс – вот те качества, которые делают возможным использование СА в самых разнообразных условиях.

Список литературы

1. Соколов Е.Я., Зингер Н.М. Струйные аппараты. Энергия. 1990.
2. Вайнштейн С.И., Севастьянов А.П. Оптимальная площадь горла диффузора конденсационного инжектора: Препринт. М.: Изд-во МЭИ. 1992. №05-21.
3. Севастьянов А.П. Струйный двухфазный насос – конденсатор. Препринт. М.: Изд-во МЭИ. 1993. №08-30.

4. М.М. Гриштуин, А.П. Севастьянов, Л.И. Селезнев, Е.Д. Федорович. Паротурбинные установки с органическими рабочими телами / – Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние. 1988. – 219 с.: ил. – (экономия топлива и энергии).

5. Люри И.В., Романов Б.А. Оборудование для добычи нефти при тепловом воздействии на пласт. – М.: Недра. 1979. – 278 с.

УДК 662.769.2 : 330.133.8

СТРАТЕГИЯ ПЕРЕХОДА К ВОДОРОДНОЙ ЭКОНОМИКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ТЯЖЕЛО НАГРУЖЕННЫХ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ МЕГАПОЛИСОВ И НЕОБХОДИМОСТЬ ПРОРАБОТКИ ДОЛГОСРОЧНЫХ ПЕРСПЕКТИВ ДОНБАССА

Гольцов В.А.^{1,2}, Везироглу Т.Н.^{2,3}, Гольцова Л.Ф.^{1,2}

(Донецкий национальный технический университет¹, International Association for Hydrogen Energy²; NIDO-ICHET³)

Рассмотрена стратегия постепенного перехода Донбасса к водородной экономике, основанная на том, что Донбасс – угледобывающий регион. Газогенераторный газ (синтез-газ), получаемый газификацией угля, должен занять все расширяющуюся нишу среди энергоносителей, используемых в индустрии Донбасса.

1. Введение

Ограниченность мировых запасов нефти и природного газа, перманентное повышение их цены и нарастающие экологические проблемы обуславливают переход мировой экономики на новый энергоноситель – водород, при сжигании которого образуется только вода.

Осознание этой неизбежной перспективы развития мировой экономики в середине 70-х годов XX столетия стимулировало учреждение Международной ассоциации водородной энергетики (Майами, США) – идеолога развития человечества по направлению экологически чистого вектора “Водородная энергетика → Водородная экономика → Водородная цивилизация” [1]. В 70– 80-е годы сформировалось мощное мировое водородное движение, а начиная с 90-х годов XX столетия, развитие водородной энергетики и водородной экономики вступает в этап активной коммерциализации.

В начале XXI века проблема нефти и газа встала перед мировой экономикой в абсолютно острой форме. Действительно, по оценкам специалистов в настоящее время прирост мирового потребления нефти уже не покрывается открытием новых месторождений, что уже диктует негативные геоэкономические и геополитические решения. Прогнозируется, что к ~2030 г. мировая экономика начнет испытывать реальный, весьма существенный дефицит нефти и газа со всеми вытекающими отсюда геопоследствиями. Поэтому постепенный переход мировой экономики на новые энергоносители (водород и водородосодержащие синтетические газообразные топлива) является уже в настоящее время суровой необходимостью. Более 50 стран мира уже имеют (или планируют иметь) национальные программы перехода к водородной экономике. Приведем для иллюстрации лишь несколько наиболее ярких примеров.

США (решение президента Буша, принятое Конгрессом) планируют к 2020 г. заменить половину потребляемой нефти водородом. При этом будут решены не только собственные энергетические проблемы, но и будет достигнута высокая степень энергетической независимости (Hydrogen Security). Япония на уровне правительства планирует рост выпуска водородных автомобилей в следующих масштабах: 2010 г. – 50 тыс., 2020 г. – 5 млн., 2030 г. – 15 млн., а далее выпуск водородных автомобилей будет регламентировать рынок.

Объединенная Европа имеет масштабные планы перехода к водородной экономике. В Берлине, Гамбурге работают водородные заправочные станции и в девяти странах проходят обкатку водородные городские автобусы. Мюнхенский международный аэропорт полностью обслуживается водородным автотранспортом. Маленькая Исландия объявила, что к 2030 г. она полностью перейдет на водородную экономику.

Этот список примеров можно расширять и расширять.

2. Под патронатом Организации индустриального развития ООН

По инициативе МАВЭ Организация индустриального развития ООН (UNIDO, Вена) провела многолетний мониторинг развития водородной энергетики и водородной экономики и приняла положительное решение (2003 г.) об учреждении (совместно с правительством Турции) в Стамбуле Международного центра по водородным энергетическим технологиям (United Nations Industrial Development Organization – International Centre for Hydrogen Energy Technologies: UNIDO–ICHET). Турция была избрана для создания UNIDO–ICHET не случайно. Этот выбор обусловлен тем, что Турция занимает выгодное географическое и геополитическое положение (между богатым севером – развитые страны и бедным югом – развивающиеся страны), которое соответствует международным задачам UNIDO.

Таким образом, мировое развитие водородной экономики вошло в поле международного сотрудничества под патронатом ООН в лице ее структурных организаций: Организации индустриального развития и вновь созданного Международного центра UNIDO–ICHET. ДонНТУ имеет договорные отношения с этими международными организациями и принимает активное участие в их многосторонней деятельности и, в том числе, в разработке концепции мирового развития водородной экономики [1].

Согласно Концепции, законодательно–экономически обеспеченный переход к Водородной Экономике будет осуществляться в высшей степени фрагментарным и неодновременным образом в географическом и геополитическом пространстве, в гуманитарно–культурной и индустриально–экологической сферах, в отдельных областях техники и технологии и т.д. Это важное положение Концепции подлежит в будущем всесторонней разработке. Отметим здесь лишь один принципиальный момент.

Общеизвестно, что индустриальные мегаполисы играют исключительно важную роль в современной экономике. В то же время, каждый из них представляет собой экологически наиболее неблагоприятную среду обитания. Образно можно сказать, что индустриальные мегаполисы – это экологические “черные дыры” биосферы, постоянно втягивающие в себя трудовые и материальные ресурсы планеты и живущие в экологическом сверхнеблагополучии. Однако, в отличие от космических “черных дыр”, из которых не могут уйти даже фотоны (свет), экологические “черные дыры” характеризуются постоянными и мощными экологически вредными выбросами в биосферу как целое.

Согласно Концепции МАВЭ, экологически нагруженные мегаполисы, такие как, например, Калифорния в США, Рур в Германии, Донбасс в Украине, Московский, Уральский и Кузнецкий регионы в России, Шеньянский регион в Китае, должны будут играть ведущую роль в переходе человечества в эру водородной цивилизации. Несомненно, именно в мегаполисах, прежде всего, созреют условия для практической реализации законодательно–экономического механизма перехода для постепенного разрешения их собственных экологических проблем. В то же время, именно мегаполисы послужат хорошим примером и экспериментальным полем для своих стран и для всего человечества в их стремлении к устойчивому развитию и экологически благополучному будущему (Sustainable Future).

3. Уголь и перспектива угледобывающих мегаполисов

Напомним, что водород – это энергоноситель, и для его производства из воды необходимо затратить энергию, получаемую из первичных источников: невозобновляемых (атомная энергия, ископаемые топлива и др.) или возобновляемых (солнечная энергия, ветер, гидроресурсы и т.д.). Энергия солнца и другие виды возобновляемой энергии, к сожалению, в ближайшем будущем покроют лишь малую долю человеческих потребностей, и отдельные страны и регионы прорабатывают переход к водородной экономике с учетом структуры национальной экономики и ее энергетической базы.

Япония, США и Франция в значительной степени ориентируются на использование атомной энергии. Канада планирует широкое использование своих больших гидроэлектроресурсов. Исландия обладает ресурсами геотермальной энергии. Австралия ориентируется на свои огромные запасы каменного угля, Германия – на импортируемый

природный газ и рассматривает возможность использования большого научно-технического задела по газификации угля.

Совершенно очевидно, что угледобывающие мегаполисы, и в том числе Донбасс, будут строить свою стратегию постепенного перехода на более чистые энергоносители именно на базе угля.

Уголь как первичный источник энергии и химический реагент занимает важное место в крупномасштабной концепции водородной энергетики. При этом важно, что разведанных запасов угля на земном шаре (в отличие от нефти и природного газа) хватит человечеству на достаточно длительный исторический период (по имеющимся оценкам на 300–400 лет).

В то же время уголь как энергоноситель имеет и весьма существенные отрицательные качества. Транспортировка угля на средние и особенно на дальние расстояния существенно дороже транспорта газообразных и жидких энергоносителей. Технические устройства по сжиганию угля и управлению этим процессом менее совершенны, чем таковые для сжигания газообразных топлив. Прямое энергетическое использование угля (его сжигание) сопряжено с нанесением существенного ущерба окружающей среде.

Перечисленные проблемы находят свое положительное разрешение при исходной газификации угля, история которой насчитывает уже более 200 лет. Действительно, во-первых, газификация переводит твердый, трудно транспортируемый энергоноситель в газообразную форму, которая хорошо транспортируется и дает большие технико-экономические преимущества для теплоэнергетических технологий. Во-вторых, находят свое решение экологические проблемы. При этом практически очень важна открывающаяся возможность реализовать постепенное улучшение экологических параметров использования угля как первичного энергоносителя и химического реагента.

Уже на первом этапе реализации технологии газификации угля достигается существенное улучшение экологических параметров использования этого энергоносителя. Действительно, конструкция газогенераторов позволяет не выбрасывать в атмосферу твердую составляющую технологического процесса газификации (золу), которая затем может перерабатываться в стройиндустрии, дорожном строительстве и т.д. Уже одно это делает данный технологический подход экологически ощутимо полезным. В этом смысле он может рассматриваться как первый шаг к водородной энергетике, так как основными *горючими* компонентами генераторного газа являются окись углерода (до 60–20%) и водород (до 26% в процессе Лурги, до 30% в процессе Копперс–Тотцека, до 35% в методе Винклера и до 56% в методе Хай-газ). При осуществлении паро-воздушной конверсии [5] генераторный газ содержит также газообразный азот (N_2) и двуокись углерода (CO_2).

В будущем, когда экологические налоги на энергоносители [1] будут приняты, станет экономически выгодным для предприятий использовать дополнительные технологии повышения экологической чистоты продуктов газификации и в пределе получать из генераторного газа технически чистый энергетический водород. Научная сторона этой проблемы в главном уже решена. Сначала паровоздушная конверсия заменяется парокислородной. Продукты парокислородной конверсии представляют собой смесь H_2 , CO и CO_2 . Далее из этой смеси CO_2 удаляется и осуществляется реакция сдвига $CO + H_2O = H_2 + CO_2$. Вновь образовавшаяся двуокись углерода из смеси также удаляется, и на выходе получают технически чистый энергетический водород. Необходимо подчеркнуть, что уголь как исходное сырье практически не содержит водорода. Итак, технология газификации с парокислородным дутьем и последующим получением энергетического водорода использует уголь и как энергоноситель, и как химический реагент. Если убрать все промежуточные химические реакции, то процесс в главном сводится к разложению воды с помощью угля на водород и кислород. Последний связывается с углеродом и удаляется. Конечный продукт – водород – используется как абсолютно экологически чистый энергоноситель.

4. Донецкая региональная стратегия постепенного перехода к водородной экономике

Крупномасштабные изменения промышленной основы региона всегда требуют, кроме технико-экономического обоснования, длительной системной работы по формированию соответствующего общественного сознания, прежде всего региональной финансово-промышленной и управленческой элиты, способной принимать адекватные решения.

Эту работу в Донецке ведут Донецкий национальный технический университет и Инженерная академия Украины (ДонИФЦ ИАУ), имеющие договорные отношения с МАВЭ (2001 г.) и UNIDO-ICHET (2005 г.). На базе ДонНТУ работает штаб-квартира “Научного и координационного Совета по перспективам перехода к водородной экономике” (ОНК-Совет). Издаётся официальный журнал ОНК-Совета “Вестник водородной экономики и экологии” (ВВЭЭ); функционирует Интернет-портал “Hydrogen-Community”; проводятся международные конференции. Вся эта работа ориентирована, прежде всего на Донбасс, а также на другие экологически нагруженные мегаполисы стран СНГ.

В настоящее время, в главном, разработана Донецкая региональная стратегия, обосновывающая правомерность и целесообразность для Донбасса планировать и реализовывать постепенный переход к производству собственных экологически чистых энергоносителей на основе газификации угля. При этом на первом этапе целесообразным является создание индустрии газификации угля и масштабное производство генераторного газа (синтез-газа), как заменителя дорогого импортного природного газа. В дальней перспективе стратегия предусматривает производство из синтез-газа энергетического водорода и его все более широкое использование в Донбассе в промышленности, на транспорте, в быту.

В настоящее время в соответствии с идеологией UNIDO-ICHET и МАВЭ для Донбасса назрела необходимость формирования регионального, интеллектуального и промышленно-финансового партнерства “Экологически чистые энергоносители угледобывающему мегаполису: ЭЧЭ-партнерство” во главе с одной из ведущих финансово-промышленных компаний Донбасса.

5. Возможные практические направления деятельности ЭЧЭ-партнерства и перспективы реализации концепции (2006–2020 гг.)

5.1. Формирование ЭЧЭ-партнерства Донбасса, обучение руководящего персонала Донецких промышленных предприятий – членов ЭЧЭ-партнерства в области современных тенденций использования экологически чистых энергоносителей и постепенного перехода к водородной экономике (2006–2007 гг.).

5.2. Первичная разработка технико-экономического обоснования и перспективного плана промышленного полусерийного производства газогенераторов для распределенного тепло-энергоснабжения промышленных предприятий – членов ЭЧЭ-партнерства Донбасса путем производства “in situ” газогенераторного газа – заменителя природного газа (2006–2009 гг.).

5.3. Введение в строй и опытная эксплуатация газогенераторной установки ДонНТУ по газификации тощих углей Донецкого бассейна (2006–2009 гг.).

5.4. Сопоставительная технико-экономическая проработка альтернативы “использовать отечественную технологию или приобрести лицензию на западную технологию строительства и эксплуатации газогенераторов” (2009–2011 гг.).

5.5. Организация и запуск промышленного, полусерийного производства газогенераторов (2012–2020 гг.).

5.6. Технико-экономическая проработка дальних перспектив:

- вопросы производства синтез-газа с повышенным содержанием водорода;
- вопросы производства энергетического водорода и его использование в промышленности, на транспорте, в быту;
- вопросы распределенного электро-тепло-снабжения на основе использования водорода и топливных элементов. (2015–2020 гг.).

Заключение

Донецкая региональная стратегия постепенного перехода к водородной экономике основана на том, что Донбасс – угледобывающий регион. Газогенераторный газ (синтез-газ),

получаемый газификацией угля, должен занять все расширяющуюся нишу среди энергоносителей, используемых в индустрии Донбасса.

Анализ этого стратегического направления показывает его экономическую эффективность уже на начальных этапах ее реализации. Это обусловлено, крупным планом, следующими факторами: отсутствие дорогостоящих дальних перевозок угля, возможность использовать для газификации тощие угли Донецкого бассейна, необходимость замены дорогого импортируемого природного газа на относительно дешевый газогенераторный газ местного производства.

Дальнейшие перспективы движения Донбасса к водородной экономике будут определяться, во-первых, экологическим давлением на регион и, во-вторых, – изменениями в мировой экономике в связи с переходом на новый экологически чистый энергоноситель – водород.

Литература

1. Goltsov V.A., Veziroglu T.N., Goltsova L.F. Hydrogen civilization of the future – a new conception of the IANE // International Journal of Hydrogen Energy.–2006.–Vol. 31.–P. 153–159.

УДК 621

ЭНЕРГО-ЭКО-ЭФФЕКТИВНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ЖИЛОГО ФОНДА

Краснянский М.Е.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Проведен анализ потерь для энергетических и материальных потоков в ЖКХ. Предложен проект энергетической и экологической реконструкции "старого" жилого фонда

Суть идеи состоит в том, что в каждом городе нужно "шаг за шагом" брать последовательно одну за другой КАЖДУЮ коммунальную котельную с "обслуживаемыми" ею 50-80-ю домами, обследовать и саму котельную, и каждый дом, поставить им "персональный энерго-диагноз", а затем минимизировать энергопотребление и энергопотери - буквально "энергетически вылизать" всё, что можно! Именно районная котельная со всеми обслуживаемыми ею домами должна стать прообразом МАКРО-КОНДОМИНИУМА, а ни в коем случае не отдельный дом. Следует также подчеркнуть, что это проект более пригоден для "нестоличных" городов, он также мало пригоден для центральных районов крупных областных центров. Его лучше всего реализовывать в спальных районах областных центров, а также повсеместно в иных городах областного подчинения и крупных посёлках городского типа.

Первый шаг - определение цели проекта:

А) Показать реальные пути уменьшения расхода энергии в коммунальном хозяйстве и улучшения качества жизни в жилом секторе. Б) Стать инициатором и генподрядчиком энергосберегающей и «зелёной» реконструкции жилого фонда. В) Оказать влияние на снижение (сдерживание роста) коммунальных тарифов.

Второй шаг - техмероприятия

1) **Котельная и теплосеть.** А) Учитывая, что котлы в ней должны быть "средней изношенности" и не требовать полной замены, нужно будет поднять их КПД выше 90%, для чего, возможно, будут необходимы: замена подовых горелок на дутьевые или струйные; замена кожухотрубных теплообменников на пластинчатые; установка керамических излучателей; предварительный подогрев воздуха и топлива топочными газами; установка прибора типа «УКН» для контроля недожога топлива, и др. Б) Котельная должна быть оснащена на выходе теплосчетчиком (обязательно! - иначе невозможно учесть производимую ею и продаваемую ею продукцию), а также "неотматываемыми" счетчиками газа, воды, электроэнергии. В) Теплосети (по возможности) заменяются трубами с современной пенополиуретановой изоляцией. Г) Если дом или группа домов очень удалена от котельной - посреди теплотрассы можно "врезать" гидродинамический теплогенератор ("ТЕК"), который прямо в трубе дополнительно подогреет и "разгонит" воду из котельной. Д) Однако, если речь

идёт о полной замене котла, то в настоящее время разработаны и внедряются (разработка К. Мягкова, фирма "Инжпроект", Россия) новейшие высокоэффективные (степень сгорания св. 99%) горелочные устройства беспламенного типа, созданные на основе керамических структур.

2) Фасад. А) Фасады "старых" домов необходимо покрыть термоизоляцией (плита пенополистирольная - клей "Ceresit" - сетка металлическая фасадная - шпаклевка-краска). Б) Заменить "старые" оконные рамы на стеклопакеты, т.к. через окна теряется до 40% тепла.

3) Вода холодная. А) Каждый дом (желательно и каждая квартира) снабжаются счетчиками воды. Б) По возможности провести замену внутридомовой металлической трубной разводки (холодная и горячая вода, канализация) на пластмассовые трубы. В) В каждой квартире устанавливается надёжная запорная арматура, включая туалетные бачки (желательно в отдельных квартирах попробовать "клапанные" краны с 10-секундным действием).

4) Освещение. А) Все лампочки накаливания в квартирах и подъездах (60-75-100-ваттные) заменяются на 15-20-ваттные компактные люминесцентные лампы или на современные 5-15-ваттные высокояркие светодиоды (все они со стандартным цоколем) - они дают ту же освещенность, что и "лампочки Ильича", но потребляют в 5-10 раз меньше энергии и имеют срок службы до 10 тыс. часов. Б) Вечернее освещение улиц и дворов ЭЭР осуществляется "солнечными" фонарями (без подключения их к электросети), которые днем аккумулируют энергию солнца с помощью солнечных батарей, а вечером обеспечивают автономное освещение (современные солнечные батареи "ловят свет" и зимой, и даже в ночное время!).

5) Теплоснабжение*. А) Все дома на вводе горячей воды должны быть оборудованы теплосчетчиком, а перед ним (обязательно!) - активным тепловым автоматическим регулятором (например, киевский "КИАРМ"). Смысл активного регулятора не только в том, что он будет "реагировать" на температуру за окном, но и в том, что он "не пустит" плохо нагретую воду из котельной в дом, а также не выпустит излишне горячую воду из радиаторов в котельную ("обратку"), пока она не отдаст своё тепло в вашу квартиру. Также целесообразно испытать (хотя бы в нескольких квартирах) так наз. "накопительные" теплосчетчики немецкой фирмы "Tschem" (они не требуют "врезки", а просто прикрепляются между секциями радиатора). Б) Все радиаторы во всех домах (особенно старых) нужно один раз хотя бы в 5 лет прочистить с помощью технологии пневмогидроочистки (при этом радиаторы не нужно демонтировать и тащить во двор!). Теплоотдача возрастает на 20-30%. В) Радиаторы не следует закрывать декоративными панелями; более того, за радиаторами (между ними и стеной) устанавливаются теплоотражатели - в простейшем случае это лист алюминиевой фольги. Г) Все источники тепла могут быть оснащены термоэлектрическими элементами для утилизации "лишнего" тепла (например, обыкновенный комнатный радиатор отопления, оснащенный таким термоэлементом, даёт дополнительно до 150 ватт электроэнергии). Д) "Тепловая" разводка (по возможности) выполняется из полипропиленовых труб. Е) Домовые теплопункты должны переоснащаться трёхходовой системой плавного регулирования (с подмесом "обратки"). Ж) Если имеется группа домов, которая очень удалена от котельной, что приводит к значительным потерям тепла в теплотрассах - целесообразно "отрезать" их от котельной и поставить для них автономную миникотельную - на месте теплопункта. З) На 1-2-х домах целесообразно опробовать получение дополнительной тепловой энергии за счет теплонасосов (это "холодильник наоборот") в подвале (особенно это эффективно для северных районов и особенно зимой!) и солнечных коллекторов на крыше (в южных районах).

6) Твердые бытовые отходы (ТБО). А) В ЭЭР изначально осуществляется отдельный сбор ТБО. Вторсырьё сдаётся в приёмные пункты, а доход поступает на баланс "ЭЭР". Б) Остаток ТБО перед вывозом на полигон компактируется, для чего в ЭЭР создаётся небольшая мусороперегрузочная станция, где устанавливается пресс-компактор. От мусороперегрузочной

станции мусор вывозят уже не мусоровозы, а "длиномеры" с высоким кузовом, заменяя за одну ходку пять мусоровозов.

7) **Энергоучет.** Необходимо внедрить автоматизированную систему технического и коммерческого учета энергоносителей (газа, тепла, электроэнергии), а также воды - с выводом на компьютер (для всего ЭЭР).

8) **Экологические мероприятия (по возможности).** А) Каждый дом может быть оборудован централизованной электроплазменной очисткой воды, идущей ТОЛЬКО на приготовление пищи, а также на купание грудных детей. Б) Для уменьшения в квартирном воздухе частиц (аллерго-, дермато-, бронхо-эффекты) от стиральных порошков - ЭЭР может быть оборудован централизованной (платной) прачечной, где установлены новые стиральные машины (фирма "ДЭО" и др.), осуществляющие стирку без применения моющих средств и химических отбеливателей (за счет ионизирующего и кавитационного эффектов). В) Приточная вентиляция может быть оборудована новыми серийными кондиционерами, обеспыливающими приточный воздух, уничтожающими в нём болезнетворные бактерии, а также обогащающими этот воздух кислородом и витаминами. Г) В каждой квартире может быть предусмотрен так называемый "фитодизайн" - т.е. домашние растения, обладающие выраженным фитонцидным действием для понижения "бактериального числа" в квартирном воздухе (к таким растениям относятся citrusовые, хвойные, мирт, хлорофитум, розмарин, герань, мята-мелисса и др.). Д) В каждой квартире могут быть установлены ионизаторы воздуха (типа "люстры Чижевского"), подвешиваемые вблизи телевизоров и компьютеров и включающиеся одновременно с ними.

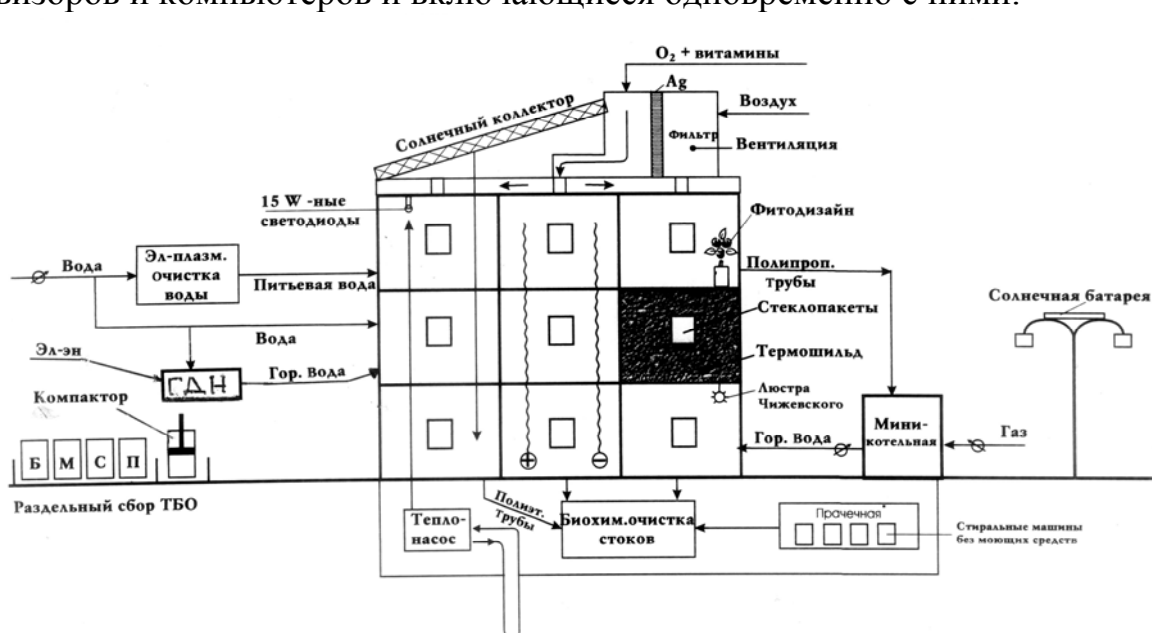


Рис. 1 - Варианты "энерго-эко-эффективной" реконструкции жилого дома (по проекту проф. М. Краснянского) ("ГДН" - это гидродинамический нагреватель "ТЕК")

9) **Экономика.** Для внедрения проекта необходимо примерно 1-3 миллиона USD (в зависимости от количества, этажности и изношенности домов реконструируемого ЭЭР). Срок внедрения - 1-2 года. Срок окупаемости – 3-5 лет. Внедрение энергосберегающих технологий и автоматизированного учета позволит ЭЭР каждый год экономить не менее 5 млн.куб.м газа, 1 млн. Вт электроэнергии и около 200 тыс. куб. м воды.

Примечания

*) Если речь идёт о малых городах, а также об окраинах более крупных городов, где имеют место "убитые" угольные (реже - газовые) котельные с полусгнившими теплосетями - нет никакого смысла их бесконечно ремонтировать. В этом случае целесообразно "сдать их на металлолом" и начать обогревать дома (и снабжать их горячей водой) автономно за счет:

А) Автономной газовой мини-котельной (у неё всегда есть и своя очень хорошая система автоматической регулировки). Стоимость (сильно зависит от этажности и объёма здания) - 50-15- тыс. долл. Окупится за два года, после чего платить за тепло и гор. воду вы будете в три (!) раза меньше.

Б) Если посёлок не газифицирован, или газа для города не хватает - можно перейти на обогрев такого населённого пункта "от электричества" - ночью работают электрические (или электрогидродинамические) нагреватели, отапливая дома и аккумулируя тепло (нагревая большие объёмы воды или раскаляя шамотные кирпичи) по низкому "ночному" тарифу для дневного потребления (что чрезвычайно выгодно не только потребителям, но и электрогенерации!).

В) Если это малый городок или рабочий посёлок с 2-4-х этажной застройкой - квартиры можно эффективно и экономно отапливать КОНВЕКТОРАМИ ("тёмного" типа, т.е. с температурой нагрева не выше 100 град.); они могут работать или от газа, или электроэнергии (это также разные типы конвекторов). Их можно подвешивать к стене под потолком или к потолку. Они дают мощное сухое тепло, так что, погрев комнату 2-3 часа, можно его на следующие 2-3 часа отключить. Однако для газового конвектора нужно вывести через стену наружу "персональный дымоход", что в центре большого города невозможно.

УДК 504.064.3

ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТУРБУЛЕНТНОГО ПЕРЕНОСА ПРИМЕСЕЙ НАД ТЕРРИТОРИАЛЬНО-РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Павлий В.А., Аверин Г.В.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Рассмотрены основные подходы, принятые при создании математических и компьютерных моделей, описывающих процессы турбулентного переноса примесей над территориально-распределенными объектами. Сформулированы принципы построения аналитико-стохастических моделей, использующих базы данных загрязнения атмосферы, созданные субъектами мониторинга.

В настоящее время на Украине особое внимание уделяется проблемам оценки экологической обстановки, связанной с загрязнением атмосферы. В прогнозных задачах экологического мониторинга атмосферы используются динамические модели, которые позволяют с той или иной степенью достоверности оценивать процесс распространения загрязняющих примесей в атмосферном воздухе территориально-распределенного объекта. Успешное решение задач данного типа позволяет определить допустимый уровень загрязнений, а также произвести оценку изменения фоновых концентраций загрязняющих веществ, применение математических и компьютерных моделей является сегодня достаточно актуальным направлением в решении задач экологической безопасности.

Сегодня для решения прогнозных задач в области мониторинга атмосферы применяются, в основном, компьютерные модели, которые реализованы в различных информационно-аналитических программных комплексах. Среди них можно выделить многослойные модели, такие как United Kingdom Photochemical Trajectory Model (NETCEN, 1995), АІРОС (NTUA, 1997) и другие, а также однослойные модели BUO-FMI (FMI, 1997), Zone (ЛенЭкоСофт, 2000) и др. [1, 170-171]. Особое внимание следует обратить на систему моделирования CALPUFF (Lakes, 2003), которая является лидером в решении задач указанного типа и объединяет в себе три компьютерные модели: CalMet, CalPuff и CalPost. Первая представляет собой трехмерную метеорологическую модель, учитывающую закономерности изменения погодных условий, температуры и ветра, вторая модель описывает перемещения Лагранжа-Гаусса для сложных территорий, третья модель используется для постобработки данных и вывода результатов.

Во многих математических и компьютерных моделях, используемых сегодня, не учитываются рельефные особенности местности, а также топология расположенных на этой местности различных объектов. Учет этого фактора актуален, когда речь идет о прогнозировании распространений примесей на малых высотах в промышленных районах. В других моделях требуется ввод большого количества исходных данных, многие из которых обладает значительной неопределенностью и стохастичностью.

Все существующие модели основаны на методах турбулентного массопереноса и гидродинамики. Они используют уравнения Навье – Стокса совместно с уравнениями диффузии тепла и массы, которые представляются в виде краевых задач и описываются сложными системами дифференциальных уравнений в частных производных. Метод решения такого класса задач – преимущественно численный [3].

Возможно упрощение данного класса моделей в случае, если будут установлены системные закономерности распространения примесей над конкретными территориально-распределенными объектами. Сегодня крупный промышленный город имеет 5-10 постов контроля качества атмосферы, на которых производятся систематические измерения параметров атмосферного воздуха. В каждом городе имеется также метеорологический пост для контроля погодных условий, температуры, скорости и направления ветра и т.д.

Данные мониторинга в течение последних 10-ти лет накапливаются в электронных базах данных. Объемы данных достигают нескольких миллионов измерений. Такой объем данных позволяет использовать системные методы “добычи” новых знаний о формировании процессов загрязнения. В этом плане интересны методы нейросетевого анализа данных, изучение закономерностей методами анализа временных рядов, методы структурного и спектрального анализа данных и т.д.

Формально до этапа моделирования следует изучить системные закономерности и сформировать гипотезы, которые позволят существенно упростить исходные аналитические уравнения гидродинамики и массопереноса. Упрощение, с одной стороны, позволит ускорить процесс моделирования и уменьшить количество входных данных (которых в существующих моделях насчитывается до нескольких сотен), а с другой – выполнить привязку модели к указанному объекту. При этом адаптация модели к другому объекту должна сводиться к повторному изучению типовых закономерностей или формированию новых гипотез.

После упрощения и получения решений необходима компьютерная реализация разработанной модели. На следующем этапе должна быть выполнена идентификация моделей по имеющимся данным.

То, что такие системные закономерности могут быть обнаружены, показывает анализ изменения среднесуточных концентраций примесей, выполненный по существующей базе данных экологического мониторинга Донецко-Макеевского региона. Они должны быть положены в основу построения модели.

Для анализа закономерностей распространения загрязняющих веществ удобнее всего использовать нейросетевой подход, суть которого заключается в создании нейронной сети и ее последующем обучении на основе имеющихся данных [2]. Преимущества использования именно этого подхода заключаются в гибкости архитектуры разрабатываемой модели, а также в способности нейросетевых моделей работать в условиях, когда заданы не все входные данные. Нейронная сеть, способная реализовать указанную задачу, должна иметь архитектуру многослойного персептрона, в которую могут быть заложены базовые решения задачи, причем передаточные функции отдельных нейронов модели могут представлять собой дифференциальные уравнения краевых задач диффузии переноса тепла и массы.

Использование эффективных методов, учитывающих территориальные особенности конкретной местности и специфику процессов переноса, позволит выполнить прогнозирование с достаточным уровнем достоверности и даст возможность провести оценку уровня загрязнения и времени распространения примесей. Применение информационно-аналитических комплексов нового технического уровня позволит оперативно принимать соответствующие меры по снижению уровня загрязнения ОПС при техногенных воздействиях.

Список литературы:

1. Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.:НИИ ЭЧ и ГОС, 2002 – 408с.
2. Боровиков В. STATISTICA для профессионалов. СПб.: Питер, 2001. – 655с.
3. Атмосферная турбулентность и моделирование распространения примесей/под ред. Ф.Т.М.Ньистадта и Х. Ван Допа, 1985, Гидрометеиздат – 352с.

УДК 581.9: 634.956

АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ БОЛЬШИХ УРБОЭКОСИСТЕМ

Яковлева А.В., Басенкова В.Л.

(ОССИУ «Эрудит», ДонНУ, Донецк, Украина)

С началом научно-технической революции результаты деятельности человека по своему влиянию на экосистему Земли стали сопоставимы по масштабам с природными катаклизмами, а порой и превосходят последние. Уменьшение запасов пресной воды, исчезновение многих видов растений и животных, загрязнение атмосферы, рост числа онкологических заболеваний и другие последствия вызывают тревогу ученых. К опасностям, угрожающим развитию цивилизации, XX век добавил ещё одну – общепланетное загрязнение среды обитания чужеродными для живых организмов веществами. Химики описали уже более 18 млн. химических соединений, из них почти 100 000 используются в промышленности. В биосфере циркулирует огромное количество ксенобиотиков антропогенного происхождения, многие из них имеют исключительно высокую токсичность, способны накапливаться в трофических цепях и устойчивы в окружающей среде. Это стойкие органические загрязнители – антропогенного происхождения, которые трудно подвергаются фотолитическому, химическому и биологическому разложению. Характеризуются низкой растворимостью в воде и хорошей растворимостью в жирах, что приводит к их накоплению в тканях живых организмов, достигая концентраций в 70 000 раз превышающих фоновые уровни. За достижения цивилизации заплачена большая цена: в организме каждого из нас содержится приблизительно 500 химических веществ – потенциальных ядов, не существовавших до начала XX века. В долгосрочной перспективе для человечества это может иметь самые серьезные последствия. Именно современные мегаполисы наносят большой вред экосистеме.

Города-миллионеры становятся центрами техногенных биогеохимических провинций. Мегаполис как при «импорте» вещества и энергии, так и при «экспорте» готовой продукции и своих отходов связан со всей планетой. Сырье, детали, станки и механизмы, продукты питания поступают в города из разных регионов и отправляются во многие страны мира. Химические вещества, выбрасываемые из заводских труб больших городов, включаются в глобальный круговорот и выпадают на поверхность земли вплоть до ледников Антарктиды и Гренландии. Особо сильное влияние города оказывают на свое непосредственное окружение.

Для нормального функционирования мегаполис нуждается в самых разнообразных продуктах и сырье. Больше всего город потребляет чистой воды. Город с населением в 1 млн. жителей потребляет в год 470 млн.т. воды. Большая часть этой воды из города поступает в природные стоки, но уже в виде сточных вод, загрязненных различными примесями. Минерально-строительного сырья город получает до 10 млн.т. в год, которое служит источником поступления пыли в атмосферу. Жители города потребляют за год около 1 млн.т. пищевых продуктов. Таким образом, в мегаполис поступает около 29 млн.т. различных веществ, которые при транспортировке, переработке дают значительное количество отходов, часть из которых оказывает отрицательное воздействие на объекты окружающей среды: атмосферу, водоемы и подземные водоносные горизонты, почву.

Состав промышленных и бытовых выбросов мегаполисов, поступающих в атмосферу, очень разнообразен. Воде (водяному пару и аэрозолям) и углекислому газу принадлежит самая большая доля в составе атмосферных выбросов. За ними следуют сернистый ангидрид, окись углерода и пыль. Плотность выбросов этих веществ в год с 1 км., площади города-миллионера

(пл. -300 км. кв.) составляет для сернистого ангидрида и окиси углерода около 800т., пыли – около 500т., а окислов азота – около 165т. Одним из важных компонентов загрязнения приземного слоя атмосферы составляют углеводороды, которых выбрасывается ежегодно до 108 тыс.т. На 1-2 порядка меньше в атмосферу выбрасывается фенолов, спиртов, растворителей, жирных кислот, бензолов, суммарная масса которых достигает 8 тыс.т. в год. Особо токсичных для человека и объектов живой природы веществ – свинца, ртути, мышьяка, кадмия, бенз(а)пирена выбрасывается в год от сотен до нескольких тонн. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу оставляют свой след на земле. Данные об ореолах загрязняющих веществ вокруг мегаполисов на окружающие территории, в том числе на сельскохозяйственные угодья, зоны отдыха горожан, водоемы, заповедные ландшафты.

Ежегодно город-миллионер «производит» и накапливает на окружающих его территориях около 3,5млн.т. твердых и концентрированных отходов. Наибольшую массу среди городских отходов составляют зола и шлаки тепловых электростанций и котельных – около 16%. Вместе со шлаками предприятий черной и цветной металлургии, горелой землёй и пиритными огарками их удельный вес достигает 30% всех твердых отходов. Атмосферные осадки вымывают из отвалов огарков ряд токсических веществ (например, мышьяк), которые загрязняют почву и водоёмы. Великая доля и галитовых отходов, поступающих главным образом от целлюлозно-бумажной и химической промышленности. Этот вид отходов достигает 400 тыс. т, или 11% всей массы отходов. Примерно такая же доля и древесных отходов. По 10% приходится на твердые бытовые отходы и отходы сахарных заводов. Пищевая промышленность дает ещё около 4% отходов. Все остальные отходы, которые город-миллионер «поставляет» в окружающую среду в твердом или концентрированном состоянии, по всей массе несколько превышают 25%. Данная часть отходов может весьма неблагоприятно влиять на среду обитания людей. Вся эта резина, клеёнка, полимерные отходы, кожа, шерсть и др. сжигаются на городских свалках и в значительной степени превращаются в атмосферные загрязнения.

Город с миллионным населением ежегодно сбрасывает через канализационную сеть и помимо нее до 350 млн.т. загрязненных сточных вод (включая ливневые и талые воды с промышленных площадок, городских свалок, стоянок автотранспорта и т.д.). В сточных водах миллионного города обнаруживаются в небольших количествах биологически активные химические элементы. Содержание фтора может достигать 400-1000 т., цинка – 25т., меди – 25т., мышьяка – 14т. И т.д. Таким образом, сточные воды играют важную роль в общем балансе веществ, поступающих в города и удаляемые из них. «Шлейф» водных загрязнений от больших городов распространяется по естественным водотокам на десятки, и даже сотни километров и может отрицательно воздействовать на источники питьевого потребления, расположенные ниже по течению от места выпуска городских сточных вод.

Мегаполисы служат огромными накопителями и выделителями энергии, ежегодно потребляя $4,5 \cdot 10^{15}$ кДж/год. В городе температура воздуха всегда выше, чем на территориях вокруг него. Это происходит за счет нагрева солнцем бетонных, асфальтовых, каменных поверхностей улиц и за счет техногенной деятельности. Концентрируя большое количество энергии, часть ее город выделяет в окружающую среду. В больших городах с плотной застройкой температура воздуха может повышаться до 5 градусов по Цельсию по сравнению с окружающей местностью.

Рост количества городов и их численности оказали существенное воздействие на все социальные, экономические и экологические процессы, происходящие в мире. Население концентрируется вокруг больших городов. В результате расселения из относительно равномерного превращается в «пятнистое», когда плотно заселенные ареалы (пятна) разделяются слабо заселенными либо вовсе не заселенными пространствами. Существует экологическое явление маятниковые миграции. Например, в рабочие дни по утрам город «втягивает» людские потоки из ближних и отдаленных поселений пригородной зоны, а вечерами люди возвращаются обратно. Эти потоки населения оказывают существенное влияние на жизнь города и на окружающую город территории. Влияние это можно

рассматривать в двух планах – в урбоэкологическом и урбосоциальном. В первом случае внимание акцентируется на взаимодействии города с окружающей его территории, составляющей с городом единую систему. Во втором – город и его окрестности рассматриваются как среда обитания проживающих там людей.

В рамках урбоэкологии город был рассмотрен нами как единое целое. Существует совершенно другой взгляд на город – изнутри, с позиции городской экологии человека. Перспективна гипотеза о том, что глобальный процесс урбанизации, различным образом протекающий в разных странах является одним из наиболее концентрированных проявлений процесса перехода биосферы в ноосферу. Отсюда многочисленные проблемы и противоречия. Город сложным образом формирует многие стороны жизнедеятельности человека. Экологически комфортный город – это соответственный уровень социального благополучия (бюджеты семей, обеспеченность жильем, учеба детей, состояние здоровья, качество медицинского обслуживания и социального обеспечения), соответствующая степень экологической безопасности и правовой защищённости и т.д.

Развитие психологического здоровья, сбалансированность общественного здоровья в городе основываются на использовании новых достижений науки и техники. Этим целям служат интенсивные технологии, обладающие высокой положительной социально – экономической эффективностью. При их применении существенно снижается объём используемых ресурсов на единицу продукции, а, следовательно, и загрязнение окружающей среды. Резко сокращает потребность в промышленном оборудовании и производственных площадях использование интенсивных технологий, которые значительно уменьшают потребность в рабочей силе. Это дает весьма заметный социальный и экономический эффект.

УДК 622.8.7

КОНЦЕПЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ДОНБАССА

Гого В.Б., Малеев В.Б.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Предложена и обоснована концепция экологической безопасности и энергетической стабильности Донбасса на основе создания шахтных автономных технолого-энергетических комплексов ШАТЭК

Актуальность проблемы и ее связь с важными научными и практическими задачами обусловлена тем, что Донецкий регион одним из первых в стране стал зоной экологических конфликтных ситуаций в замкнутой системе «Человек - Производство - Окружающая среда - Человек». Конфликтность обострилась в связи с дефицитом традиционных энергоресурсов, отсутствием эффективных технологий их переработки и использования, социальной трансформацией общества.

Анализ последних публикаций, посвященных данной проблеме, показывает, что в регионе около 80 тыс. источников выделения вредных веществ в окружающую среду. Из них только 47% оборудованы очистными сооружениями. В связи с этим на один квадратный километр территории области выбрасывается более 100 тонн вредных веществ в год. Выбросы предприятий ТЭК составляют около 44% от общего объема выбросов, приходящихся на регион. Только 27% предприятий комплекса оборудованы очистными сооружениями. Остальные совместно с 206 горящими породными отвалами только в атмосферу выбрасывают более 1,5 млн. тонн вредных веществ [1,2].

Так как регион обладает многими видами сырьевых и топливных ресурсов, значительным трудовым потенциалом, то имеются все предпосылки его дальнейшего развития. Однако рост энергоемкости производства требует увеличения добычи угля, его переработки и использования, что порождает огромные объемы отходов породы, золы, шлака, выбросов технологических газов.

В связи с этим для обоснования стратегии развития региона необходим комплексный эколого-энергетический анализ его состояния и поиск нетрадиционных решений актуальной проблемы.

За последние 10 лет произошло резкое снижение добычи угля. Это объясняется недостаточным объемом выделяемых капитальных вложений, сложными горно-геологическими условиями. Более половины добычи дают шахты с глубиной разработки 600 - 1000 м. Средняя мощность пластов составляет 1,12 м. В недрах теряется около 14% от годовой добычи угля. К тому же качество углей снижается. За последние 10 лет зольность возросла с 30 до 35%. В небогатенном виде используется около 23 млн. тонн угля в год. Отходы обогащения используются в качестве вторичных ресурсов ограничено, не более 12% от общей массы.

Потребителями угля в регионе являются тепловые электростанции, промышленные и коммунально-бытовые котельные. Котельные потребляют во много раз меньше топлива, чем ТЭС, но выбрасывают в атмосферу примерно такое же количество отходящих (дымовых) газов. При этом они оказывают влияние на приземный слой биосферы непосредственно в районе своего расположения [3].

На электростанциях региона, имеющих установленную мощность 13 млн. кВт, используется до 10% добычи угля. Средняя зольность угля 34,6%, а серы - 1,6%. Абсолютное количество выбросов вредных веществ ТЭС составляет 761 тыс. тонн в год, из которых 73% газообразных. На действующих электростанциях невозможно добиться резкого сокращения выбросов из-за отсутствия эффективных систем улавливания оксидов серы и азота.

Особые проблемы продолжает создавать централизация теплоснабжения в городах и поселках региона, а также использование низкосортного топлива без применения эффективных систем золоулавливания и газоочистки.

Недостаток энергии в регионе особо ощутим на предприятиях в часы максимумов потребления. Генерирующие мощности энергосистемы не развивают номинальной нагрузки из-за низкого качества топлива. По отдельным агрегатам она снизилась на 15-20%. К концу столетия установленная мощность системы снизится примерно на 30% в результате демонтажа отработавших свой моторесурс турбоагрегатов.

Острую напряженность в энергоснабжение Донбасса вносит угольная промышленность, которая использует треть электроэнергии, расходуемой в регионе. Современная шахта является предприятием с высоким удельным потреблением электроэнергии (до 160 кВт×ч на тонну добычи) и кроме того, дополнительно расходует топливо для нужд теплофикации.

В перспективе потребление электроэнергии и топлива на шахтах региона будет расти вследствие ряда объективных причин: увеличения глубины разработок (дополнительные расходы на вентиляцию, дегазацию, водоотлив); потребности опреснения шахтных высокоминерализованных вод, и т.д.

Основной материал исследования. Альтернативой проблеме энергообеспечения угольных шахт должно стать автономное производство необходимых видов энергии на самой шахте с использованием вторичных топливно-энергетических ресурсов, а также применение экологически чистых возобновляемых источников энергии. В то же время на положительное решение экологических задач в регионе могут оказать существенное влияние повышение качества топлива и эффективности систем очистки отходящих газов, внедрение котлоагрегатов с низкотемпературным "кипящим слоем", а также использование шахтного метана [3].

Указанные организационно-технический характер. Они улучшают использование топлива и энергии в существующих производствах, уменьшают нагрузку на окружающую среду. Наряду с этим требуется комплекс мер экологической перестройки. Предприятия должны быть экономически заинтересованы в использовании новых средств с меньшими выбросами вредных отходов. Нарушение экологических норм должно вести к увеличению издержек, к снижению рентабельности производства. В первую очередь необходимо следовать принципу планирования потребности в первичных топливных ресурсах с учетом ресурсосбережения и вовлечения вторичных источников. Изменение системы управления

экономикой страны предполагает развитие территориальных форм управления энергетикой и охраной природы. В соответствии с этим передача ответственности местным органам управления позволит организовать и осуществить необходимые эколого-энергетические мероприятия на основе создания новых ассоциативных структур, решающих одновременно два вопроса одной проблемы.

На региональном уровне эту работу целесообразно осуществлять специализированными предприятиями-фирмами, которые составят самостоятельную отрасль, как в направлении научных исследований, так и практической реализации разработок. Создание материально-технической базы и финансирование деятельности этих структур должно осуществляться совместно предприятиями и органами власти. Существенной мерой в этом могли бы стать целевые фонды защиты окружающей среды при местных органах управления. Средства фондов следовало бы использовать для финансирования мероприятий межотраслевого характера, для компенсации затрат на исследовательские работы в направлениях нетрадиционной энергетики и экологии.

Оценивая эколого-энергетическую обстановку в Донбассе, можно отметить, что положение явно кризисное и поступать надо так, как поступают в кризисных ситуациях. В теплоэнергетике выход один: установить абсолютный приоритет форсированного строительства и реконструкции тепловых электростанций с эффективными системами защиты окружающей среды, которые можно соорудить в сжатые сроки. Топливом для этих электростанций должен быть уголь Донбасса.

Применительно к Донбассу предлагается следующая Концепция эколого-энергетического развития на начало нового тысячелетия:

- комплексное использование вторичных топливно-энергетических ресурсов (ВТЭР), преимущественно для предприятий угольной промышленности (шахт) путем сооружения автономных мини-электростанций -комплексов ШАТЭК (первая группа энергопотребителей);

- использование экологически чистых возобновляемых источников энергии (ВИЭ) - солнца, ветра и т.д. для сельскохозяйственного производства региона, а также для коммунально-бытового и частного секторов (вторая группа потребителей);

- перераспределение лимитов электроэнергии между группами в пользу первой, компенсировав дефицит второй, эффективным использованием ВИЭ;

- для теплоснабжения зданий и сооружений региона использовать автономные теплофикационные установки (АТУ), исключив огромные потери тепла и средств, которыми характеризуется существующая централизованная система, использовав системы экологической безопасности.

Основными стадиями реализации Концепции являются этапы: разработка и освоение механизмов экономического стимулирования предприятий в использовании ВТЭР и ВИЭ как в промышленности, так и сельском хозяйстве; создание новой научно-производственной базы для выпуска экологическо-энергетического оборудования. Строительство регионального Центра по производству, монтажу и обслуживанию установок с использованием ВИЭ. Подготовка специалистов и организация международного сотрудничества.

Предлагаемая Концепция эколого-энергетического развития позволяет в сжатые сроки и с меньшими инвестиционными вложениями покрыть дефицит энергопроизводящих мощностей региона, создать благоприятные условия для снижения экологической напряженности угольных шахт.

Одним из возможных путей реализации Концепции является создание шахтных технолого-энергетических комплексов (ШАТЭК) [3].

Для условий угольных шахт Донбасса ШАТЭК будет связан с внешней электросистемой, что позволит решать задачи суточного колебания энергопотребления в регионе. В то же время он обеспечит поддержку системы в случае кризисной ситуации. Одновременно ШАТЭК решает вопросы теплоснабжения установок по опреснению шахтной воды за счет использования тепла отработанных газов. Для технико-экономической оценки эффективности ШАТЭК был рассмотрен вариант применительно к условиям шахты

"Красноармейская-Западная № I". Расчетная мощность турбинных агрегатов с учетом резерва составила 60МВт. Использование шахтного метана позволит дополнительно получить до 20% необходимых энергоресурсов. В дальнейшем определенный интерес представляет вопрос о предварительной газификации топлива (низкосортного угля), в том числе и отходов углеобогащения при надежной газлифтной системе очистки дымовых газов [3].

Список литературы

1. Беседа Н.И., Яковенко П.И., Бент О.И. Состояние окружающей среды в Донбассе и предложения по ее охране // Уголь Украины.-1996.-№3.
2. Заболотный А.Г., Кононенко Н.А., Григорюк Е.В. Охрана природы в угольной промышленности Украины // Уголь Украины.-1997.-№8.
3. Пак В.В., Гого В.Б. Модель оптимизации энергоснабжения шахты на основе ШАТЭК // Уголь Украины.-2004.-№ 3.

УДК 621.1.016.4

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГЕНЕРАТОРНОГО ГАЗА (ЗАМЕНИТЕЛЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА) В УСТАНОВКЕ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ В ПЛОТНОМ СЛОЕ

Кравцов В.В., Бирюков А.Б., Палкина С.В., Тищенко И.П.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

В связи с все возрастающими ценами на природный газ необходимо найти возможность производить собственные газообразные энергоносители, которые могли бы составить конкуренцию на современном рынке энергии, при этом позволили бы снизить себестоимость выпускаемого конечного продукта. С этой точки зрения наиболее эффективной технологией является газификация угля. Авторами произведена оценка возможности использования технологии газификации угля в плотном слое.

Газообразное топливо – предпочтительный энергоноситель, так как оно имеет достаточную энергоемкость, легко транспортируется, позволяет применять более эффективные энергопреобразующие устройства, является более экологически чистым, и, в конечном счете, его применение всегда эффективно и экономически выгодно.

Донбасс, располагая большими запасами угля, не имеет в то же время своих запасов природного газа, что вынуждает промышленные предприятия закупать экспортируемый природный газ. Это тяжелым бременем ложится на экономику предприятий и вызывает ряд известных трудностей. В связи с этим задача замены экспортируемого природного газа на газообразный энергоноситель – продукт переработки угля – является важной задачей для большинства промышленных предприятий Донбасса, как в краткосрочном аспекте, так и в связи с необходимостью уже сейчас планировать постепенный долгосрочный переход нашего экологически перегруженного региона на экологически чистые энергоносители: водородосодержащие газы, а в перспективе – на водород.

Достоинства предлагаемой газогенераторной установки заключаются в принципиальной простоте конструкции, ряде конструктивно–технологических, энергосберегающих и экологически приемлемых решений, что позволяет перерабатывать дешевые тощие угли Донецкого бассейна и получать генераторный газ с калорийностью 5–9 МДж/м³. Производительность установки по углю составляет 1 т/ч, по газу – 3400 м³/ч. Мощность данной установки составляет 4,5 МВт, что является достаточным для замены природного газа на котле ДКВР 6/13.

Камера газификации угля технологически делится на две зоны: окислительную и восстановительную. В результате оксиды азота (один из самых опасных загрязнителей окружающей среды), которые образуются в нижней окислительной зоне, практически полностью восстанавливаются в верхней зоне камеры. При этом используется новая система загрузки шихты. Это новшество позволяет “выровнять” развитие процесса газификации в камере установки и улучшить ее технико-экономические показатели.

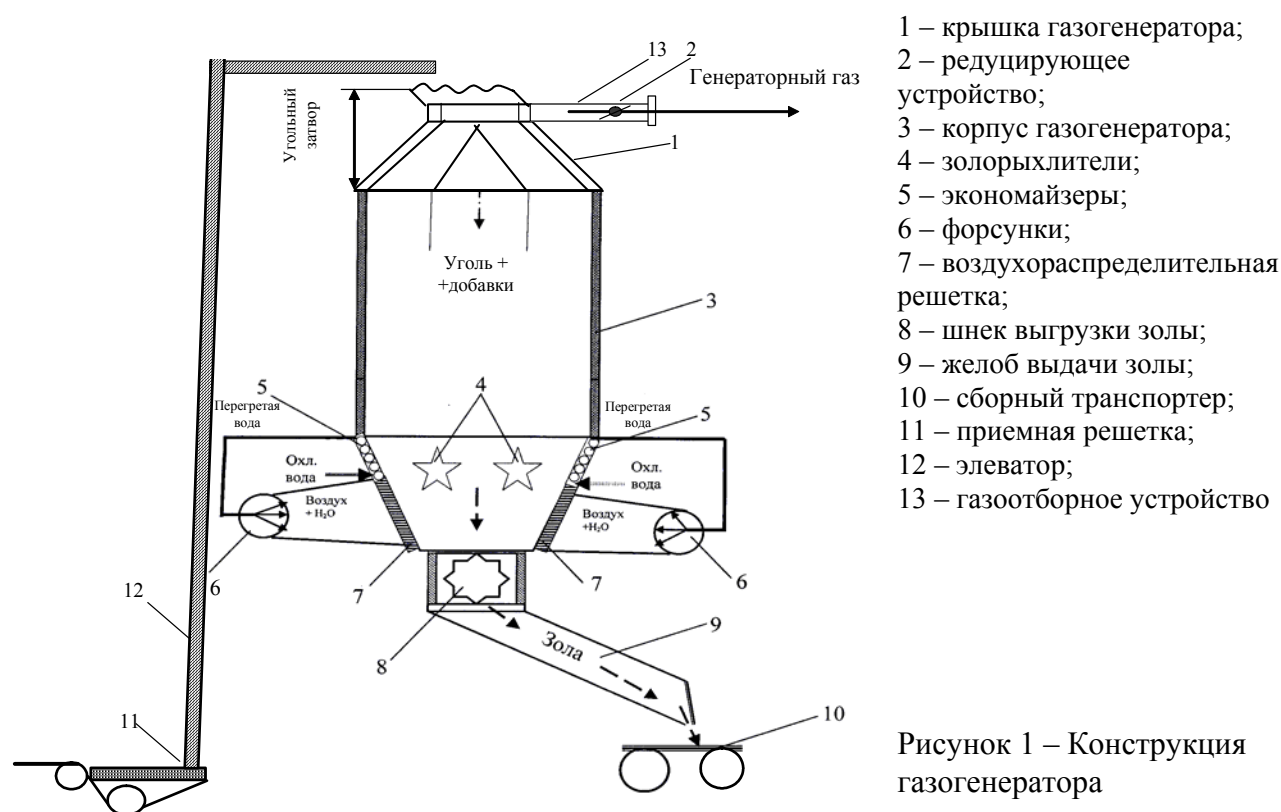
Особенно важно, что в газогенераторе реализована новая система водо-воздушного дутья. В дутье с помощью форсунки холодным воздухом подается вода, перегретая выше температуры кипения при давлении 0,3 МПа. Расход воды на процесс газификации $V_B=350$ кг/ч. Температура перегретой воды в трубопроводе $t_B=120^\circ\text{C}$. Давление воздуха в трубопроводе $P_p=10$ кПа. Температура воздуха в трубопроводе $t_p=20^\circ\text{C}$. Количество воздуха, подаваемого на распыл $V_{pac}=218,8$ м³/ч. В момент выхода из трубопровода начинается интенсивный процесс парообразования. Вода превращается в пар, который, попадая в зону реакции с воздухом, участвует в реакциях с образованием водорода.

Это новшество позволяет в процессе газификации обогащать получаемый газогенераторный газ водородом, увеличить его теплотворную способность и улучшить процесс его сжигания у потребителя. Повышенное содержание водорода обеспечивает дополнительное улучшение процессов сжигания и улучшает экономические и экологические показатели у потребителя.

Твердые отходы газификации угля – зола – подаются в золоприемник, который в тоже время является теплообменником, где нагревается вода, подаваемая в дутье (о чем сказано выше). Новая система регулирования позволяет перманентно поддерживать нужную температуру горения в ядре газификации.

Получаемый генераторный газ, обогащенный водородом, имеет на выходе повышенное давление и может легко транспортироваться в пределах предприятия по системе локальных газопроводов.

Совместно с углем в зону газификации подаются добавки, которые аккумулируют тепло в окислительной зоне и вносят его в восстановительную. Это позволяет значительно улучшить процессы, протекающие в восстановительной зоне, поскольку тепло, вносимое добавками, идет на подавление эндотермического эффекта газификации водяным паром. Кроме того, добавки препятствуют образованию конгломератов и препятствуют шлакообразованию. Количество добавок зависит от химического состава угля, но не превышает 30% по массе угля.



Качественные характеристики процесса газификации угля в данной установке приведены в табл. 1.

Табл. 1. Материальный баланс генераторного процесса работы газогенераторной установки на 100 кг угля

| ПРИХОД | | | РАСХОД | | |
|--------------|-----|------|------------------|-----|------|
| Наименование | кг | % | Наименование | кг | % |
| Уголь | 100 | 42 | Генераторный газ | 178 | 74,8 |
| Воздух | 103 | 43,3 | Зола | 56 | 23,6 |
| Вода | 5,0 | 2,1 | Пыль | 4 | 1,6 |
| Добавки | 30 | 12,6 | | | |
| Итого | 238 | 100 | Итого | 238 | 100 |

Анализ табл. 1 показывает, что вынос пыли составил около 1,5%, что объясняется двумя причинами: повышенным содержанием фракции – 3 мм до 7–10%, а также значительной форсировкой дутьевого режима.

Уголь брался рядовой шахтной добычи, без какой-либо подготовки или отсева фракции. В практических условиях фракции менее 10 мм желательно отсеивать. Для газогенератора является оптимальным, например, антрацитовая мелочь АШ фракции 10–30 мм.

Указанные выше технические новшества позволяют довести КПД газификации “тощих” углей Донбасса до 70–75% и получить газообразное топливо с калорийностью 5–9 МДж/м³. Дешевизна исходного сырья и достигнутый технический уровень новой газогенераторной установки позволяют на предприятии масштаба Горловского машиностроительного завода достичь годовой экономии в размере 600–700 тыс. грн./год путем замены экспортируемого природного газа на производимый на предприятии газогенераторный газ.

Принципиально новые конструктивные и технологические особенности разработанного и построенного газогенератора, возможность получения дешевого газообразного энергоносителя – заменителя дорогого экспортируемого природного газа, высокая экологичность технологии, относительная дешевизна конструкции позволяют сделать вывод о перспективности широкого использования газогенераторной технологии и установки для использования крупными и средними предприятиями Донецкой области.

Список литературы

1. Пат. 35098А Украина, МКИ 6С10J3/00. Газогенератор для отримання генераторного газу з вугілля/ Иванов А.І., Кравцов В.В., Махов Г.Г., Шелудченко В.І. - Опубл. 15.03.2001, Бюл. №2.
2. Пат. 47912А Украина, МКИ 6С10J3/00. Спосіб газифікації вугілля/ Иванов А.І., Кравцов В.В., Махов Г.Г. - Опубл. 15.07.2002, Бюл. №7.

УДК 697.434

О ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПУТЕМ РЕКОНСТРУКЦИИ ТЕПЛООВОГО ПУНКТА ЗДАНИЯ

Сафьянц С.М., Колесниченко Н.В.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Показана возможность обеспечения качественного теплоснабжения здания при реконструкции теплового пункта заменой элеваторного узла на теплообменное оборудование с циркуляционным насосом, с условиями сохранения гидравлической устойчивости тепловой сети и центрального качественного регулирования тепловой нагрузки.

Значительным ресурсом энергосбережения обладает применение местного регулирования тепловой нагрузки зданий на абонентском вводе. При существующих элеваторных схемах подключения потребителей, регулирование тепловой нагрузки может быть осуществлено только периодическим отключением системы, то есть пропусками подачи теплоносителя. Однако этот вид регулирования обладает существенными недостатками: таким образом можно только снижать теплопотребление здания, а не увеличивать; при отключении отопительной системы нарушается гидравлический режим работы тепловой сети.

Ввиду указанных недостатков, целесообразно реконструировать абонентский ввод здания с переходом к независимой схеме подключения, посредством установки теплообменника. Данная схема имеет следующие преимущества:

- существует возможность регулирования теплотребления здания без влияния на гидравлический режим тепловой сети;

- использование циркуляционного насоса в системе отопления здания способствует ее высокой внутренней гидравлической устойчивости, то есть сохранению равномерного прогрева всех помещений при изменении отопительной нагрузки и в процессе регулирования.

Задачей исследования является ответ на вопрос: есть ли возможность осуществить указанную реконструкцию, не нарушая гидравлического режима тепловой сети с сохранением вышеперечисленных достоинств. А также - возможно ли, установкой только лишь теплообменника без реконструкции системы отопления в целом добиться необходимого теплотребления здания при несоблюдении котельной температурного графика качественного регулирования.

После реконструкции значения температур циркулирующей воды на входе в теплообменник и на выходе из него, а также ее расход G_2 могут меняться. Необходимым условием для удовлетворения тепловой нагрузки здания является соответствие количества тепла, отдаваемого отопительными приборами, расчетному значению. Как показывают расчеты, независимо от расхода воды в контуре отопления, необходимо соблюдения равенства температурного напора между отопительными приборами и воздухом помещений значению, соответствующему температурному графику 95/70.

Если котельная выдерживает температурный график центрального качественного регулирования, то для схемы теплового пункта с теплообменником расход сетевой воды G_1 , а также температуры в подающем τ_1 и обратном τ_2 сетевых трубопроводах, при соблюдении гидравлического режима тепловой сети, должны быть неизменными и такими же, как и при элеваторной схеме.

Для любого теплообменника в установившемся режиме температура греющего теплоносителя на выходе из него (τ_2) будет выше температуры нагреваемой жидкости на входе в него. Таким образом, для поддержания расчетного температурного напора между отопительными приборами и воздухом помещений, поскольку $t_2 < 70^\circ C$ необходимо, чтобы температура воды, поступающей к отопительным приборам от теплообменника была $t_1 > 95^\circ C$. И эта температура является практически предельной, для системы отопления, что необходимо учесть при проектировании.

Можно ли установить теплообменник с запасом поверхности, чтобы в случае несоблюдения котельной температурного графика, все-таки отбирать нужное для обогрева здания количество тепла? Для расчетных условий теплоснабжения нельзя. Так, если $\tau_1 = 120^\circ C$, то $\tau_2 = 60^\circ C$. Учитывая, что $t_2 < \tau_2$ условие соблюдения необходимого температурного напора, создаваемого отопительными приборами дает $t_1 > 110^\circ C$, что недопустимо.

Решить проблему недогрева можно либо путем увеличения расхода сетевой воды на здание G_1 , что влечет за собой переналадку гидравлического режима тепловой сети, либо увеличением поверхности теплообмена отопительных приборов – т.е. реконструкцией системы отопления здания.

Как же поведет себя реконструированная система отопления при температурах наружного воздуха выше расчетной?

На рисунке 1 показана зависимость необходимой площади поверхности теплообменника по отношению к установленной от температуры наружного воздуха, при постоянном значении расхода воды в контуре отопления. величины со штрихом относятся к расчетным условиям.

Как видим, поверхность установленного теплообменника оказывается завышенной по отношению к текущим условиям теплоснабжения. При температурах наружного воздуха выше $00^\circ C$ условие необходимого постоянства G_2 нарушается.

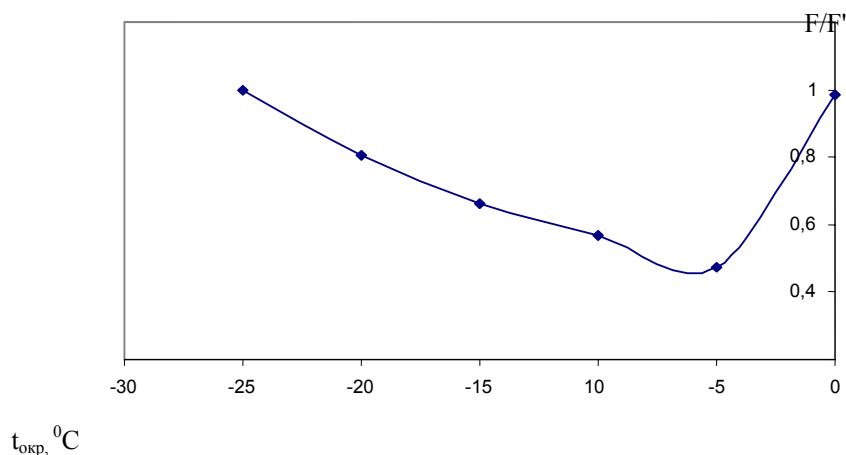


Рисунок 1 – зависимость необходимой поверхности теплообменника при неизменном расходе воды в циркуляционном контуре.

Снизить тепловую мощность теплообменника можно несколькими способами: 1) уменьшением расхода сетевой воды; 2) увеличением расхода циркуляционной воды; 3) установкой теплообменника с регулируемой площадью теплообмена.

Первый способ неприемлем по причине нарушения гидравлической устойчивости тепловой сети. Для второго способа существует ограничение по скорости воды в трубах.

На рисунке 2 показана зависимость относительного расхода воды, циркулирующей в контуре отопления здания, от температуры наружного воздуха при условии постоянства поверхности установленного теплообменника.

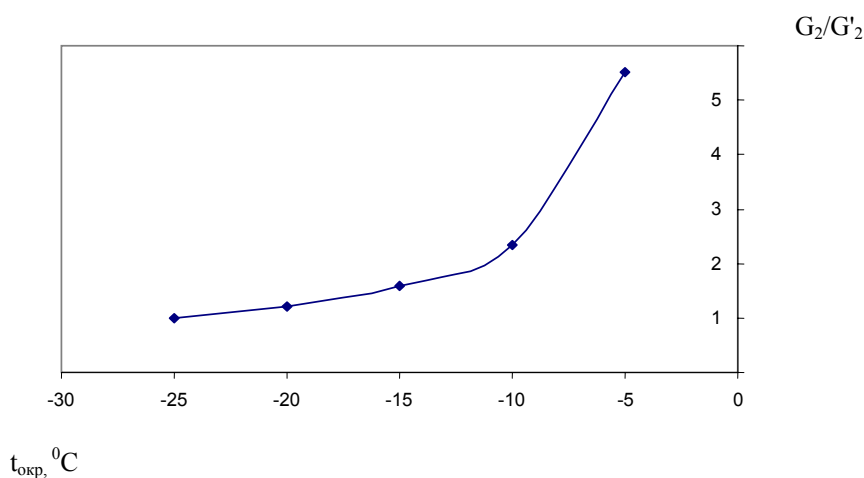


Рисунок 2 - Зависимость относительного расхода воды, циркулирующей в контуре отопления здания, от температуры наружного воздуха при условии постоянства поверхности установленного теплообменника

Как показывает расчет, при температурах наружного воздуха порядка -50°C расход циркуляционной воды становится бесконечным.

Добиться необходимого теплопотребления, не увеличивая расхода циркуляционной воды, можно путем установки терморегуляторов на каждом отопительном приборе (при параллельном подключении отопительных приборов к системе отопления). При этом температура в обратном трубопроводе отопительной системы будет возрастать, а температурный напор в теплообменнике снижаться.

Теплообменников с регулируемой поверхностью теплообмена, которые можно было бы использовать в системе отопления, не существует. В качестве варианта, можно установить нескольких теплообменных аппаратов, с возможностью отключения некоторых из них. Для осуществления регулирования нагрузки системы отопления, целесообразно использовать 2-й и 3-й способы совместно. То есть, установить несколько теплообменников, с суммарной

площадью теплообменной поверхности, равной расчетной, и возможностью отключения некоторых из них. При этом, изменяя расход воды в циркуляционном контуре, осуществлять плавное регулирование теплопотребления здания. Дополнительное использование терморегуляторов на отопительных приборах позволит отказаться от регулирования расхода воды в контуре отопления, но данное условие приемлемо только при параллельном подключении отопительных приборов.

Исходя из выше сказанного, можно также сделать вывод о том, что реконструкция теплового пункта с заменой элеваторного узла теплообменником с циркуляционным насосом, позволит добиться удовлетворительного теплопотребления здания при температурах наружного воздуха выше расчетной, даже при несоблюдении котельной температурного графика.

УДК 585.55+477/62

СОСТОЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ УРБОЭКОСИСТЕМ КАК ИНДИКАТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ МЕГАПОЛИСОВ

Ермакова Е.В., Синельщиков Р.Г.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Проанализированы основные принципы устойчивого развития регионов, обоснована приоритетная роль оптимизации рекреационного природопользования при переходе к устойчивому развитию. Охарактеризованы существующие индикаторы устойчивого развития, предложены дополнительные индикаторы для оценки состояния мест отдыха в городе.

Начиная с XX века значительный импульс получили процессы урбанизации и индустриализации, протекавшие без учёта многосторонних связей между обществом и природой и породившие множество экологических проблем. Не случайно, сейчас всё большую актуальность приобретает вопрос так называемого «*sustainable development*» (устойчивого развития). Академик Н.Н. Моисеев определяет устойчивое развитие как «развитие, допустимое или согласованное с состоянием Природы и её законами» [1]. Широкое распространение термин получил после состоявшегося в 1992 г. саммита в РИО-де-Жанейро. Весомым толчком для активной пропаганды и внедрения принципов устойчивого развития в Донецком мегаполисе послужило подписание мэром г. Донецка в 2000 г. Ольбургской хартии.

Социум, развивающийся в соответствии с принципами устойчивого развития - это общество, в котором экономическое развитие индустриальных мегаполисов сбалансировано с возможностями и потенциалом экосистем. Подписание Ольбургской хартии фактически означало, что при принятии решений на местном уровне, органы власти будут исходить из принципов, изложенных в «Местной повестке - 21 век» - документе, который разрабатывается для каждого конкретного региона на основе комплексного анализа его основных экономических, социальных и экологических проблем. [2]

Такая «повестка» есть и у Донецка – крупнейшего индустриального мегаполиса Украины. К основным проблемам, города, которых в документе выделено 13, отнесены качество воздуха, качество питьевой воды, бытовой мусор, заболеваемость, безработица, уровень дохода и т.п.

Ярким показателем устойчиво развивающегося общества является удовлетворение человеком его многочисленных потребностей, в том числе и рекреационных, без вреда для окружающей среды. Поэтому не случайно к числу важнейших относится вопрос наличия и качества мест отдыха в городе.

Рекреационная деятельность – процесс противоречивый. С одной стороны неотъемлемой частью его является забота о наличии качественных рекреационных ресурсов, основу которых в индустриальных мегаполисах безусловно должны составлять ценные природные комплексы и уникальные ландшафты. Другими словами, развитие рекреационной

деятельности должно быть направлено на сохранение ландшафтного и биологического разнообразия региона, увеличение устойчивости природных комплексов путём организации мероприятий ухода за существующими зелёными зонами, их восстановления и увеличения площади в наиболее доступных для населения мест.

С другой стороны рекреационная деятельность и в особенности стихийная, неорганизованная, неизбежно ведёт к деградации ценных природных комплексов, утрате ими эстетических свойств, а в некоторых случаях и коренной перестройке биогеоценозов. Поэтому рассмотрение данного вопроса включает 2 аспекта – анализ рекреационной ёмкости и изучение вопросов рекреационной дигрессии биогеоценозов.

На основе изучения нами рекреационных процессов были сделаны некоторые выводы, а именно: рекреационные ресурсы области весьма ограничены и их основу составляют преимущественно леса и лесопокрытые площади, которые целесообразно подразделять на три зоны (Придонцовье, Центральную зону байрачных лесов и Южную зону искусственных насаждений). Многочисленные полевые исследования показали, что рекреационные нагрузки зачастую распределяются на их территории крайне неравномерно, и в период летних отпусков данные зоны значительно перегружены рекреантами.

Общеизвестно, что по продолжительности рекреационная деятельность подразделяется на путешествия выходного дня (однодневные, полуторадневные) и многодневные, осуществляемые во время отпуска и каникул. На наш взгляд кратковременный отдых должен реализовываться в непосредственной близости к основному месту жительства. Учитывая, что Донецкая область является высокоурбанизированным регионом, то основным местом однодневного отдыха должны стать именно территории городов и прилегающих к ним зелёных зон. В свою очередь, перераспределение потока отдыхающих в направлении от традиционных рекреационных зон (таких как Придонцовье) к городским участкам будет способствовать развитию более сбалансированного рекреационного процесса, а, следовательно, и оптимизации природопользования.

Местные власти, организуя рекреационную деятельность на своей территории, должны стремиться к достижению одновременно трёх целей, а именно:

1-ая: удовлетворение потребности человека в отдыхе. Не секрет, что трудоспособность человека напрямую связана с качеством отдыха, а ценность живой природы для жителя высокоурбанизированного индустриального мегаполиса возрастает в несколько раз.

2-ая цель: забота об окружающей среде. Известно, что внутригородские зелёные комплексы существенно улучшают санитарно-гигиенические и физические характеристики территории, снижают уровень шума, запыленности воздуха, смягчают жёсткие микроклиматические характеристики урбоэкосистем способствуют сохранению биологического разнообразия [4].

3-ья цель: получение экономических выгод. При правильной организации рекреационно-туристской деятельности места отдыха могут служить источником дохода, о чём свидетельствует опыт зарубежных стран, где значительную часть национального дохода составляет данный вид деятельности. В соответствии с законом Украины от 18.11.2003 г. №1282-IV «Про внесення змін до закону України «Про туризм» значительно увеличена роль органов местной власти в организации развития курортно-рекреационной деятельности.

Исходя из этих целей ясно, что задача нахождения разумного баланса в вопросах рекреационного природопользования должна стать одной из приоритетных при переходе к принципам устойчивого развития общества.

Для оценки ситуации, сложившейся в конкретном регионе, количественной и качественной характеристики проблемы, в «повестке» используется ряд индикаторов. Например, качество воздуха оценивается по количеству выбросов вредных веществ на одного жителя (кг/чел), качество питьевой воды – средним за месяц числом устранённых течей на городских сетях водоснабжения и показателем мутности воды в квартирных кранах. В качестве индикатора, отражающего проблему обеспеченности города местами отдыха, в документе был выбран показатель количества детских игровых площадок. На наш взгляд такой индикатор не

отражает в полной мере проблему рекреации и рекреационного природопользования и требует дополнения.

Для составления более полной картины, дополнительными индикаторами могли бы стать следующие:

1. площадь города, занятая под парками, скверами, бульварами; их доля в общей площади города (га, %)
2. площадь зелёной зоны города и её доля в общей площади (га, %)
3. степень антропогенной нарушенности рекреационных зон (площадь антропогенно нарушенных территорий, %)
4. степень благоустройства и оборудования рекреационных зон (количество благоустроенных участков).

Так, например, характеризуя зелёную зону Донецка, можно отметить сокращение площади зелёных насаждений, связанное с передачей лесных земель другим пользователям (преимущественно под строительство промышленных объектов), замусоривание пригородной зелёной зоны, отчуждение земель под застройку, организацию садоводческих хозяйств, низкую благоустроенность зон отдыха [5], что свидетельствует о негативной динамике решения проблемы рекреации в границах индустриального мегаполиса.

Для перехода к принципам устойчивого развития, на наш взгляд, одной из приоритетных задач должно стать решение проблемы оптимизации рекреационного природопользования, путём объединения усилий органов местной власти, областных лесоустроительных и общественных организаций.

Список литературы

1. Отчёт о разработке индикаторов устойчивого развития для города Донецка. / Государственное управление экологии и природных ресурсов в Донецкой области. Проект «Роза ветров». Донецк, 2002. – 40 с.
2. Концепция «Местной повестки XXI век» для города Донецка. / Государственное управление экологии и природных ресурсов в Донецкой области. Проект «Роза ветров». Донецк, 2001. – 20 с.
3. Синельщиков Р.Г., Ермакова Е.В., Чуланова Л.И. Рекреационный потенциал зелёных насаждений в контексте устойчивого развития города. // Экологические проблемы индустриальных мегаполисов. Труды II. междунауч.-практ. конф. М:МГУИЭ, 2005. – С. 57- 60.
4. Е.В. Ермакова, Р.Г. Синельщиков. Зелёная зона индустриального мегаполиса и её эколого-рекреационные особенности на юго-востоке Украины.// Экологические проблемы индустриальных мегаполисов. Матер. междунауч.-практ. конф. Донецк, 2004. – С. 172- 176.

ПАРАДИГМА ИНФОРМАЦИИ – ТЕОРИЯ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ

Откидач В.В., Джура С.Г. Чурсонова А.А.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

В результате развития общей теории систем и применения системного подхода в науке сформулировалась новая парадигма научного мышления, которую можно назвать целостной или экологично – системной, хотя ни одна из этих характеристик сама по себе не раскрывает ее природы. Новая парадигма существенно отличается от традиционной, основы которой заложены еще во времена Р. Декарта, И. Ньютона, Ф. Бекона. Наиболее существенно оценить разность между парадигмами можно за критериями [1]:

1. Переход от понятия «часть» до понятия «целостность».
2. В данной парадигме за основу берется обратный процесс: цель составляющих можно понять только на основе целостности, без целого сами составляющие существовать не могут.
3. Переход от понятия «структура» до понятия «процесс».
4. В современной парадигме каждая структура становится понятной как проявление процессов в системе, при этом сеть взаимосвязей имеет динамическую природу.
5. Переход от «объективной науки» до понятия «эпистемологичной науки».
6. Современная парадигма базируется на эпистемологии, и, чтобы понять процесс формирования знаний, следует стать непосредственно участником исследуемых явлений.

7. Переход от понятия «здание» к понятию «сеть» как цель знаний.
8. В рамках смены парадигмы ломаются фундаменты знаний: в представлении современной парадигмы метафора «здания» уступила месту метафоре «сеть». Сегодня действительность наблюдается как сеть взаимных отношений, и ее описание создается сетью взаимных отношений между исследуемыми явлениями.
9. Переход от понятия «истина» до понятия «приближение описания».
10. В контексте современной парадигмы принято считать, что любое понятие, теория или открытие есть только приближенными и, соответственно, ограниченными, то есть наука никогда не достигнет цельного и остаточного понятия действительности.

Новый перелом, как существования, так и восприятия цивилизации наступил в начале 60-х годов XX столетия, показателем цивилизации была интенсивность поступления и обмена знаниями и информацией.

Термин информация в середине XX столетия ввел К. Шеннон относительно теории передачи кодов, что получило название «Теория информации». При этом «наука информация» началась с теории передачи и подсчета количественных оценок неопределенного понятия.

Сегодня термин информация получил больше глубокий природное – философское содержание.

Все объекты Природы состоять из элементарных частиц. Поэтому информационные взаимодействия между объектами базируются на взаимодействии элементарных частиц и совершаются за законами физики микромира.

Вероятно, пришло время рассматривать понятие информации в целом – как концептуаное явление глобального уровня.

Для того чтобы дать наиболее общее определение понятия информации, необходимо выделить такие ее свойства, которые:

- во-первых были бы свойствами будь какого ее проявления;
- во-вторых разрешали бы отличать ее от проявлений других явлений.

То есть, требуется выделить необходимые и достаточные свойства, которые бы разрешили относить то или другое явление до исключительного проявление понятия информации.

С целью выявления необходимых и достаточных свойств рассмотрим систему, которая состоит из трех элементов – подсистем: Объекта, Взаимодействия, Среды.

Объект - это стойкое во времени и ограниченное в пространстве образование, воспринятое в ряде отношений как единое целое – элемент системы.

Взаимодействие - непрерывный процесс взаимосвязанный причинно – следственными связями трансформации параметров Объекта и Среды.

Среда – произвольное множество Объектов, которые могут влиять на исследуемый Объект и испытывать его влияние на определенном уровне организации.

Все существующииие в Природе взаимодействия можно определить как информационные, поскольку в каждой из них взаимодействующие объекты осуществляют влияние (реализуют управление) один на другой, т. е. обмениваются информацией. По всей вероятности, информация как ресурс может быть или материальной, или нематериальной.

Рассмотрим развитие информационного взаимодействия Объекта со Средой в зависимости от уровня объекта в иерархии самоорганизации вещества.

Фундаментальность информационного взаимодействия состоит в том, что любые другие виды взаимодействий, в том числе наипростейшие – физические, совершаются только через ее посредство. По всей вероятности, что при этом физические виды взаимодействия в системах с жесткими причинно – следственными связями подчиняются закону сохранения: сколько информации один объект передал другому, столько тот и получил, и наоборот. Потери информации в замкнутой среде невозможны.

Будь какое взаимодействие между объектами, в процессе которого один объект передает некоторую сущность, а другой эту сущность принимает, называют информационным

взаимодействием, а соответственно переданная сущность называется информацией. Из этого определения следует два общих свойства информации как самостоятельного феномена [1]:

- ✓ Информация не может существовать вне взаимодействия объектов, то есть информация – это процесс;
- ✓ Информация в рамках замкнутой системы не теряется ни одним из объектов взаимодействия, сохраняясь в формате самой системы.

Соответственно, из этих свойств информации следует, что сам феномен информации обязывает исследователей осознать произвольную систему открытой, а использование понятия системы как закрытой или замкнутой – это только технологический прием, необходимый на определенном этапе проведения научных исследований. В такой способ фундаментальной формой отображения есть информационное взаимодействие. Самопроизвольная среда независимо от уровня иерархии вещества есть информационной средой. Информационные взаимодействия на элементарном уровне полностью симметричны. Само эти взаимодействия и влекут за собой образования различных более стойких структур на основе элементарных частиц. Эти структуры с определенного уровня устойчивости целесообразно рассматривать как самостоятельные объекты.

Соответственно, законы информационного взаимодействия объектов вытекают из законов взаимодействия их элементарных баз. По всей вероятности, что чем с большего количества элементов состоять элементарные базы объектов, чем разнообразнее они и чем сложнеею есть их взаимодействие в структуре объекта, тем сложнее выводятся законы общего взаимодействия с их составляющих. Законы информационного взаимодействия объектов более высокого уровня строятся на основе статистической интеграции законов взаимодействия составляющих их элементов, то есть объектов более низкого уровня.

Этот процесс можно рассматривать как элементарное информационное взаимодействие, которое важно тем, что: -во-первых, такое взаимодействие представляет собой наипростейший комплекс симметричных информационных взаимодействий и сравнительно легко может быть структурировано; -во-вторых, в этом взаимодействии проявляются свойственные информационному взаимодействию основные факторы.

Формы, при помощи которых передается информация, называются информационными кодами. Восприятие или невосприятие информации определяется свойствами объекта, который воспринимает информацию. Комплекс свойств, которые представляют объекту воспринимать получаемые информационные коды как информацию, осуществляются аппаратом интерпретации информационных кодов. Таким образом, чтобы проходило информационное взаимодействие необходимо наличие в объекте кодов, которые переносят информацию, и аппарата интерпретации кодов.

На уровне живой природы информационными кодами служат не простые физические объекты и элементарные энергетические влияния, а их комплексы, которые есть более сложные за составом и структурой. В этом случае действие аппарата интерпретации информационных кодов основана на настолько сложных комплексах химических законов, что часто невозможно вывести четкую зависимость. В этом взаимодействии начинаются проявляться биологические законы [1].

Соответственно, для условной интерпретации информационных кодов одновременно должно быть несколько факторов. Один из них – подсистема информационного управления. Основу этого блока составляет память объекта. Память – это изменения, которые возникают в его аппарате интерпретации информационных кодов в результате отдельных актов информационных взаимодействий объекта, которые сохраняются определенное время после завершения этих актов.

Память объекта всегда ограничена, большая часть информации, что надходит, остается незадействованной. Соответственно, для предотвращения переполнения памяти, сбоя в ее работе или потери возможности ее функционирования должен существовать механизм периодического очищения памяти.

Закономерности трансформации информации имеют три последовательных этапа:

- ✓ Прием информационных кодов.
- ✓ Интерпретация кодов.
- ✓ Реализация информации, что складывается с комбинации несимметрических и симметрических информационных взаимодействий со средой.

Потому что носителем информационных кодов есть симметричные информационные взаимодействия, у которых приемный их объект принимает участие как элемент среды и, соответственно, их похождение не зависит от целей приемного объекта, информационные коды носят объективный характер. Данные, что принимают участие в процессах в середине объекта, и их свойства принадлежать к тем его свойствам, которые определяют его внутренний мир, соответственно эти данные носят субъективный характер.

Любая материальная система способна развиваться так долго, на сколько хватает ее носителей информации, т.е. памяти [2]. Память присутствует с момента возникновения саморазвивающейся системы и в течение периода ее существования. Именно память является решающим фактором в обеспечении необходимых предпосылок развития: необратимости, направленности, закономерности. Отсутствие памяти и есть та основная причина, которая делает невозможным процесс развития.

Таким образом, обязательным условием продвижения вперед является обретение системой памяти. Это позволяет сделать как минимум два важных вывода:

Во-первых, период времени, в течение которого система способна развиваться, соответствует ее информационной емкости (памяти); система способна развиваться лишь столько, на сколько хватает памяти для бесконечного развития, она должна иметь бесконечные ресурсы памяти.

Во-вторых, темпы развития системы зависят от способности системы накапливать, закреплять и воспроизводить информацию и скорости соответствующих процессов.

Обретение природой генетического кода, позволяет решить проблему фиксации информации, резко ускорило темпы эволюции.

Основные этапы формирования систем памяти [2]:

Память в неживой природе. Как это ни парадоксально, но неживая природа обладает памятью, т. е. она способна накапливать, закреплять и при определенных условиях воспроизводить информацию. В частности, предметы природы способны «записывать» информацию о воздействии на них других предметов или явлений природы. Так, земля долго хранит информацию о руслах рек, которые по ней протекали, атомы безошибочно фиксируют и сохраняют структуру своих ядер, молекулы четко «запоминают» состав химических элементов и соединений. Память неживой природы – это те физические законы, которым неукоснительно следуют объекты микро-, макро- мироздания.

Генетическая память. По всей вероятности, процесс формирования самой генетической памяти носил весьма драматический характер. Так академик Моисев[3] допускал, что, возможно, на первых этапах формирования эволюционного развития жизни существовало несколько конкурирующих структур памяти. Генетическая система является более устойчивой, более приспособляемой к условиям земной жизни, чем другие. На Земле существует только одна система, один «алфавит», который на уровне биологического вида способен передавать все сведения, необходимые для воспроизводства и жизнеобеспечения последующих поколений.

Экосистемная память. Как известно, ни один биологический вид не способен существовать без взаимосвязи с другими видами. Любая экосистема кроме своей вещественно – энергетической основы имеет информационную систему регуляции, которая закрепляет за определенными биологическими видами функции и коммуникационные связи. У большинства биологических видов память ограничена информационной емкостью генетического кода. Принципиальные же качественные изменения в ходе эволюции достигаются природой путем создания новых биологических видов за счет информационных механизмов экосистем, через естественный отбор на уровне особей. Экосистема, где памятью обладает каждый элемент,

диктує свої устоявшієся правила обитателям системи. Екосистемна пам'ять граєть первостепенну роль в збільшенні многообразія живої природи на Землі.

Соціальна пам'ять. Соціальною пам'яттю слідуеть считати систему інформаційних механізмів наслідования і закрєплення соціальних змінєнь, забезпечиваючих воспроизводство організаційних основ, громадських відношень, процесів регламентації і обученія в громадських структурах. По мненію академіка Н. Н. Моїсєєва, іменно соціальна форма пам'яті стала грати вєдущу роль в еволюції природи с момента возникновєнія первих людєвських сообществ [3].

Если соціальна пам'ять, як пам'ять генетическая, являється цєльною інформаційною системою, в нєй, видимо, должні сущєствовати, по аналогії с геном, і определєнніє носители і єдиниці пам'яті [2].

XX вєк подвєл своєобразний ітог еволюційного розвитку природи. Учасіє на первих ролях людєка в єтом процесє займаєть по історическим масштабам считанніє мгновєнья, однак роль єго в ускорєнні розвитку природи колоссальна.

Єто беспрецедєнтное збільшеніє темпов еволюції природи в умовях Землі, при котором постійно нарастали не тільки скорость, но і ускорєніє розвитку, стало възможно благодаря унікальній спосібности людєка постійно совершенствовати інформаційні системи накоплення, закрєплення і воспроизвєденія інформації. Фактически єто будєть четвєртая єра еволюції природи: неживая природа – живая природа – общество – искусствєнніє інформаційні системи.

Список літератури

1. Стариш А. Г. Системология. Киев: Центр учебной літератури, 2005. 232с.
2. Мельник Л. Г. Фундаментальные основы развития – Сумы: ИТД «Университетская книга», 2003. – 288с.
3. Моїсєєв Н. Н. Людєк и ноосфера. – М.: Молодая гвардия, 1990. – 351 с.

УДК 658:622.05

ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ В УМОВАХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Бєляєва О.Л., Ваштеріс С.Б.
(ДонНТУ, Донецьк, Україна)

Сьогодєннє зосєреджує увагу у масштабї свїту забезпечєннєя питною водою для життєя та прогрєсу у досягнєнні цїлєй розвитку планєти. Науково-технічний прогрєс сприяє розв'язанню проблеми нестачі води, ає і породжуєть проблему забруднєннєя свїтового океану. Вже зараз 20 % свїтового населєннєя відчувають нестачу питної води. Згідно з визначєннєям комісії ООН Україна є водонезабезпєченою країною. Через низьку якість очищєннєя стїчних вод забруднєннєя поверхневих вод не зменшуєтьсєя. Водоочисні станції будувалисєя під забор води, якість якої відповідає першому класу, а тепєр якість води у поверхневих водоймах значно погіршилася. Стала очевидною необхідність термінових ефективных дій щодо вирішєннєя проблеми швидко зростаючого попиту на воду в містах та скиду стїчних вод. Необхідно поліпшити управління водними ресурсами на рівні держави у відповідності з економічною, соціальною, екологічною та культурною значимістю.

Декада 2005-2015 рр. зосєреджує увагу в масштабї планєти на питанні: вода – для життєя, активного інформуваннєя, а також прогрєсу у досягнєнні цїлєй розвитку тисячолїттєя. Вперше цїль щодо покращєннєя доступу до питної води була сформульована у Декларації тисячолїттєя, що прийнята у верєснї 2000 року керівниками 189 країн членів ООН. Цєй документ визначив основні напрямки та чїтко сформулював цїлі розвитку тисячолїттєя, встановивши кількісні та строкові показники прогрєсу у вирішєнні основних проблем глобального розвитку людства.

Щодо стану справ в Україні, то за визначєннєям Європейської економічної комісії ООН, держава, водні ресурси якої не перевищуєть 1,5 тис. м³ річного стоку на людину, вважаєтьсєя водонезабєпєченою. За запасами води, доступними для використаннєя в Україні, у

середньоводні роки на людину припадає 1,09 тис. м³, а у маловодні – 0,62 тис. м³ води. Централізованим водопостачанням забезпечено 65% українців: 83% - у містах, 26% у сільській місцевості (за даними звіту COWI, 2002). Водою з колодязів користується близько 11 млн. громадян України. За офіційними даними, 1,8 млн. колодязів забруднені.

Проте практично всі поверхневі джерела водопостачання України в останні десятиріччя інтенсивно забруднюються. Через низьку якість очищення стічних вод надходження забруднених стоків у поверхневі водойми не зменшується.

Як свідчить практика, в останні роки без узгодження з Держводгоспом почастишали скиди у водні об'єкти стічних вод без очистки. Особливу увагу потрібно звернути тим областям, де розташовані крупні підприємства-забруднювачі, атомні електростанції.

З одного боку, досягнення науково-технічної та техногенної революції сприяють розв'язанню проблеми нестачі води. З іншого – вони породжують нові проблеми, зокрема – забруднення світового океану, внутрішніх та підземних вод, погіршення якості питної води, нерівність можливостей водокористування тощо. Водночас уніфікація культур та наступ глобалізації спричиняють витіснення норм шанобливого ставлення до природних стихій притаманного традиційним культурам і споживацькими стандартами. Забезпечення належної якості й достатньої кількості води є однією з провідних проблем екологічної безпеки та розвитку в XXI ст. Вже зараз 20% світового населення відчувають нестачу питної води, а 50% – потерпають від незадовільних санітарних умов, зумовлених нестачею або низькою якістю води.

При розгляді проблем, які стосуються води джерел водопостачання та якості питної води, значне місце займають питання, пов'язані з дотриманням виконання стандартів та нормативних документів, які сьогодні діють в Україні.

Хоча вже 12 років як Україна є незалежною державою, оцінюючи якість води, ми все ще користуємося цілим рядом документів колишнього СРСР – ГОСТ 2874-82, ГОСТ 2761-84, СанПіН №4630-88, усі СНіПи щодо водопроводу і каналізації. Але вже є й свої – це Водний кодекс України, Закон про надра, Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97), Допустимі рівні вмісту радіонуклідів стронцію-90 та цезію-137 в продуктах харчування та питній воді (ДР-97).

Водоочисні станції будувалися переважно протягом 60-х років. Будувалися з урахуванням тодішніх вимог. А тепер зрозуміло і часи не ті, і, зрозуміло вимоги до якості питної води значно зросли. Водоочисні станції, споруджені майже півстоліття тому, були розраховані на те, щоб питна вода до помешкань подавалася чистою і щоб вона не була джерелом епідеміологічної небезпеки. Нині цього вже за мало. Практично, якщо в місцях водозабору у воді є солі важких металів, радіонукліди, віруси, то вони транзитом проходять крізь очисні споруди і потрапляють до питної води. Тобто очисні споруди не є для них якимось бар'єром.

І ще одна проблема – водоочисні станції будувалися під забор води, якість якої відповідає першому класу, а тепер якість води у водоймах не витримує жодної критики – здебільше вона відповідає другому, а то й і третьому класу.

Вирішити проблему сьогодні, впевнені експерти, можна лише завдяки використанню більш глибоких горизонтів. Втім, як поліпшити якість води у міських водогонях поки що не знає ніхто. Сімдесят п'ять відсотків питної води українці п'ють з річок. Преважна більшість – з басейну Дніпра. Ця вода, за дослідженнями науковців, грішить великим вмістом органічних речовин та оксидів алюмінія. Геологи переконують, що забезпечити українців чистою водою можуть багаті мінеральні запаси. За їхніми словами цей ресурс використовується лише на двадцять відсотків. За оцінками експертів, ринок фасованих мінеральних вод швидко росте. Протягом лише останніх п'яти років він збільшився на сорок відсотків. Більше пити звичайної води стали і люди. Сьогодні пересічний українець випиває протягом року на два літра води більше, ніж ще три роки тому. Втім, гарантувати якість продукту на цьому ринку сьогодні держава не готова. В Україні ще й досі діють стандарти, затверджені ще у часи СРСР. Через

відсутність власних сучасних стандартів питної води, науковці пропонують дозволити використовувати міжнародні норми. Відповідні лабораторії, кажуть вони, в Україні є.

Провідними джерелами забруднення води є каналізаційні стоки (побутові забруднення), промисловість і сільське господарство. Частка останнього становить близько 70% споживання прісної води, переважно задля зрошення.

Проблеми, які необхідно вирішити містять забезпечення доступу до безпечної питної води та засобам санітарії для тих, хто на цей час не охоплений ним; проблему швидко зростаючого попиту на воду в містах та збросу стічних вод; забезпечення води для підвищеного виробництва продуктів; охорона ресурсної бази та життєво необхідних екосистем. Всі ці питання необхідно зрівноважити на основі розуміння ресурсної бази та небезпеки для цієї ресурсної бази: вплив діяльністю людини та управління водою.

Це лише поверховий огляд проблеми, але і цього досить, щоб стала очевидною необхідність термінових ефективних дій щодо поліпшення ситуації. Понад те, збереження глобальних водних ресурсів, задовільного водопостачання та споживання – це комплексна проблема, яка пронизує всі сфери природоохоронної діяльності та соціально-економічного розвитку, насамперед таких сфер, як сільське та комунальне господарство, містобудування, гідроенергетика, промисловість, водний транспорт, охорона здоров'я, туристично-рекреаційна галузь.

З одного боку, забезпечення доступу до водних ресурсів, якість їх та безпека мають розглядатися під кутом зору досягнення екологічної та соціальної справедливості. Екологічна справедливість визначається як повсюдне зменшення екологічного ризику шляхом запровадження ефективних методів його оцінки й управління факторами ризику, а також забезпечення таких умов, за яких жодна із груп населення не піддавалася б більшим негативним впливам за рахунок зменшення ризику інших груп населення. Соціальна справедливість передбачає забезпечення прав людини, у тому числі й права на проживання в безпечному довіллі. Отже, екологічна та соціальна справедливість є невід'ємною характеристикою демократичного громадянського суспільства. Таким чином, право на доступ та споживання якісної питної води є базовим правом кожної людини, а розв'язання проблем водопостачання одних груп населення за рахунок інших є неприпустимим.

З іншого боку, проблеми водокористування і водоспоживання мають розв'язуватися не лише в аспекті прав людини, а й в аспекті відповідальності усіх користувачів і споживачів водних ресурсів.

По суті ці два аспекти тісно взаємопов'язані між собою, оскільки забезпечення справедливості неможливе без дотримання принципу відповідальності і є засадовими для стратегії збалансованого (сталого) розвитку, проте вимагають своєї конкретизації та інструменталізації у кожному конкретному випадку.

З державного погляду необхідно управляти водними ресурсами у відповідності з економічною, соціальною, екологічною та культурною значимістю води за будь-яких умов її використання; домагатися формування такої цінової політики в сфері послуг, пов'язаних з водою, де б ціни на воду відображали її вартість. Цей підхід має враховувати дотримання принципу справедливості й особливі потреби бідної та вразливої частини населення. Для раціонального управління водними ресурсами: забезпечити таке управління водними ресурсами, яке б давало змогу залучити до сфери водногосподарського менеджменту широку громадськість і дотримуватися інтересів усіх зацікавлених сторін.

Література:

1. Гардашук Т.В. Концептуальні засади сучасного екологізму // Концептуальні виміри екологічної свідомості. – К.: 2003. – С.157 – 217.
2. Гардашук Т. Ідея справедливості в сучасному екологізмі // Філософська думка. – 2003. -- № 1. – С.102 – 122.
3. Глобальная экологическая перспектива – 3. – ЮНЕП: Интердиалект+, Москва. – 504 с. (с. 174 – 182)
4. Програма дій „Порядок денний на XXI століття” / Переклад з англійської: ВГО „Україна. Порядок денний на XXI століття. – К.: Інтелсфера, 2000. – 360 с.
5. Рябов С. Громадянська освіта та її роль у демократизації українського суспільства // Там само. – С.51 – 54.

ОБОСНОВАНИЕ ИСХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ С НУЛЕВЫМИ ВЫБРОСАМИ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Костенко В.К.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Предложена технология получения геотермальной энергии из части недр, которую оставляют после выемки полезного ископаемого, в первом приближении обоснованы исходные параметры энергоустановки.

Использование геотермальных ресурсов - один из путей получения экологически чистой энергии. Она характеризуется практически нулевым воздействием на окружающую среду, так как не расходуются невозполнимые ископаемые топливные ресурсы, практически отсутствуют газовые и жидкостные выбросы, незначительно воздействие на земную поверхность и недра.

В настоящее время предпринимают попытки проникнуть в глубинные слои недр и обеспечить извлечение из них нагретого до температуры горного массива теплоносителя, в качестве которого, как правило, используют воду [1]. Для получения геотермальной энергии предусмотрено проведение с поверхности вертикальных или наклонных скважин до глубины, где температура горных пород превышает температуру кипения воды. Путем взрыва или гидрорасчленения пород создают между соседними скважинами участок проницаемого трещиноватого горного массива (называемого подземным геотермальным теплообменником). В одну из скважин подают воду и обеспечивают фильтрацию ее сквозь теплообменник, где она нагревается до температуры горного массива. Выдают нагретую воду на поверхность через вторую скважину и утилизируют накопленную водой геотермальную энергию.

Недостатками известной технологии являются низкая пропускная способность, а, следовательно, энергетическая производительность геотермального теплообменника, угроза «теплового пробоя» т.е. прорыва не нагретой воды в выдающую выработку. Из-за дороговизны работ по проектированию, подготовке, проведению скважин и связанных с этим природоохранных мероприятий высока себестоимость получаемой энергии. Надежность данной технологии недостаточна вследствие угрозы заполнения полостей подземного теплообменника частицами горной породы или кристаллами солей, вырастающими из вод с высокой минерализацией.

Польскими учеными рассмотрены возможности использования и разработаны способы получения геотермальной энергии, выносимой из шахты потоком отработанного воздуха или откачиваемой воды [2,3]. В частности, предусматривается: подача теплоносителя (воздуха) с поверхности через ствол в шахту; перемещение его по сети действующих горных выработок за счет напора вентиляторов и выдача на поверхность через вентиляционный ствол; утилизацию накопленной воздухом энергии потребителем, например, «тепловым насосом» [2].

Недостатки этой технологии заключаются в следующем. Она имеет ограниченную область применения, эффективно его можно реализовать на действующем предприятии (шахте) и нерационально применять после его закрытия вследствие высоких эксплуатационных расходов и низкой производительности. Производительность, обусловлена ограничением движения воздуха в сети горных выработок шахты по скоростному фактору. «Правила безопасности в угольных шахтах» определяют диапазон допустимых минимальных и максимальных скоростей воздуха в горных выработках различного типа. Низкий показатель извлечения энергии из недр обусловлен также неполным и непродолжительным охлаждением горного массива. Неполное охлаждение связано с эрготермическими ограничениями в горных выработках, «Правилами...» допускается нагревание воздуха до температуры не более 25⁰С - критического теплового порога на рабочих местах в подземных условиях. Кроме того, тепло снимают только в течение сравнительно непродолжительного времени существования горных

выработок с обдуваемой воздухом части породного массива, расположенной вблизи их контура. В Донбассе средняя продолжительность существования одного километра подготавливающих участковых выработок составляет 1,5...2,5 года (в странах Европы этот показатель еще меньше). Период охлаждения породного контура подвигаемых очистных выработок не превышает нескольких часов, за этот период охлаждение обнаженных пород незначительно.

Представляется возможным уменьшить недостатки, присущие вышеприведенным технологиям извлечения геотермальной энергии из недр, используя теплоту оставленных после выемки полезного ископаемого участков горного массива. Для этого в выработанном пространстве создают каналы - горные выработки с упрощенной крепью. Их проводят из подготавливающих выработок параллельно, на расстоянии 40...70 м друг от друга. В подготавливающих выработках возводят изолирующие перемычки таким образом, чтобы придать теплоносителю змеевидный маршрут движения. За счет этого достигается извлечение теплоты со всей площади выработанного пространства, что значительно больше, чем в известных технических решениях.

Процесс теплообмена производят в режиме динамического равновесия, то есть выносимая теплоносителем энергия восполняется прибывающей из недр теплотой. Такой геотеплообменник может функционировать в течение весьма продолжительного периода, не менее 10...20 лет [3]. Можно предположить несколько вариантов утилизации полученной энергии. Из геотеплообменника воздух можно направить в компрессор, а из него - в вихревую трубу, где происходит разделение на два потока – горячий и холодный. Горячий - поступает в теплообменник где, нагревая воду, превращает ее в пар для турбины, а охлажденный поток можно применить для кондиционирования подаваемого в забой свежего воздуха. Другой вариант заключается в подаче воздуха из каналов в теплообменник теплового насоса [2]. Несомненно, что возможны и другие способы извлечения энергии.

После отработки запасов полезного ископаемого в пределах горного отвода шахты она может продолжать существование как предприятие-генератор геотермальной энергии, состоящее из нескольких геотеплообменников. При этом существенно снизятся удельные эксплуатационные расходы.

Для обеспечения эффективной и надежной работы энергетической установки с нулевыми выбросами следует рассмотреть вопрос о параметрах установки и, в частности, ее основного агрегата – геотеплообменника.

По нашему мнению, важным показателем является расстояние от входа в теплообменник до рубежа прогревания теплоносителя (в рассматриваемом случае воздуха) от температуры на входе T_b до температуры горного массива на данной глубине T_m . Следует обратить внимание на переменное значение величины T_b , которое определяется климатическими факторами на поверхности, например сезоном года или временем суток. Для Донбасса среднегодовая температура приповерхностного слоя составляет $+9^{\circ}\text{C}$, при диапазоне колебаний от -35 до $+45^{\circ}\text{C}$. При этом надо учитывать, что в зимнее время для предупреждения обмерзания стволов поступающий в шахту воздух подогревают до температуры не ниже $+2^{\circ}\text{C}$, а в жаркое время он охлаждается от стенок воздухоподающих выработок до $+25^{\circ}\text{C}$. Таким образом, температура поступающего в теплообменник воздуха может изменяться в диапазоне $+2...+25^{\circ}\text{C}$. Температура горных пород на глубине 1000...1700 м, где в настоящее время ведут работы несколько десятков шахт Донбасса, составляет $+30...+50^{\circ}\text{C}$.

Исходя из того, что размеры и форма сечения намного превышают величину пограничного слоя, а вынужденное движение воздуха в горных выработках при реально достигнутых скоростях имеет турбулентный характер, можно принять допущение, что теплообмен между стенками канала и теплоносителем происходит в режиме близком к продольному омыванию плоской поверхности газом при свободной конвекции.

Удельная отдача энергии стенками может быть рассчитана из выражения:

$$q = \alpha \cdot (T_m - T_b) \cdot \tau,$$

где q - удельная энергия, приобретенная теплоносителем от единицы поверхности стенок выработки за единицу времени, $\text{Дж} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$; α - коэффициент теплоотдачи, $\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$.

Общее количество теплоты отданной массивом теплоносителю через боковые поверхности канала за период τ составляет, Дж: $Q_M = L \cdot \Pi \cdot \alpha \cdot (T_m - T_b) \cdot \tau$,

где: L - протяженность участка от входа в теплообменник до рубежа прогревания носителя, т.е. участка в выработке, где $T_m - T_b \approx 0 \dots 1$, К, м; Π - периметр сечения горной выработки, м.

Количество приобретенной носителем за это время теплоты составит, Дж:

$$Q_H = m \cdot c \cdot (T_m - T_b),$$

где m - масса теплоносителя, сосредоточенного на участке канала от входа до рубежа прогревания, кг; c - теплоемкость носителя, Дж·кг⁻¹·К⁻¹.

При этом массу можно представить в виде выражения: $m = \rho \cdot V = \rho \cdot S \cdot L$

где ρ - плотность теплоносителя, кг·м⁻³; S - площадь поперечного сечения канала, м².

Исходя из теплового баланса $Q_M = Q_H$ можно определить продолжительность нагревания

воздуха до температуры массива τ : $\tau = \frac{\rho \cdot S \cdot c}{\alpha \cdot \Pi}$

Для выработки квадратного сечения ($\Pi = 4 \cdot d_0, S = d_0^2$) выражение примет вид:

$$\tau = \frac{d_0 \cdot \rho \cdot c}{4 \cdot \alpha},$$

где: d_0 - характерный размер канала, например для трубы - диаметр, м;

В последнем выражении неизвестно значение α - коэффициента теплоотдачи. Ориентировочное значение этой величины можно определить из известного [4] выражения:

$$Nu = \frac{\alpha \cdot d_0}{\lambda},$$

где: d_0 - характерный размер канала, например для трубы - диаметр, м; λ - коэффициент теплопроводности теплоносителя, Вт·м⁻¹·К⁻¹.

Преобразуем это выражение: $\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda}{d_0}$.

Известно, что для турбулентного потока жидкости (газа): $Nu = c_1 \cdot (Pr \cdot Gr)^n$,

где: $c_1 = 0.5$, $n = 0.25$ - табличные коэффициенты;

После подстановки численных значений показателей, характеризующих теплоноситель и канал: $\rho = 1,293$ кг·м⁻³; $c = 1000$ Дж·кг⁻¹·К⁻¹; $\lambda = 0.024$, Вт·м⁻¹·К⁻¹; $Nu = 97,81$; $d_0 = 2$, м,

получаем $\tau = \frac{\rho \cdot d_0^2 \cdot c}{4 \cdot Nu \cdot \lambda} = \frac{1.293 \cdot 4 \cdot 1000}{4 \cdot 97.81 \cdot 0.024} \approx 800$, с.

Таким образом, при условиях примерно соответствующих свободной конвекции продолжительность нагревания воздуха в канале составляет около 13,4 мин., что при скорости движения воздушного потока около 2 м·с⁻¹ соответствует длине $L = 1600$ м.

Приведенные расчеты показывают, что в шахтных условиях вполне реальным является создание геотеплообменника, который обеспечит продолжительную работу энергоустановки с минимальными выбросами в окружающую среду.

Список литературы

1. Теплота земных недр: форма энергии будущего для Верхнерейнского региона /С.Баумгэртнер, А.Жерар, Р.Барма, П.Ви // Глюкауф №4, 2002. -С 14-16.
2. Поиск и использование дополнительных источников энергии в шахтах /Й.Сулковский, Я.Дренда, З.Розаньский/ Netradiční metody využití ložisek/ Vzsoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava // Ostrava 12-13 Listopad 1998, - s.259-267.
3. Knechtel J. Badania nad mozliwoscia wykorzystania ciepla geotermalnego wynoszonego z powietrzem kopalnianym na powierzchni/Zeszyty naukowe Politechniki Slaskiej. Seria: Gornictwo, z. 270.//Gliwice. 2005.-S.257-264.
4. Гінкул С.І., Шелудченко В.І., Кравцов В.В. Основи тепло- та масопереносу в матеріалах. Навчальний посібник - Донецьк: РВА ДонНТУ, 2000. - 157 с.

ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ УРБАНИЗОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Блакберн А.А., Синельщиков Р.Г.

(Донецкий институт туристического бизнеса, ДонНТУ, Донецк, Украина)

Изложен опыт установления уровней урбанизованности регионов Украины и территориальной дифференциации природных туристско-рекреационных ресурсов Донецкой области с применением метода экспертно-экологических оценок. Представлена ранговая оценка административных единиц (городов и районов) области по их туристско-рекреационному потенциалу.

Современная экология рассматривает урбанизацию в числе значимых факторов экологической ситуации. Важным понятием урбанизации является мегаполис - городская агломерация, численностью свыше 1 миллиона жителей.

Украина – крупное государство, обладающее большим разнообразием природных, социально-экономических и экологических условий, в связи с чем предпринята попытка дифференцировать территорию по трём классам урбанизованности с учётом величины региона, количества городов, численности населения. Показатели Донецкой области в расчёты не включались, чтобы они не влияли на средние результаты и сохранялась возможность сравнения с ними ситуации в донецком регионе.

В класс I (повышенной урбанизованности) вошли 7 регионов: Днепропетровская, Запорожская, Луганская, Львовская, Одесская, Харьковская области и АР Крым. Класс II (умеренной урбанизованности) составили 8 регионов: Киевская, Кировоградская, Николаевская, Полтавская, Сумская, Черкасская, Черниговская, Херсонская области. Наконец, в классе III (пониженной урбанизованности) оказались 9 регионов: Винницкая, Волынская, Житомирская, Закарпатская, Ивано-Франковская, Ровенская, Тернопольская, Хмельницкая, Черновицкая области.

По суммарной площади соотношение между I-м, II-м и III-м классами демонстрирует баланс: 33%-35%-32%. Что же касается средней площади региона в классе, (28,5-26,5-21,7 тыс.кв.км), то здесь прослеживается зависимость: регионы повышенной и умеренной урбанизованности одновременно являются более крупными по площади.

Эту закономерность ещё более рельефно выражают показатели демографического характера. Так, численность населения в среднем регионе составляет соответственно по классам 2,6 млн.; 1,4 млн.; 1,3 млн., а доля городских жителей - 70%; 50%; 37%. Естественно, что эти показатели коррелируют со средним количеством городов: если в регионах повышенной урбанизованности в среднем насчитывается по 22 города, то в регионах умеренной урбанизованности – 13 и в регионах пониженной урбанизованности - 11.

На этом фоне резко выделяются показатели Донецкой области, где общая численность населения - около 5 млн. человек; доля городского населения – 89%; количество городов – 50. Это служит основанием для того, чтобы квалифицировать Донетчину как регион высшего в Украине уровня урбанизации.

| Ранги | Суммарное количество баллов |
|-----------------------------|-----------------------------|
| I - очень слабый потенциал | 0 - 30 |
| II - слабый потенциал | 31 - 60 |
| III - средний потенциал | 61 - 90 |
| IV - высокий потенциал | 91 - 120 |
| V - очень высокий потенциал | 121 - 150 |

Высокоурбанизированному региону присуще определённое противоречие между потребностью человека общаться с природой и сложностями её реализации из-за дефицита туристско-рекреационного ресурса (ТРР). Это определило ещё одну цель нашего исследования - дать характеристику потенциала ТРР городов и районов Донецкой области. Был применён известный в рекреационной географии *метод экспертных (балльных) оценок*.

Кроме того, в зависимости от суммарного количества набранных баллов определялся ранг природного туристско-рекреационного потенциала административного подразделения (города, района) согласно градиенту, приведенному ниже.

Ниже приведены результаты изучения потенциала природных ТРР по городам Донецкой области (табл.1) и отдельно по административным районам области (табл.2).

Таблица1 – Природный туристско-рекреационный потенциал городов (баллы,ранги)

| Города областного | ПЗФ | Леса | Море | Воды | Реки | Итого | Ранг потенциалов |
|-------------------|-----|------|------|------|------|-------|------------------|
| Донецк | 15 | 29 | - | 8 | 12 | 64 | Ш |
| Горловка | 7 | 3 | - | 6 | 9 | 25 | 1 |
| Дзержинск | 0 | 6 | - | 0 | 5 | 11 | 1 |
| Енакиево | 9 | 8 | - | 6 | 5 | 28 | 1 |
| Константиновка | 0 | 7 | - | 0 | 5 | 12 | 1 |
| Краматорск | 25 | 6 | - | 4 | 12 | 47 | П |
| Макеевка | 0 | 8 | - | 7 | 9 | 24 | 1 |
| Мариуполь | 0 | 9 | 20 | 3 | 4 | 36 | П |
| Славянск | 12 | 6 | - | 0 | 2 | 20 | 1 |
| Торез+Снежное | 8 | 7 | - | 0 | 8 | 34 | П |
| Шахтёрск | 0 | 3 | - | 0 | 5 | 8 | 1 |
| Среднее | 6,9 | 8,4 | 1.8 | 3,1 | 6.9 | 28,1 | |

Таким образом, согласно принятым критериям были оценены 11 городов и 18 районов Донецкой области на наличие природных ТРР. Балльная оценка показала широкий диапазон оцениваемых параметров по всем видам природных ТРР. Суммарное количество баллов колеблется в пределах от 21 балла (Ясиноватский район) до 150 баллов (Першотравневый район) для административных районов и от 8 баллов ((Шахтерск) до 64 баллов (Донецк) для городов областного подчинения.

Ранговое распределение природного потенциала ТРР Донецкой области свидетельствует о том, что наиболее богаты природными ТРР северные, северо-восточные и крайне южные (приморские) районы области. Относительно богаты ими восточные районы. Средние показатели по природным ТРР имеют отдельные районы центра области (Старобешевский) и северо-запада (Александровский), а из городов областного подчинения только Донецк. Бедными ресурсами обладают в основном западные и отчасти юго-восточные районы (Тельмановский) и очень бедными - центральные районы области.

Таблица 2 – Природный туристско-рекреационный потенциал районов (баллы, ранги)

| Административные районы | ПЗФ | Леса | Море | Воды | Реки | Итого | Ранг потенциалов |
|-------------------------|------|------|------|------|------|-------|------------------|
| Александровский | 26 | 3 | - | 42 | 12 | 83 | Ш |
| Амвросиевский | 50 | 55 | - | 8 | 27 | 140 | V |
| Артёмовский | 29 | 33 | - | 15 | 45 | 122 | V |
| Великоновосёлков. | 15 | 14 | - | 11 | 11 | 14 | П |
| Волновахский | 29 | 30 | - | 23 | 17 | 99 | 1V |
| Володарский | 60 | 39 | - | 7 | 17 | 123 | V |
| Добропольский | 13 | 0 | - | 9 | 19 | 41 | П |
| Константиновский | 40 | 12 | - | 15 | 33 | 100 | 1V |
| Красноармейский | 5 | 0 | - | 6 | 14 | 25 | 1 |
| Краснолиманский | 74 | 0 | - | 17 | 21 | 112 | V |
| Марьинский | 2 | 14 | - | 16 | 13 | 45 | П |
| Новоазовский | 60 | 6 | 64 | 5 | 10 | 145 | V |
| Першотравневый | 66 | 19 | 50 | 2 | 13 | 150 | V |
| Славянский | 76 | 29 | - | 18 | 20 | 143 | V |
| Старобешевский | 28 | 19 | - | 26 | 16 | 89 | Ш |
| Тельмановский | 7 | 5 | - | 9 | 23 | 44 | П |
| Шахтёрский | 61 | 25 | - | 9 | 16 | 111 | 1V |
| Ясиноватский | 9 | 2 | - | 3 | 7 | 21 | 1 |
| Среднее | 36.1 | 16.9 | 57,0 | 13,4 | 18.7 | 91,5 | |

В целом это говорит об относительно высоком природно-ресурсном потенциале всей Донецкой области и возможностях дальнейшего развития. С этой целью необходимо более интенсивно использовать природные ТРР прежде всего, экологического и зеленого туризма, расширять существующие и создавать новые рекреационные территории и зоны.

Литература

1. Бовсуновская А.Я. География туризма: Учеб. пособие - Донецк: ДИТБ, 2002. – 411 с.
2. Бейдик О.О. Рекреационно-туристські ресурси України: Методологія та методика аналізу, термінологія, районоування: -К.: Виданнично-поліграфічний центр «Київський університет», 2001. – 395 с.
3. Данильчук В.Ф., Алейникова Г.М., Бовсуновская А.Я., Голубничая С.Н. Методология оценки рекреационных территорий. - Донецк: 2003. – 197 с.
4. Донбас заповідний. Науково-інформаційний довідник-атлас / Під заг. ред. С.С. Куруленко, С.В. Третьякова. - Донецьк: 2003. – 160 с.
5. Рекреационные зоны и туристско-экскурсионные маршруты Донецкой области «Мой Донбасс». – Т.1 / Под ред. В.Ф. Горягина, С.С. Куруленко. - Донецк: 2001. – 215 с.
6. Синельщик Р.Г. и др. Памятники природы Донетчины: Путеводитель. – Донецк: Донбасс, 1979. – 96 с.

ПЕРТИНЕНТНАЯ СТРУКТУРА ГОРОДСКОГО ОЗЕЛЕНЕНИЯ И ЕЁ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ

Синельщиков Р.Г., Лактионова В.С.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Для начала, читателю предлагается представить, что из городской среды исчезли все сообщества деревьев (парки, скверы, бульвары, аллеи, внутри-заводские и дворовые насаждения, придорожные и приводохранилищные посадки, кольцо зелёной зоны вокруг города и т.п.). Лишившись прикрытия, обнажились свалки мусора. По голым улицам гуляет ветер, поднимая облака пыли и заводского дыма. Не стало живой защиты от зноя и атмосферных осадков.. Обострились заболевания, связанные с деградацией природной среды... Вот на таком, пусть воображаемом фоне, легче начать обсуждение вопроса о пертинентной структуре города.

Пертиненция трактуется как влияние растений, их популяций на физическое состояние биогеоценотической среды своего и окружающих биоценозов. Мало употребляемое в повседневной жизни, это понятие, однако, имеет огромное теоретическое и прикладное значение. Интересна также история вопроса.

Известность обсуждаемому термину принесла работа украинского академика Г.Н.Высоцкого «Учение о лесной пертиненции», которая впервые опубликована в 1929 году (1). Но саму сущность явления талантливо описал ещё в самом начале прошлого столетия профессор Г.Ф.Морозов (2): «Всякому лесу, как это общеизвестно, свойственно изменять занятую им среду. Та лучистая энергия, которая раньше свободно достигала земной поверхности, при создании на ней леса претерпевает как количественные, так и качественные изменения; тот поток атмосферных осадков, который тоже достигал поверхности земли, теперь также подвергается некоторым метаморфозам; наконец, между пологом леса и земною поверхностью возникает новая среда, чрезвычайно деятельная ...».

На этих идеях нами построена концепция древесного культурценоза (ДКЦ), как «биогеоценоза, в автотрофном блоке которого доминируют деревья, выращенные человеком путём посева и посадки» (3). Создавая ДКЦ человек стремится следовать закономерностям, присущим лесу. Следовательно, древесным культурценозам, как аналогам природного леса, свойственна и пертиненция. Мало того, многие ДКЦ специально создаются в расчёте на осуществление ими тех или иных форм влияния на среду.

Многообразие ДКЦ обуславливает необходимость их систематизации и классификации. Так, по народно-хозяйственному предназначению они разделены нами на три категории: лесохозяйственные, защитно-мелиоративные и селитебные. Учитывая тему доклада, поясним, что комплексом отличительных признаков для селитебных ДКЦ является то, что они ограничены на местности территорией населённых мест, играют санитарную и дизайнерскую роль, имеют специфическую структуру, которая поддерживается хозяйственной деятельностью.

При систематизации принималось во внимание происхождение, или генезис созданного древесного насаждения, что послужило основанием выделить по этому признаку такие группы ДКЦ: постнатурные (на землях, которые ранее были заняты естественным лесом); посткультурные, постаграрные, постпасквальные (на деградированных пастбищах); постиндустриальные.

Важным квалификационным признаком ДКЦ является площадь и форма участка на местности. С учётом этого фактора мы выстроили градиентный ряд ДКЦ как составных частей ландшафта: «массив»-«урочище»-«роща»-«полоса»-«линия»-«куртина»-«группа»-«солитер». В сущности, приведенный ряд демонстрирует в виде конструкции выдвинутое профессором А.Л.Бельгардом (4) понятие сylvатизации (от *Silva* –лес), как «процесса, направленного на формирование в искусственных лесах черт естественного леса. В порядке дальнейшего

развитие этого подхода нами предложено понятие десильватизации, или процесса утраты древесным насаждением признаков естественного леса.

Селитебные насаждения исследовались нами в рамках оценки всех категорий ДКЦ как фактора оптимизации окружающей среды. Рассматривалось их влияние на элементы микро- и мезоклимата (освещённость, температуру, влажность, ветер); фитонцидность; плотность микроорганизмов; шумоподавление; круговорот веществ. В частности, определены некоторые таксационные и метеорологические градиенты сильватизации в ранжирном ряду ДКЦ, начиная с природного леса и заканчивая отдельно растущим деревом (табл.1).

Таблица 1. Градиенты сильватизации в ранжирном ряду древесных насаждений твёрдолиственных пород в возрасте около 40 лет

| Критерии | Лесной натурценоз | Лесная культура | Лесопарк | Парк, сквер | Группа, аллея | Редина, солитер |
|---|-------------------|-----------------|----------|-------------|---------------|-----------------|
| Полнота древостоя | 0,95 | 0,85 | 0,65 | 0,45 | 0,25 | 0,05 |
| Разряд высот | Ш | IV | V | V1 | VI | VIII |
| Относительная высота | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 |
| Биомасса кроны, % объёма ствола | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| Снижение температуры воздуха древесным пологом летом, % | 2,6 | 2,2 | 1,8 | 1,4 | 1 | 0,6 |
| Увеличение % относительной влажности воздуха летом | 20 | 15 | 10 | 6 | 3 | 1 |

Полученные в ходе исследований данные позволяют выстроить логический ряд заключений о пертиненции ДКЦ:

1. Каждый отдельно взятый древесный культурценоз оказывает трансформирующее, как правило, оптимизирующее влияние на среду.

2. Различные ДКЦ обладают разной степенью пертиненции, причём последняя зависит от уровня сильватизации (десильватизации). Выстроенные в ранжирный ряд сильватизации ДКЦ проявляют градиентный характер элементов пертиненции.

3. Можно с большой долей уверенности утверждать, что при агрегированном произрастании ДКЦ на определённой территории формируется неоднородная (чаще мозаичная, реже – градиентная) структура показателей среды (микро-климатических, акустических, микробиологических, декоративных и др.).

4. Зная пертинентные свойства древесных пород и культурценозов, можно целенаправленно формировать ДКЦ-структуру тех или иных территорий и, соответственно, получать желательную пертинентную структуру.

Нами пертинентная структура изучалась в городе Донецке на примере зависимости микроклимата от озеленения и застройки. Наблюдениями охвачены 4 парка, 4 сквера, 5 бульваров, 6 улиц, 4 внутриквартальных территорий, 7 домов. Учитывалась ориентация по сторонам света, расстояние от стен дома, уровень озеленённости, этажность зданий. Общее число точек наблюдений достигло 355. Влияние насаждений на воздушную среду отражают данные табл.2.

Таблица 2. Метеопоказатели в ДКЦ относительно открытого участка, %

| Типы насаждений | Освещённость | Температура | Относительная влажность |
|-----------------------|--------------|-------------|-------------------------|
| Парки и скверы | 34 | 95 | 115 |
| Бульвары (в среднем) | 39 | 95 | 111 |
| а) вдоль ветра | - | 95 | 105 |
| б) поперёк ветра | - | 96 | 116 |
| Внутриквартальные | 47 | 97 | 117 |
| Уличные (в среднем) | 46 | 98 | 109 |
| а) вдоль ветра | - | 98 | 104 |
| б) поперёк ветра | - | 98 | 114 |

Таблица 3. Функциональная структура городской территории

| Функциональные элементы | га | % |
|--------------------------|------|------|
| Здания и сооружения | 480 | 19 |
| Детские площадки | 124 | 5 |
| Дорожно-тропиночная сеть | 284 | 11,2 |
| Улицы и проспекты | 214 | 8,4 |
| Бульвары | 18 | 0,7 |
| Парки | 257 | 10,2 |
| Скверы | 52 | 2,1 |
| Внутриквартальные | 887 | 35 |
| Насаждения улиц и | 41 | 1,6 |
| Насаждения бульваров | 71 | 2,8 |
| Водоёмы | 100 | 4 |
| Итого | 2528 | 100 |

улучшенные условия (71%), 3. Нуждающаяся в оптимизации (14%). Аналогичные оценки в аспекте выяснения пертинентной структуры территорий могут даваться в отношении акустической, микробиологической и других видов оптимизации среды.

Литература

1. Высоцкий Г.Н. Учение о лесной пертиненции //Защ. лесоразведение. Избр.тр. /Высоцкий Г.Н. – К. Наук.думка, 1983. – С.55-139.
2. Морозов Г.Ф. Учение о лесе. Изд. 7-е. М.-Л. : Гослесбуиздат, 1949.- 456 с.
3. Синельщиков Р.Г. Концепция древесного культурценоза и оптимизация малолесных урбанизированных территорий / Мат. Всесоюзн. конф., ч.3. М. 1990. –С. 81-82.
4. Бельгард А.Л. Степное лесоведение. – М.: Лесн. Пром-ть, 1971.-336 с.

Как видим, сильнее всего сказывается притеняющая функция насаждений, задерживающих 59% инсоляции, что в период летнего зноя для Донбасса является ощутимым оптимизирующим фактором. Значительно слабее проявляется охлаждающая (в среднем на 4%) и увлажняющая (на 14%) роль.

Микроклимат в насаждениях отличается от состояния воздушной среды на открытых участках,.Свои коррективы вносят здания, причём различно на инсолируемой и затенённой стороне, на разном удалении от стен дома. В результате, одна часть территории обладает достаточно комфортным микроклиматом, другая – дискомфортным, третья – занимает промежуточное положение. Чтобы выяснить реальное соотношение между ними, мы взяли в центральной части Донецка “вырезку” территории площадью 2528 га, составили схематический план и определили её функциональное деление (табл. 3).

Как видим, насаждениями различного назначения и разной степени силватизации занято 51,7% территории. Именно здесь городской микроклимат находится под изменяющим влиянием ДКЦ. Однако, сила этого влияния тоже не одинакова. С учётом приведенных данных, в составе озеленённых территорий выделились три категории: 1. Обладающая комфортными условиями (15%); 2. Имеющая

**СНИЖЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ШАХТНЫХ ВОД В ПОДЗЕМНЫХ УСЛОВИЯХ,
КАК ФАКТОР ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ УГОЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Дорошенко Т.Г., Матлак Е.С.
(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Статья о решении проблемы загрязненности шахтных вод от взвешенных веществ с помощью нетрадиционного подхода, который имеет большое преимущество – не требует больших капитальных вложений и эксплуатационных расходов, а также подходит для условий шахт нашего региона.

Для Донбасса характерно наличие огромного количества действующих и законсервированных шахт, которые связаны между собой гидравлически. При этом различают два вида потоков шахтных вод, стекающих из:

- Действующих очистных и подготовительных забоев.
- Выработанного и нарушенного пространств действующих и закрытых шахт.

Первый поток загрязнен взвешенными веществами, однако, его доля на большинстве шахт Донбасса не превышает 30% от общешахтного притока (причем на подготовительные выработки приходится всего 3-5%). Второй поток практически свободен от взвесей и его удельный вес составляет почти 70% от общешахтного. Однако, смешиваясь с водами первого потока, он теряет ценное качество – чистоту.

Общий объем откачиваемых шахтных вод в Донбассе превышает 800 млн.м³/год. Их сброс в поверхностные водные объекты оказывает дестабилизирующее воздействие на экологическое равновесие гидрографической сети региона.

Откачивание шахтных вод на поверхность осуществляется с помощью водоотливного хозяйства шахт. В современных условиях его работа характеризуют двумя особенностями:

- Чрезвычайно высоким ненормативным энергопотреблением (около 2,3 млрд.кВт.ч/год).
- Низким ресурсом работы (средняя наработка до отказа 2000-2500ч; общий срок службы центробежных насосов 4-10 мес.), снижением подачи (40-50%), напора и к.п.д. агрегатов.

Указанные недостатки обусловлены откачиванием шахтных вод, абразивные взвешенные вещества которых ускоряют износ деталей, а также повышенной частотой выключения насосов и уменьшением промежутков времени между включениями из-за заиливания водосборников, которые превращаются фактически в водосточную канаву, теряя при этом роль регулировочных и аварийных емкостей. Одновременно снижение рабочего объема водосборников (из-за их заиливания) исключает возможность отключения водоотлива в период пиковых нагрузок энергосистем, чтобы не создавать аварийных ситуаций из-за затопления выработок.

Выполненный анализ показывает, что предотвращение отрицательного воздействия шахтных вод на поверхностные водные объекты по компоненту «взвешенные вещества» (ВЗВ) и существенное повышение экономичности водоотливных установок (значительное снижение энергопотребления, повышение надежности работы насосов) может быть достигнуто лишь на основе системного подхода. С учетом гидрогеологических условий образования шахтных вод, их дренаж в горной выработке, условий канализования по горным выработкам, использования эффективных методов очистки от ВЗВ, соблюдения экологических требований к их сбросу в поверхностные водные объекты.

Перечисленные условия могут быть реализованы только с помощью нетрадиционного подхода, а именно снижению загрязненности шахтных вод взвешенными веществами непосредственно в подземных горных выработках/1,2/.

Потенциальная эффективность такого подхода подчеркивается наличием определенных предпосылок:

– Относительно стабильное соотношение между загрязненными водопритоками в действующих выработках (не более 30%) и условно чистыми из погашенных выработок (70% и более). Если обеспечить их изоляцию от малых объемов загрязненных вод, то объем вод, которые потребуют осветления, не превысит 30% от общешахтного притока. Это приводит к значительному снижению объемов очищаемых вод (на 65-75%, а по отдельным шахтам на 90%), а следовательно, значительному уменьшению габаритов подземных очистных сооружений.

– Увеличенная (на несколько порядков) крупность взвесей, содержащихся в подземных потоках шахтных вод на участковых водотранспортных цепочках, по сравнению с частицами в водах, откачиваемых на поверхность земли.

Это резко увеличивает эффективность седиментации таких взвесей в подземных отстойных сооружениях, особенно при расположении последних на действующих горизонтах.

Реализация предложенного подхода возможна на основе двух направлений: профилактического и очистного.

Профилактическое направление имеет целью предотвращение загрязнения больших объемов относительно чистых подземных вод, стекающих из выработанных пространств отработанных горизонтов шахты.

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 и последующего использования трубопроводной связи или иной закрытой связи.

Для предотвращения загрязнения больших объемов условно-чистых вод, стекающих из выработанных пространств, рекомендуется осуществлять их селективный отбор с помощью водонакопителей через скважины или погашенные выработки.

Из водонакопителя по трубопроводу условно чистые воды поступают в главный водосборник шахты. Подача воды в зависимости от перепада высот между скважиной (или погашенной выработкой) и водосборником может осуществляться под действием собственного веса или в напорном режиме.

Малые объемы загрязненных шахтных вод очищают, прежде всего, в пределах действующих с помощью водоочистных устройств, работающих на принципах гравитационного или центробежного осаждения.

В первом случае рекомендуется использовать малогабаритные, но высокопроизводительные отстойники непрерывного действия с наклонными тонкослойными камерами осветления. Для чистки камер от накапливающегося плотного вязкого шлама должен приниматься гидравлический способ (предпочтительно гидроэлеваторы). Периодичность чистки определяется расчетным путем и уточняется экспериментально.

Шлам можно разгружать

- в выработанное пространство действующего или отработанного горизонта с целью его безвозвратного захоронения;

- в угольную (или породную) технологическую цепочку; в этом случае с целью уменьшения объема осадка его следует подвергнуть обезвоживанию (например, с помощью шламонакопителей, вагонов с сетчатым днищем и др.).

Компоновка наклонного тонкослойного отстойника и водосборника конструктивно может быть различной: они могут быть разделены расстоянием либо компоноваться в пределах единого водоотливного комплекса. В первом случае осветленная вода должна транспортироваться из отстойника по закрытой канализационной сети (лучше трубопроводной) для предотвращения их повторного загрязнения.

В случае сооружения единого комплекса отстойник и водосборник располагаются ниже уровня почвы выработки последовательно друг за другом и разделяются водосливом.

Предложенная технология, в зависимости от конкретных общешахтных условия может видоизменяться и осуществляться в различных вариантах.

Даже при завышенном объеме очистки шахтных вод (например, 60% вместо 30%, т.е. удвоенной) предложенная технология имеет капитальные вложения и эксплуатационные расходы ниже традиционной.

Литература

1. Матлак Е.С., Макеев В.В. «Снижение загрязненности шахтных вод в подземных условиях». – К.: Техника, 1991. – 136с.
2. Макаров Ю.С. и др. Осветление шахтных вод в подземных условиях// Сборник научных трудов «Комплексные проблемы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов в угольной промышленности». – Пермь, 1986. – 174с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ ВОЗОБНОВИМОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ

Осьмачко Н.А., Матлак Е.С., Лунева О.В.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

В статье изложены принципиальные возможности использования твердых бытовых отходов как возобновимого источника топлива. Перспективным является их сжигание для получения на выходе электрической энергии или комбинированное производство электроэнергии и тепла.

Основным топливом для обеспечения работы энергогенерирующих мощностей в Украине является уголь: ТЭС, работающие на угле, вырабатывают около 36 млн. кВт энергии.

В настоящее время работа украинских ТЭС характеризуется невысоким КПД оборудования, низкой рентабельностью производства, высоким выбросом в атмосферу пыли и газообразных загрязняющих веществ. Основными причинами такого состояния являются физическое старение оборудования как основного, так и пыле-, газоочистного, низкое качество топлива, возросшая цена на топливо, низкие темпы повышения оптовых цен на рынке энергии.

Поэтому актуален поиск новых приоритетных путей развития энергетики. В качестве альтернативы углю могут использоваться твердые бытовые отходы (ТБО). По своим теплотехническим показателям ТБО сопоставимы с бурными углями, которые широко применяются в тепловой энергетике, а также близки к энергетической ценности горючих сланцев. Сжигание ТБО возможно в автономном режиме. Чрезвычайно важным является при этом то, что это касается не только свежесформированных ТБО, но его можно распространить на так называемые «лежалые» ТБО.

В качестве способа сжигания нами предлагается технология пиролиза ТБО – термического разложения их органической части без доступа кислорода и расплавления неорганических компонентов.

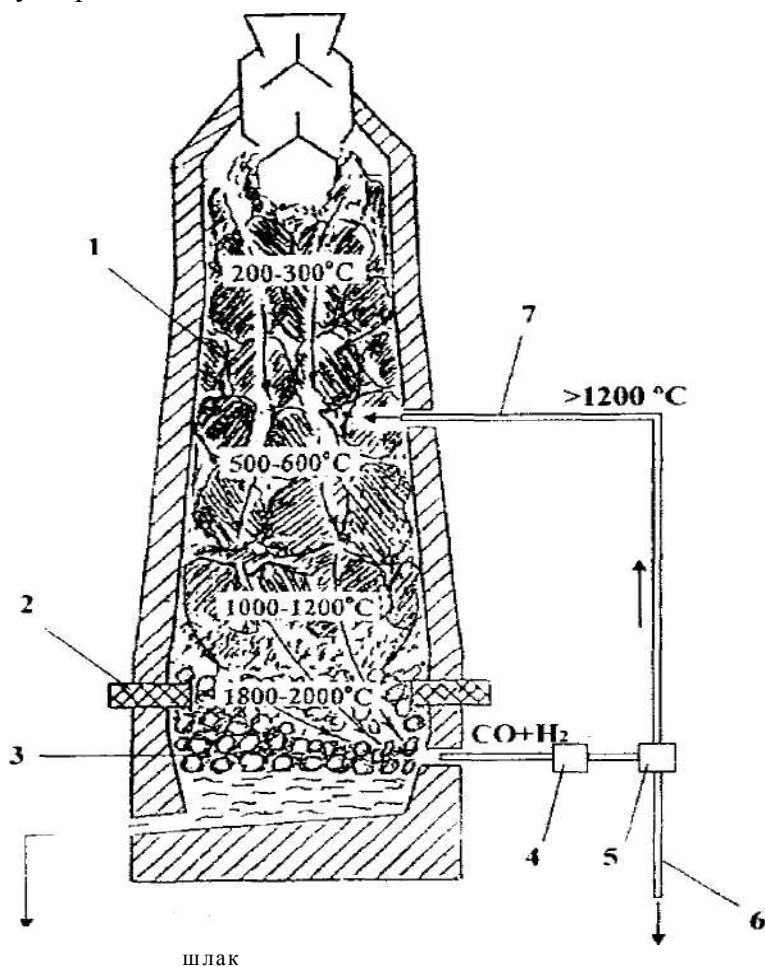
На основании выполненных нами исследований определены основные принципы экологически безопасного процесса высокотемпературного пиролиза. Их соблюдение обеспечивает максимальное предотвращение появления в пиролизном газе опасных вредных веществ при обязательной очистке этих газов

от менее вредных газообразных и пылевых компонентов с помощью обычных и дешевых газоочистных устройств. К ним относятся:

1. Использование повышенных температур в 1600-1700⁰С.
2. Создание в реакторе восстановительной атмосферы.
3. Фильтрация пиролизного газа перед выпуском из реактора через слой раскаленного углерода.
4. «Закаливание» пиролизного газа на выпуске из реактора, под которым понимается его резкое охлаждение до температуры ниже 200⁰С, при которой исчезают условия соединения галогенов (хлора, брома) с кислородом, т.е. образования диоксиноподобных веществ.

На основании рассмотренных теоретических предпосылок предложена следующая принципиальная схема работы реактора для обеспечения высокотемпературного пиролиза.

В верхней части реактора формируется зона сушки загружаемых отходов (температура 100⁰С). Термическая деструкция органической части ТБО происходит в зоне пиролиза без доступа воздуха и начинается при температуре 200⁰С за счет теплоты, поступающей из зоны теплогенерации. Во время деструкции происходит выделение органических летучих веществ (газ) и тяжелых углеводородов (жидкости). Они движутся в реакторе (в прямотоке с твердым материалом, т.е. сверху вниз), проходя последовательно в течение расчетного времени участки с монотонно повышающейся температурой, постепенно нагреваясь до 1500-1750⁰С, и подвергаются вторичному пиролизу на все более простые составляющие. Процесс полного разложения органики на молекулярные составляющие, в основном, заканчивается при температуре около 1200⁰С с получением водорода, кислорода, азота, хлора, серы и твердого углеродистого остатка.

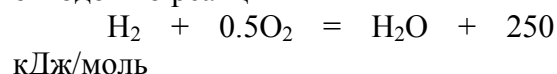


шлак

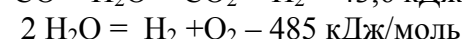
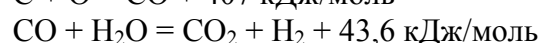
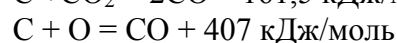
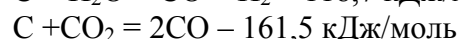
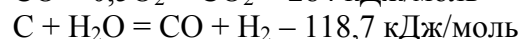
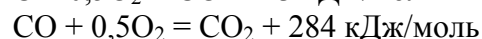
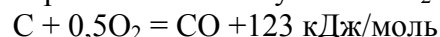
Рис. 1 Схема работы реактора

- 1 - ТБО; 2 - электроды; 3 - кусковый электропроводный слой; 4-компрессор; 5 - вихревая труба; 6 - трубопровод холодного газа; 7 - трубопровод горячего газа.

Полученные молекулы на данном тепловом уровне, в соответствии с законами термодинамики, начинают образовывать новые соединения. В частности, наиболее активный восстановитель – водород соединяется с высвобожденным кислородом отходов по реакции



Следует отметить, что в основном, соотношение содержащихся в отходах H_2 и O_2 , как правило, близко к стехиометрическому по реакции. При температуре более 1200⁰С начинается активное взаимодействие (газификация) твердого углеродистого остатка с кислородом отходов и парами влаги с получением H_2 и CO_2



Видно, что в реакторе происходит активная нейтрализация влаги в качестве активного агента

газификации углерода. Благодаря этому повышается энергетическая ценность пиролизного газа. Наличие в системе комплекса эндо- и экзотермических реакций указывает на то, что при определенных условиях процесс может протекать автогенно, т.е. за счет высвобождения внутренней энергии ТБО.

Наконец, как показано выше, молекулярный хлор реагирует с водородом, образуя пары HCl, а сера с кислородом образует SO₂.

Получение экологически чистого, практически без балластных примесей газа, а также безвредного шлака отвечает критериям безотходного производства.

Использование на практике изложенных принципов позволит сделать работу пиролизного реактора направленной на переработку неразделенного потока ТБО произвольного химического состава. Это представляется важным, т.к. опыт эксплуатации сортировочных линий показывает, что степень извлечения определенных (конкретных) компонентов из потока ТБО весьма невелика, что сохраняет прежнюю (до сортировки) многокомпонентность отходов.

Разработка технологического регламента работы пиролизных установок на основе полученных результатов исследований резко расширяет возможности использования ТБО в качестве топлива. При этом должен рассматриваться еще один аспект, связанный с выбором типа вырабатываемой энергии: тепловый или электрической.

Окончательный выбор определяется спросом на рынке сбыта энергии и зависит от периода года и конкуренции аналогичной продукции, вырабатываемой ТЭЦ, коммунальными котельными.

Очевидно, перспективным направлением использования ТБО в качестве топлива является их сжигание для получения на выходе электрической энергии или комбинированное производство электроэнергии и тепла. При этом должна обеспечиваться ритмичность работы энергогенерирующих мощностей путем создания стабильных запасов отходов и согласования мощности генерирующего оборудования объема запасов.

Несмотря на непрерывный рост объемов ТБО в городах, вероятно, не следует ориентироваться на огромные запасы собираемых ТБО. Поэтому энергоблоки электростанций, работающих на ТБО, не должны иметь значительную мощность, а представлять собой мини ТЭЦ. Для обеспечения эффективного менеджмента при работе таких мини ТЭЦ их рекомендуется жестко привязывать к главным поставщикам ТБО, входить в их инфраструктуру.

Список литературы:

1. Гонопольский А.М. и др. Твердые бытовые отходы как энергетическое топливо. Инженерная защита окружающей среды. – М.: МГУИЭ, 2002 – 244с.
2. Гречко А.В. О месте твердых бытовых отходов в ряду естественных твердых топлив/Промышленная энергетика.–1994. - №1.

УДК 547.541.513:541.127/128

РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ СУЛЬФОХЛОРИДОВ АНИЛИДОВ СУЛЬФОКИСЛОТ - ХИМИЧЕСКИХ АГЕНТОВ ОБЕСФЕНОЛИВАНИЯ СТОКОВ – В ВОДНО-ОРГАНИЧЕСКИХ СМЕСЯХ

Рублева Л.И., Левандовский В.Ю., Крутько И.Н., Мысык Д.Д., Языков Н.А.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Исследован нейтральный гидролиз N-аренсульфонил-N-метил-амино-бензолсульфохлоридов в среде 70% (объем.) водного диоксана и температурах 303-323К. Показана возможность применения субст-ратов как агентов обесфеноливания в связи с их низкой реакцион-ностью при гидролизе в водно-органических средах, что обеспечивает проведение основного процесса – дефеноляции сточных вод.

При обесфенолировании сточных вод коксохимических производств с применением химических методов в качестве основных реагентов используются сульфохлориды [1]. В этих условиях реализуются два процесса: основной – фенолиз (1) и побочный – гидролиз (2) субстратов в водно-органическом растворителе:



Безусловно, от степени вероятности протекания процесса (2) зависит глубина и эффективность обесфеноливания, сама возможность применения этого метода. Усложняющим фактором является повышение растворимости субстрата при увеличении доли органической составляющей стоков, что обеспечивает возрастание скорости обеих реакций не в одинаковой степени.

С целью определения скорости и механизма гидролиза (2) реагентов обесфеноливания исследована реакционная способность N-аренсульфонил-N-метиламинобензолсульфохлоридов общей формулы 5-[N(XArSO₂)-NMe]-YArSO₂Cl, где X= 4-Me, H, 4-Cl, 4-F, 3-NO₂, 4-NO₂; Y = 2,4-Me₂, 2,6-Me₂, 2,4,6-Me₃, в среде 70% водного диоксана (в.д.) и интервале температур 303-323K (табл. 1-3). Выбор условий эксперимента определялся возможностями проведения аналогии с составом и температурными характеристиками сточных вод коксохимических производств.

Во всех сериях варьирование электронных свойств заместителя X незначительно сказывается на скорости реакции, наблюдается лишь тенденция к ее возрастанию при увеличении электроноакцепторного

Таблица 1 – Эффективные константы скорости $k_{\text{эфф}} \cdot 10^4 (\text{с}^{-1})$ и параметры активации ПС для гидролиза 5-[N(XArSO₂)-NMe]-2,4-Me₂C₆H₂SO₂Cl в 70% в.д. (серия I)

| X | $k_{\text{эфф}} \cdot 10^4 (\text{с}^{-1})$ | | | ΔH^\ddagger , кДж/моль | $-\Delta S^\ddagger$, Дж/(моль·К) | ΔG_{313}^\ddagger , кДж/моль |
|-------------------|---|------|------|-----------------------------------|---------------------------------------|---|
| | 303 | 313 | 323 | | | |
| H | 0,603 | 1,16 | 2,17 | 49,5±3,1 | 186±9 | 108±6 |
| 4-Me | 0,557 | 1,02 | 2,05 | 50,4±2,3 | 184±1 | 108±3 |
| 4-Cl | 0,648 | 1,26 | 2,56 | 53,3±2,1 | 173±7 | 107±4 |
| 3-NO ₂ | 1,02 | 2,07 | 4,25 | 55,4±1,5 | 162±5 | 106±3 |
| 4-NO ₂ | 1,02 | 2,11 | 4,21 | 55,1±1,0 | 163±7 | 106±6 |

а. Примечание. Погрешность в определении $k_{\text{эфф}}$ не превышает 3 %

Таблица 2 – Эффективные константы скорости $k_{\text{эфф}} \cdot 10^4 (\text{с}^{-1})$ и параметры активации ПС для гидролиза 5-[N(XArSO₂)-NMe]-2,6-Me₂-C₆H₂SO₂Cl в 70% в.д. (серия II)

| X | $k_{\text{эфф}} \cdot 10^4 (\text{с}^{-1})$ | | | ΔH^\ddagger , кДж/моль | $-\Delta S^\ddagger$, Дж/(моль·К) | ΔG_{313}^\ddagger , кДж/моль |
|-------------------|---|------|------|-----------------------------------|---------------------------------------|---|
| | 303 | 313 | 323 | | | |
| H | 0,69 | 1,49 | 3,79 | 66,8±2,3 | 128±1 | 107±3 |
| 4-Me | 0,69 | 1,54 | 3,41 | 62,2±0,2 | 143±1 | 107±1 |
| 4-Cl | 0,79 | 1,80 | 3,59 | 59,0±0,5 | 152±1 | 107±1 |
| 4-F | 0,79 | 1,71 | 3,82 | 65,1±1,3 | 133±4 | 107±3 |
| 3-NO ₂ | 0,76 | 1,63 | 4,01 | 61,4±2,3 | 144±5 | 106±4 |

Таблица 3 – Эффективные константы скорости $k_{\text{эфф}} \cdot 10^4 (\text{с}^{-1})$ и параметры активации ПС для гидролиза 5-[N(XArSO₂)-NMe]-2,4,6-Me₃-C₆H₂SO₂Cl в 70% в.д. (серия III)

| X | $k_{\text{эфф}} \cdot 10^4 (\text{с}^{-1})$ | | | ΔH^\ddagger , кДж/моль | $-\Delta S^\ddagger$, Дж/(моль·К) | ΔG_{313}^\ddagger , кДж/моль |
|-------------------|---|------|------|-----------------------------------|---------------------------------------|---|
| | 303 | 313 | 323 | | | |
| H | 2,5 | 4,68 | 9,59 | 52,0±2,5 | 172±10 | 106±6 |
| 4-Me | 2,53 | 5,49 | 10,9 | 56,9±3,0 | 155±8 | 105±5 |
| 4-Cl | 2,29 | 5,02 | 9,13 | 53,7±1,5 | 166±10 | 106±5 |
| 3-NO ₂ | 2,44 | 6,06 | 11,1 | 59,0±3,8 | 148±11 | 105±7 |

характера замещающей группы (табл.1-3). Значительно больший выигрыш в скорости реакции гидролиза вызывает изменение положения и, особенно, количества алкильных групп Y в сульфохлоридной части субстрата. Так, если при переходе от Y=2,4-Me₂ (серия I) к Y=2,6-Me₂ (серия II) отношение k_{II}/k_I составляет 1,1÷1,7, то для субстратов III значение k_{III}/k_I равно 2,7÷3,5 и достигает 4,0÷4,5 для k_{III}/k_I.

Попытка оценить взаимосвязь структура X – реакция способность субстрата по известному уравнению Гаммета:

$$\lg k = \lg k_0 + \rho \Sigma \sigma,$$

где k и k₀ – константы скорости для замещенных (X) и незамещенного (H) субстратов; ρ - коэффициент чувствительности процесса к электронным эффектам заместителей X, характеризуемых постоянными σ, приводит либо к незначимым результатам (серия I, [2]), либо к фактическому отсутствию линейной зависимости (серии II, III). Низкое значение величины ρ=0,1÷0,2 может быть отнесено к удаленности X, находящегося в аренсульфонильном фрагменте молекулы, от центра нуклеофильной атаки – атома сульфонильной серы. Напротив, селективность субстрата по заместителю Y характеризуется очень высокими значениями (табл. 4).

Таблица 4 – Параметры корреляции по уравнению Гаммета для 5-[N(XArSO₂)-NMe]-YArSO₂Cl в 70% в.д. при варьировании Y

| T, K | X | -ρ | -lg k ₀ | R | S | n ^a |
|------|------|-----------|--------------------|-------|-------|----------------|
| 303 | H | 3,77±1,33 | 5,05±0,39 | 0,943 | 0,161 | 3 |
| | 4-Me | 3,99±1,18 | 5,12±0,34 | 0,959 | 0,143 | 3 |
| | 4-Cl | 3,45±0,93 | 4,91±0,27 | 0,963 | 0,113 | 3 |
| 313 | H | 3,66±0,95 | 4,72±0,27 | 0,968 | 0,114 | 3 |
| | 4-Me | 4,38±0,82 | 4,92±0,23 | 0,983 | 0,099 | 3 |
| | 4-Cl | 3,60±0,62 | 4,65±0,18 | 0,952 | 0,075 | 3 |
| 323 | H | 3,81±0,16 | 4,44±0,05 | 0,999 | 0,019 | 3 |
| | 4-Me | 4,32±0,52 | 4,58±0,15 | 0,993 | 0,063 | 3 |
| | 4-Cl | 3,35±0,54 | 4,28±0,15 | 0,979 | 0,065 | 3 |

а. Примечание. n – количество экспериментальных точек

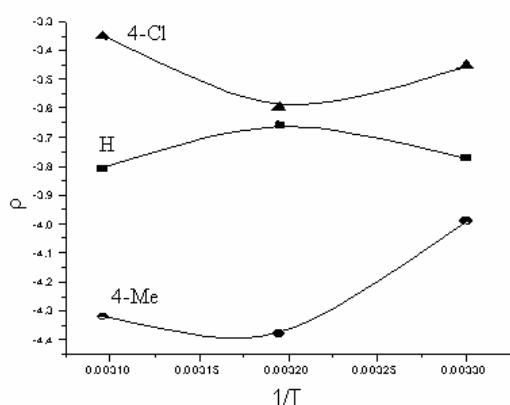


Рисунок. Зависимость ρ от 1/T для гидролиза сульфохлоридов анилидов сульфокислот с варьируемым заместителем Y

Из величины ρ<0 следует, что реакция ингибируется акцепторными заместителями, и означает, что реакционный центр действует как донор. Это согласуется с изложенным ранее для гидролиза аренсульфогалогенидов [3] и их производных [4] в соответствии с бимолекулярным механизмом замещения S_N2. Большое значение |ρ| свидетельствует об сильном уменьшении заряда на атоме серы в ПС, т.е. последнее более реагентоподобно для гидролиза сульфохлоридов анилидов сульфокислот, чем для бензолсульфохлоридов и имеет несимметричное строение с преобладающей ролью разрыва связи S...Nu. Изменение ρ от температуры неоднозначно. Во всех случаях в зависимости ρ от 1/T (рисунок) наблюдается перегиб. Подобный характер кривой говорит о том, что энтальпия активации не является

доминирующим вкладом в свободную энергию активации. Полученная интерпретация основывается на электронных представлениях, характеризуемых ΔH[‡], т.е. только одной составляющей ΔG[‡], связанной с изменением прочности связей в ходе реакции. Структура заместителя X мало сказывается на величине ΔH[‡], Y – повышает активационный барьер на фоне возрастания реакционности (табл. 1-3). Это достигается за счет увеличения вклада

энтропии активации ΔS^\ddagger , который для этой реакции является весьма существенным и свидетельствует в пользу упорядоченного переходного состояния с большими пространственными требованиями. Изменение $-\Delta S^\ddagger$ для серий I – III (табл. 1-3) компенсирует проявление энтальпийного фактора и является возможной причиной повышения скорости реакции.

В результате вклады энтальпии и энтропии активации ПС в свободную энергию взаимно уравновешивают друг друга, и значение ΔG^\ddagger практически не изменяется при переходе от серии I к III.

Таким образом, для гидролиза сульфохлоридов анилидов сульфокислот с экранированными сульфониламидными заместителями в интервале температур $20 \div 50^\circ\text{C}$ характерно наличие энтропийного контроля со сложной конфигурацией активированного комплекса, очевидно, более сильно сольватированного по сравнению с исходными веществами. Скорость процесса незначительна в сравнении с конкурирующей реакцией сульфонилирования фенола [5] и не может перекрыть основной поток – эфиробразование. Это позволяет рекомендовать соединения данного ряда для использования в качестве агентов обесфеноливания сточных вод.

Список литературы

1. Скрыпник Ю.Г., Безродный В.П., Лящук С.Н. и др. // Материалы международного конгресса «Вода: экология и технология». Том 3. – М., 1994. – С. 904-912
2. Мысык Д.Д., Рублева Л.И., Крутько И.Н., Левандовский В.Ю. // Вопросы химии и химической технологии. - 2004. - №4. - С.39-42.
3. Визгерт Р.В., Максименко Н.Н., Рублева Л.И. // Укр. хим. журнал. - 1993. – т.59, №11. - С. 1219 – 1230
4. Рублева Л.И., Слинкин С.М., Крутько И.Н., Попова Л.А. // Вопросы химии и хим. технологии. – 2003.- №2. – С. 30 – 34
5. Рублева Л.И., Максименко Н.Н. // Журнал органической химии. – 2000. – т.36, вып.9.- С. 1338 – 1340

УДК 658.567

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕРМОЛИЗНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ РЕКУПЕРАЦИИ ОТХОДОВ

Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Ильяшенко Н.Н., Сова, Е.Н., Котенко Н.С., Комбаров А.П.
(ДонНТУ, Коксохимстанция, Луганская обл.администрация, Донецк, Харьков, Луганск, Украина)

Обоснована эффективность термолитно-энергетической рекуперации твердых промышленных и бытовых отходов.

В последние годы в Украине, как никогда раньше, обострилась проблема загрязнения окружающей среды твердыми промышленными (ТПО) и бытовыми (ТБО) отходами.

Общие объемы накопления отходов, превысили 30 млрд. тонн. Под отходами занято более 170 тыс. га плодородных земель. По данным Минпромполитики на предприятиях горно-металлургического комплекса годовые объемы образования отходов превысили 100 млн. тонн, в основном, в Донецкой (33%), Днепропетровской (21%) и Луганской (13%) областях /1/.

Объем вывоза ТБО ежегодно в Украине увеличивается и достиг 40 млн. куб. метров, в том числе 25 млн. куб. метров - коммунальными организациями.

С другой стороны мировое сообщество, в том числе Украина, в третьем тысячелетии столкнулись с обострением энергетического кризиса. Поэтому особое значение приобретают безотходные технологии и технологии энергопереработки ТПО и ТБО.

Одно из главных заданий программы обращения с твердыми бытовыми отходами, принятой Кабинетом Министров Украины на 2005-2011 годы, эффективное использование ТБО в качестве энергоресурса и внедрение комплексной переработки и утилизации ресурсных компонентов отходов.

Традиционный способ решения проблемы отходов - вывоз на свалки, в принципе, не решает проблемы. Свалки являются источниками загрязнения атмосферы, почвы, грунтовых

вод и требуют отчуждения значительных территорий. Многие современные искусственные материалы десятилетиями не подвергаются разложению при захоронении. Другой вариант - термическое уничтожение ТБО требует особой организации процесса переработки и очистки дымовых газов. В противном случае (особенно при прямом неквалифицированном сжигании) имеет место выброс в атмосферу целой гаммы вредных веществ. Существующие на Украине мусоросжигательные заводы из-за несовершенства технологии являются источником интенсивного загрязнения атмосферы, а современные системы очистки дымовых газов очень дороги и не исключают полностью техногенную опасность.

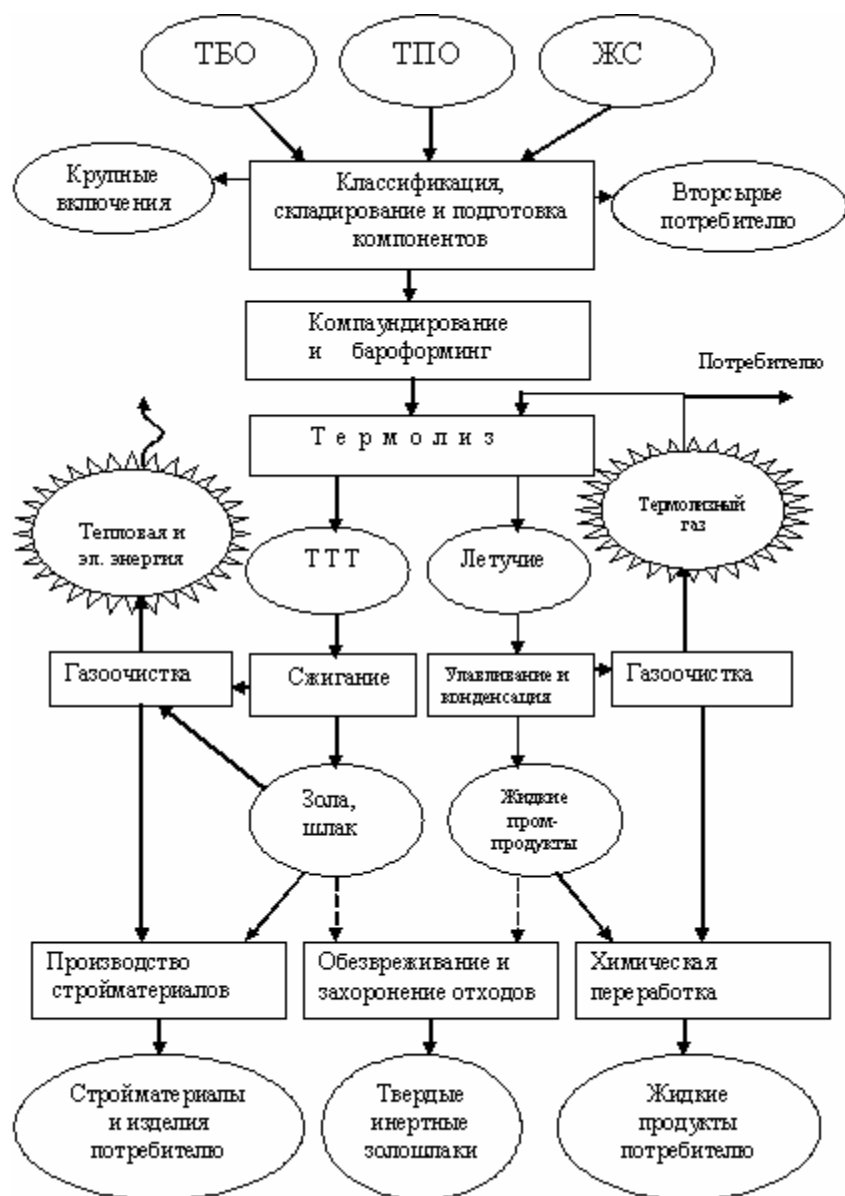


Рисунок – Принципиальная схема метода ТЭРО

ТБО - твердые бытовые отходы; ТПО-твердые промышленные отходы; ЖС - жидкие смеси; ТТТ - твердое термолитное топливо.

компаундирования смесей отходов. Предполагается комплексная переработка широкого спектра смесей углеродистых промышленных и бытовых отходов. Твердые компоненты в разных пропорциях в зависимости от их физических особенностей и химического состава смешивают на стадии подготовки сырья с целью получения компаунд - смесей необходимого качества.

Альтернативой сжиганию ТБО и эффективным направлением переработки ТБО для Украины является **термолизно-энергетическая рекуперация отходов (ТЭРО)** /2,3/. Принципиальная схема метода приведена на рисунке.

В основу метода ТЭРО заложены следующие принципы:

1. Основа технологии – термолиз органической части отходов. Это главная стадия переработки, которая протекает в камерах термолизных печей и представляет управляемый процесс термической деструкции исходного сырья с образованием твердого топлива и смеси летучих веществ в виде парогазовых и жидких углеродистых продуктов. Этот принцип 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.

2. Комплексный характер переработки и

3. Крупномасштабность промышленных комплексов. Объемы накопления и генерирования промышленно-бытовых отходов настолько велики, что делают необходимым введение в эксплуатацию высокопродуктивных комплексов и привлечение в сферу переработки инфраструктуры действующих промышленных производств, в основном коксохимических заводов.

4. Управляемость и гибкость достигается в результате совокупного использования нескольких управляющих факторов: температурного режима термолиза, давления, предварительного измельчения сырья, цикличности загрузки, скорости продвижения рабочей массы и др. Оптимальное управление осуществляется на основе знания свойств сырья, потребностей в продукции и средств автоматизации при контролируемых функциях персонала.

5. Высокий уровень использования энергохимического потенциала отходов достигается созданием полного цикла глубокой переработки смесей отходов с комплексным получением полезных продуктов и энергии, а именно, термолизного газа, жидких углеводородов, твердого топлива, электроэнергии и строительных материалов.

6. Экономически эффективное решение эколого-энергетических проблем обеспечивается за счет дешевого органического вторичного сырья, различного происхождения, для получения полезной продукции, что делает метод ТЭРО привлекательным для инвестиций, в том числе и государственных.

ТЭРО позволит защитить грунт, воду и воздух от загрязнений, освободить территории от свалок и отвалов, поскольку технология минимизирует газопылевые выбросы в атмосферу и уменьшает их токсичность в сравнении со всеми известными технологиями.

7. Социальный эффект. Задействование кадров и основных фондов коксохимических производств, которые в настоящее время сокращают производство, изготовление оборудования, машин, агрегатов и конструкций промышленного комплекса для переработки отходов на отечественных машиностроительных и огнеупорных заводах способствует созданию рабочих мест.

Можно с уверенностью, в итоге, отметить, что именно в Донецкой, Днепропетровской и Луганской областях возможна эффективная промышленная переработка промбытотходов методом ТЭРО это и будет прибыльным вариантом вложения инвестиций, в связи со следующим:

-во-первых, существующие в Донецко-Приднепровском регионе накопления ТБО и ТПО являются многокомпонентной сырьевой базой для получения разнообразных полезных продуктов;

во-вторых, имеется возможность путем модернизации задействовать промышленные мощности и привлечь производственный персонал коксохимических заводов, сконцентрированных в этом регионе;

и, наконец, в – третьих, ТЭРО – результат многолетних и многоплановых исследований, имеющих серьезную научную базу и создающих предпосылки успешного освоения технологии.

Список использованных источников

1. Земля тревоги нашої. За матеріалами Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Донецькій області у 1999 році / Під ред. С. Куркуленко. – Донецьк: Новий мир. – 2000. – 124 с.
2. Парфенюк О.С., Топоров А.А., Кутняшенко І.В. Ефективний шлях вирішення проблеми твердих відходів в Україні – індустріальна термолізно – енергетична рекуперация // Безпека життєдіяльності. – 2005. - № 12. – С.8-12.
3. Парфенюк А.С. Крупномасштабная комплексная переработка твердых углеродистых промышленных и бытовых отходов // Кокс и химия. -2001. -№5. – С.41 – 44.

ХИМИЧЕСКИЕ ПРОДУКТЫ ПОЛУКОКСОВАНИЯ СЕРНИСТЫХ УГЛЕЙ

Бутузова Л.Ф.¹, Сафин В.А.², Гонсалвеш Л-Н.Д.³, Стефанова М.³, Marinov S.³
(ДонНТУ¹, ИнФОУ НАН Украины², Институт органической химии БАН³, ДонНТУ, София, Украина, Болгария)

Приведенные в работе результаты показывают влияние серы углей на процессы их термической переработки, выход и состав продуктов полукоксования. Предложены методы химической обработки твердого топлива, позволяющие интенсифицировать процессы спекания и обессеривания.

Стационарным источником промышленных выбросов является угольная промышленность, вклад которой в загрязнение воздуха составляет 27% в Украине. При этом термическая переработка сернистых углей дает основное количество серосодержащих отходов, прежде всего, оксидов серы и сероводорода.

Донецкий регион богат сернистыми углями, которые относятся к восстановленному типу –*в*, в сравнении с малосернистыми изометаморфными углями слабовосстановленного типа –*а*. Широкое использование углей типа –*в* в энергетике и коксовании приводит не только к загрязнению атмосферы, но и к отравлению катализаторов, снижению качества кокса, коррозии оборудования.

Одним из наиболее перспективных и высокоинформативных методов термической переработки твердого топлива является полукоксование, поскольку протекающие на стадии полукоксования превращения лежат в основе большинства других процессов промышленной переработки ТГИ.

Целью настоящей работы является сравнительное исследование поведения высоко- и мало- сернистых спекающихся углей в процессе полукоксования; установление влияния серы на выход и состав полученных продуктов; изыскание способов предварительной химической обработки твердого топлива для интенсификации процессов обессеривания и спекания.

В качестве объектов исследования использовали изометаморфные пары жирных углей Донецкого бассейна ($C^{daf} = 87,3-83,6\%$) разных ГТВ. Угли типа –*в* отличаются повышенным содержанием серы ($S^d = 2,81-3,75\%$) в сравнении с углями типа *а* ($S^d = 0,7-1,1$).

Термическую деструкцию проводили классическим методом полукоксования в реторте Фишера (ГОСТ 3168 – 93). Состав полукоксогового газа определяли в аппарате ВТИ.

Жидкие продукты полукоксования разделяли в соответствии с основной схемой исследования, описанной ранее [1], на асфальтены, органические основания, карбоновые кислоты, фенолы и нейтральные масла. Последние подвергали гель-хроматографии на силикагеле с использованием гексана, бензола и ацетона (1:1) в качестве элюэтов для выделения парафино-нафтеновых, ароматических фракций и смолы. Затем гексановый и бензольный элюаты исследовали газо-хромато-масс-спектрометрическим методом (г.х.-м.с.).

Для химической обработки углей использовали инициатор радикальной полимеризации ДАК (динитрил азобисизомаляной кислоты) и продукт дистилляции каменноугольной смолы – поглотительное масло.

Таблица 1. Выход продуктов полукоксования, мас.%

| № | Шахта, пласт, способ обработки | Тип | $m_{пк}, \%$ | $m_{воды}, \%$ | $m_{см}, \%$ | $m_{г}, \%$ |
|------|----------------------------------|----------|--------------|----------------|--------------|-------------|
| 1 | Гагарина, м ³ | <i>а</i> | 84,4 | 2,3 | 5,3 | 8 |
| 2.1 | Засядько, I ₄ | <i>а</i> | 82,7 | 3,2 | 5,9 | 8,2 |
| 2.2 | Засядько, I ₄ (ДАК) | <i>а</i> | 79,4 | 2,1 | 5,9 | 12,6 |
| 2.3 | Засядько, I ₄ (масло) | <i>а</i> | 85,6 | 2,1 | 6,4 | 5,9 |
| 1' | Гагарина, м ₄ | <i>в</i> | 71,8 | 1,0 | 4,7 | 22,5 |
| 2.1' | Засядько, к ₈ | <i>в</i> | 71,7 | 1,5 | 6,1 | 20,7 |
| 2.2' | Засядько, к ₈ (ДАК) | <i>в</i> | 76,0 | 0,8 | 4,3 | 18,9 |
| 2.3' | Засядько, к ₈ (масло) | <i>в</i> | 77,1 | 0,5 | 5,1 | 17,3 |

Из таблицы 1 следует, что образцы восстановленного типа дают меньший выход полукокса и воды, но больший выход парогазовых продуктов по сравнению со слабовосстановленными, что прекрасно согласуется с данными определения выхода летучих продуктов.

Добавка поглотительного масла однозначно приводит к увеличению выхода полукокса, снижению выхода воды и парогазовых продуктов для всех исследуемых углей, а добавка ДАК по-разному влияет на ход процесса полукоксования углей разных ГТВ. Для образцов типа **в** это действие аналогично действию поглотительного масла, а для образцов типа **а**, напротив, наблюдается снижение выхода полукокса и резкое увеличение выхода газа. По-видимому, в этом случае радикальные реакции активнее осуществляются в газовой фазе, что подтверждается данными по увеличению общего количества газа и содержания в нем углеводородов и водорода (таблица 2).

Таблица 2. Количественный анализ полукоксового газа, мл/г^{daf}

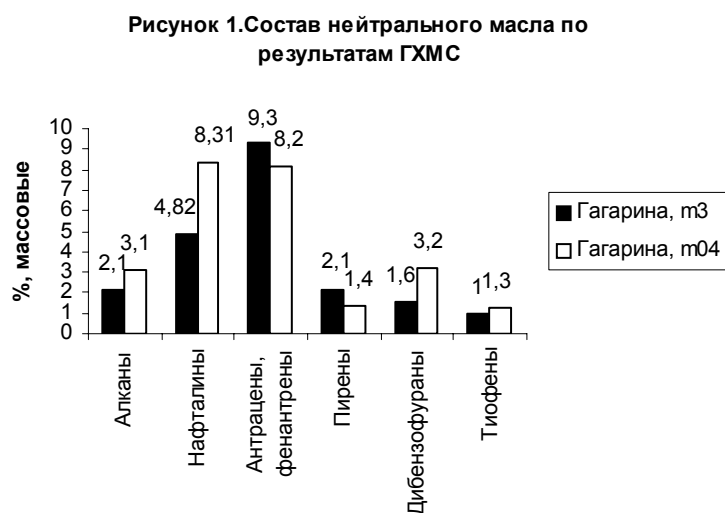
| № | Шахта, пласт | Тип | H ₂ S, мл/г | CO ₂ , мл/г | C _m H _n , мл/г | CO, мл/г | H ₂ , мл/г | CH ₄ , мл/г |
|-----|----------------------------------|----------|---------------------------|---------------------------|---|-------------|--------------------------|---------------------------|
| 2.1 | Засядько, l ₄ | a | 1,99 | 15,46 | 3,17 | 6,54 | 46,02 | 59,52 |
| 2.2 | Засядько, l ₄ (ДАК) | a | 2,34 | 12,60 | 4,02 | 6,52 | 47,14 | 57,30 |
| 2.3 | Засядько, l ₄ (масло) | a | 2,73 | 13,26 | 3,47 | 5,20 | 38,76 | 55,95 |
| 2.1 | Засядько, k ₈ | в | 19,76 | 3,89 | 5,61 | 6,54 | 55,39 | 106,42 |
| 2.2 | Засядько, k ₈ (ДАК) | в | 21,16 | 6,49 | 7,75 | 9,59 | 72,63 | 112,42 |
| 2.3 | Засядько, k ₈ (масло) | в | 19,32 | 9,77 | 2,55 | 6,54 | 79,60 | 101,76 |

Увеличение выхода полукокса для углей разных типов в присутствии поглотительного масла, свидетельствует о том, что эта добавка способствует увеличению толщины пластического слоя. Полукокс, полученные из углей типа **в**, более пористые и менее прочные, чем из углей типа **а**, что связано с большим выходом газа.

Основным компонентом газа полукоксования углей марки Ж является метан, содержание которого достигает 53,9% для углей типа **-в** и 44,9% для углей типа **-а**. Газ, выделяющийся из сернистых углей, содержит значительно больше метана, водорода и сероводорода в сравнении с газом, полученным из малосернистых углей.

Использование предварительной химической обработки увеличивает содержание в газе ценных горючих компонентов и позволяет перевести в газ большее количество серы в виде сероводорода.

Как показали результаты структурно-группового анализа и г.х.-м.с.-спектроскопии, химический состав фракций смолы полукоксования существенно зависит от содержания серы в исходном угле (Рис. 1).



Фракция нейтральных масел, полученных из восстановленного угля, содержит примерно в 2 раза больше растворимых в гексане парафино-нафтеновых соединений (ПНС), но меньше на $\approx 8\%$ ароматических и на $\approx 5\%$ полярных смол.

Соединения, идентифицированные методом газохромато-масс-спектрометрии в гексановых и бензольных элюатах, выделенных из нейтральных масел хроматографией на силикагеле, представлены, в основном,

ароматическими углеводородами и алканами. При этом в образце типа **в** обнаружены ПНС C₁₃₋₃₃, а в образце типа **а** – соединения с более короткой цепью C₁₃₋₃₀.

Ароматические компоненты присутствуют в виде алкилзамещенных и алкилнезамещенных соединений, состоящих из двух-четырех конденсированных колец. Заместители – преимущественно 1-3 алкильных радикала. Нафталины присутствуют, в основном, в виде 2-х и 3-х замещенных, а фенантрены, антрацены и пирены – в виде одно- и двух-замещенных соединений. Всего идентифицировано 75 соединений, в том числе производные дибензофурана, дибензотиофена и карбазола.

В смоле сернистых углей выше доля двух-кольчатых ароматических компонентов, гетероциклических соединений и алканов, а в смоле их малосернистых пар преобладают трех- и четырех-кольчатые ароматические углеводороды.

Таким образом, в работе показаны значительные различия в выходе и составе продуктов полукоксования изометаморфных пар низко- и высоко-сернистых углей; продемонстрирована возможность химической модификации углей с целью интенсификации процессов их спекания и обессеривания при термической переработке.

Литература

1. Minkova V., Razvigorova M., Goranova M., Ljutzkanov L., Angelova G., Fuel 1991, 70, 713

УДК 622. 788. 32. 662

ЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ УТИЛИЗАЦИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАМОВ

Ожогин В.В., Томаш А.А., Исаева В.В.

(ПГТУ, Мариуполь, Украина)

Рассмотрены особенности и преимущества наиболее эффективных способов утилизации шламов по сравнению с их использованием в аглопроизводстве

Вопросам утилизации измельчённых металлургических отходов, – пылей при сухом улавливании и шламов при «мокром», – уделяют пристальное внимание со середины XX века. За рубежом разработаны и запатентованы сотни способов утилизации этих отходов, чем снята в основном острота проблемы, связанная с их использованием [1]. Однако к данному вопросу приходится постоянно возвращаться. Особенно остро эта проблема стоит сейчас в Украине. Этому способствует ряд причин, к которым, в первую очередь, следует отнести: усиление экологических требований к загрязнению окружающей природной среды; необходимость создания всё более эффективных металлургических технологий; изменение качества первичного сырья; сложность способов утилизации и их высокие капитальные и эксплуатационные затраты, неприемлемые для отечественной металлургии.

К настоящему времени в металлургии сформированы следующие направления, позволяющие в целом решить задачу полной утилизации шламов, но без учёта эффективности такой утилизации.

1. Традиционное, основное направление – утилизация шламов в аглопроизводстве по обычной схеме подготовки, включающей улавливание, сгущение, обезвоживание, сушку и усреднение. Более редки технологии, работающие по специальной схеме, включающей в качестве основного звена технологии гранулирования до фракции 1,6-6,0 мм.

2. Второе направление включает предварительное окускование шламов, независимо от первичного сырья, с последующей утилизацией в доменном или сталеплавильном производстве. Окускование шламов может осуществляться как окатыванием, так и брикетированием, причём более эффективным для шламов является брикетирование. Окускованные материалы подвергают самоупрочнению выдержкой в естественных условиях в течение 1-2 недель, либо термической обработке при 250-1250 °С, существенно упрочняющих материал [1].

Первое направление позволяет обеспечить утилизацию большинства образующихся шламов, однако при этом наталкивается на ряд трудностей технологического характера:

ухудшается газопроницаемость шихты, вызванная использованием тонкодисперсных отходов, что приводит к падению производительности агломашии, снижению прочности агломерата и т.п. [2].

Перспективным решением данной проблемы является технология, сущность которой заключается в принудительном гранулировании тонкодисперсной части шихты, содержащей шлаи, до оптимальной для спекания фракции 1,6-6,0 мм, которая к тому же служит центрами окомкования остальной части шихты. Лабораторными спеканиями агломерата установлено, что при вводе в аглошихту таких гранул в количестве от 0 до 100 кг/т агломерата рост производительности аглоустановок составляет в среднем 0,5 % на 1 кг гранул, при этом выход годного увеличивается на 0,117 %, а рост ударной прочности агломерата на 0,115 % [2, 3]. Способ настолько эффективен, что позволяет получать агломерат только из шлама или концентрата [4].

Получение гранул может осуществляться различными способами: брикетированием с последующей сушкой и последовательным дроблением с отсевом нужной фракции на каждом этапе дробления; экструзией через фильеру с диаметром отверстий до 8 мм с последующей подсушкой и дроблением, а также смешиванием влажных шлаи с известью с последующей сушкой в буртах и доизмельчением [5]. Распространённый за рубежом способ получения гранул в виде окатышей для условий Украины нельзя признать эффективным, т.к. он требует строгого соблюдения фракционного состава и влажности шлаи, обеспечение которых в сложившихся условиях потребует значительных затрат.

Однако и эта технология не является универсальной, т.к. многие виды сталеплавильных шлаи содержат значительное количество вредных примесей, в т.ч. серы, цинка, свинца, щелочей и др. И если большая часть серы удаляется при агломерации, то для удаления цинка, свинца и других металлов требуются специальные методы удаления. Так, добавки некоторых хлористых солей, например, бишофита $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, хотя и способствуют удалению цинка, однако существенно удорожают процесс и зависят от зарубежных поставок.

Поэтому для утилизации таких шлаи более эффективно второе направление – утилизация шлаи в сталеплавильном производстве, менее чувствительном к содержанию цинка. Однако рециклинг цинксодежащих шлаи будет приводить не только к накоплению цинка в сталеплавильном производстве, но и к увеличению потерь цинка с газовыми выбросами, повышению его уровня возле агрегатов и в окружающей среде, что значительно ухудшит санитарно-гигиенические условия производства.

Для устранения повышения содержания цинка в агрегатах при таком способе утилизации за рубежом, в частности в Германии, предусматривают технологии выведения цинка из оборота путём восстановительного обжига цинксодежащего материала в печах различной конструкции. Продукты возгона таких печей содержат значительное количество цинка и свинца и отгружаются предприятиям цветной металлургии [1]. Однако, несмотря на высокое качество основного продукта – спечённого металлизированного материала и цинкового концентрата, такой способ подготовки сырья требует значительных капитальных и высоких эксплуатационных затрат, а потому для условий национальной металлургии в настоящее время неприемлем.

При наличии нескольких сталеплавильных агрегатов с автономными системами газоочистки более эффективным может явиться способ, при котором уловленный на всех агрегатах и окускованный шлаи утилизируют в одном агрегате. Шлаи с повышенным содержанием цинка и свинца, уловленный газоочисткой этого агрегата, выводится из оборота и используется в качестве полиметаллического концентрата на предприятиях цветной металлургии.

Оптимальным сырьём для такой утилизации являются железоблюсовые и железобуглеродистые брикеты. К преимуществам плавки стали на железоблюсовых брикетах является быстрое наведение шлага, экономия железной руды и блюсов. Преимуществом плавки на самовосстанавливающихся железобуглеродистых брикетах является экономия металлолома и топлива в случае использования отходов и более дешёвых местных видов

топлива с низким содержанием серы: каменных и бурых углей, торфа, технического лигнина и т.п. [6].

Перспективным направлением является и утилизация шламов в брикетированном виде в доменном производстве. Однако этот способ не получил широкого распространения, в основном из-за недостаточной механической прочности брикетов. Исследованиями [7] показано, что при соответствующей компоновке смеси, включающей оксиды железа, кальция и алюминия возможно получение прочных железобитуминозных брикетов, в состав которых входят в виде связки прочные алюмокальциевые соединения типа $m\text{CaO}\cdot n\text{Al}_2\text{O}_3$ и браунмиллерит $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$.

Таким образом, в настоящее время в Украине сформированы три перспективных направления утилизации шламов, в которых в качестве основного метода окучивания положено брикетирование [8]. Это – утилизация шламов в аглопроизводстве путём их принудительного гранулирования, получение прочных брикетов, пригодных к использованию в доменном процессе, а также локализация использования цинксодержащих отходов в одном сталеплавильном агрегате с выведением из оборота обогащённых полиметаллических шламов с последующим их использованием в цветной металлургии. Эти способы позволяют достичь практически полной утилизации шламов, за исключением незначительного количества замасленной окалины, которая может быть утилизирована по технологии [9].

Расчёты экономической эффективности показывают, что срок окупаемости затрат на реализацию этих способов составляют: в аглопроизводстве – 1 год, в доменном и сталеплавильном – 2,5-3 года.

Список литературы

1. Буторина И. В. Утилизация промышленных и бытовых отходов. – Мариуполь: Стратегия, 1999. – 150 с.
2. Влияние различных способов подготовки шлама на технико-экономические показатели аглопроцесса / В.В. Ожогин, А.А. Томаш, В.Б. Семакова / Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту: Зб. наук. пр. – Мариуполь, 2002. – Вып. 12. – С. 15-17.
3. Возможности использования железорудных брикетов в аглодоменном производстве / В.В. Ожогин, А.А. Томаш, С.Г. Чернова и др. // Металлургические процессы и оборудование. – 2005. – Вып. 1. – С. 27-30.
4. Особенности спекания агломератов на основе гранулированного известкованного концентрата / В.В. Ожогин, А.А. Томаш, С.Г. Чернова и др. // Теория и практика производства чугуна: Сб. трудов Международной науч.-техн. конф. – Кривой Рог, КГТМК «Криворожсталь», 2004. – С. 150-153.
5. Способ эффективной утилизации шламов в аглопроизводстве / В.В. Ожогин, А.А. Томаш, В.П. Лозовой // Сотрудничество для устойчивого решения трансграничных, межрегиональных и местных проблем оздоровления окружающей природной среды, развития предпринимательства: Сб. тез. выступл. науч.-практ. конф. – Мариуполь, ПГТУ, 2005. – С.57-62.
6. Применение брикетированных материалов в мартеновской печи / А.Т. Хвичия, О.Ш. Микадзе, Г.А. Ломтатидзе и др. // Бюлл. ин-та Черметинформация. – 1981. – № 22 – С. 39-41.
7. Оптимизация составов смесей для получения шламовых брикетов / В. В. Ожогин, А. А. Томаш, С.Г. Чернова и др. // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2003. – № 4. – С. 139-141.
8. Брикетирование как полноправный метод окучивания металлургического сырья / В.В. Ожогин, А.А. Томаш, И.А. Ковалевский и др. // Металлургические процессы и оборудование. – 2005. – Вып. 2. – С. 54-58.
9. Утилизация железосодержащих отходов сталеплавильного и прокатного производств / В.В. Ожогин, И.А. Ковалевский, Г.М. Евдокимова // Сотрудничество для устойчивого решения трансграничных, межрегиональных и местных проблем оздоровления окружающей природной среды, развития предпринимательства: Сб. тез. выступл. науч.-практ. конф. – Мариуполь, ПГТУ, 2005. – С.74-79.

УДК: 662.7.552.57

ТЕРМИЧЕСКИЙ СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПЛАСТИКА В СМЕСИ С БУРЫМИ УГЛЯМИ ДНЕПРОВСКОГО БАССЕЙНА

Шевкопляс В.Н.¹, Бутузова Л.Ф.², Булыга О.А.¹, Исаева Л.Н.¹

(ИнФОРУ НАН Украины¹, ДонНТУ², Донецк, Украина)

Показана перспективность термического способа переработки отходов пластика в смеси с бурными углями Днепровского бассейна. Установлено влияние добавок пластика (5-20 %), температуры (450-800 °С) и времени процесса (0-120 мин.) на выход продуктов со-

пиролиза. Данный подход позволяет получать до 18,8 % смол, которые являются ценным сырьем для химической промышленности

Традиционные способы утилизации отходов пластика, такие как складирование, вывоз и захоронение или сжигание, осуществляемые для уменьшения вредного воздействия на окружающую среду, мало эффективны. В последнее время все более широко изучаются методы термической переработки пластика, которые являются экономически эффективными и могут быть экологически безопасными, и при этом позволяют получать новые синтетические продукты, имеющие народно-хозяйственное значение. На сегодня отходы пластика используются в качестве пластифицирующих агентов, улучшающих спекание угля, для получения синтетического газа, смолистых продуктов или активных углей. Чтобы повысить эффективность термического процесса, предлагается проводить утилизацию отходов пластика в смеси с ископаемыми углями, прежде всего, с низкосортными бурыми углями Днепровского бассейна, которые на сегодня практически не используются в технологических процессах переработки.

В данной работе была поставлена цель установить закономерности термической деструкции отходов пластика - полиэтилентерефталата ($-C_6H_4C_2O_4C_2H_4-$)_n совместно с бурыми углями, оценить перспективность применения среднетемпературного со-пиролиза (800 оС) для переработки угля и отходов пластика; анализ состава полученных смол методами ИК- и ¹H ЯМР-спектроскопии.

Для проведения исследований был взят бурый уголь Днепровского бассейна следующего состава: Wa =45,6 %; Ad=8,9 %; Sdt=2,0 %; Vdaf=65,7 %; Cdaf=66,8 %; Hdaf=5,3 %; O+Ndaf=29,9 %. Перед проведением исследований на основе бурого угля и пластика готовили смеси, в которых содержание пластика составляло - 5, 10, и 20 %. Закономерности термодеструкции образцов бурого угля, пластика и приготовленных смесей (фракция ≤ 0,2 мм) изучали методом дериватографии. Навеску образцов (200–500 мг) нагревали до температуры 900 оС со скоростью - 10 оС/мин.

Использование метода дериватографии на первоначальном этапе исследований позволило изучить ход термодеструкции бурого угля, оценить его термохимическую совместимость с отходами пластика с целью их совместной переработки. Основные критерии такой оценки следующие. Во-первых, близость интервалов основного термического разложения (ОТР) бурого угля и углеродсодержащих отходов и, во-вторых, по анализу кривых дериватограмм выбрать в интервале 20-900 °С оптимальные температурные условия для проведения последующего со-пиролиза. Было установлено, что бурый уголь обладает хорошей термохимической совместимостью с пластиком. Температурные интервалы ОТР бурого угля и пластика близки и находятся в области 205-520 и 325-465 °С, а температуры T_{max} (максимальная скорость потери массы) составляют 380 и 405 °С соответственно. Ход термодеструкции изученных смесей и интервалы ОТР колеблется в пределах 195-545 °С, а температуры T_{max} лежат в узком интервале (375-385 °С), что является подтверждением термохимической совместимости бурого угля и пластика, а смеси, составленные на их основе можно использовать в совместном процессе переработке (со-пиролизе)

Данные расчета потери массы (Δm) и средней скорости потери массы ($V_{\Delta m}$) для исследуемых образцов во всем температурном интервале термодеструкции (20-900 °С) и в интервале ОТР показали, что для исследуемых смесей (добавка пластика 5-20 %) основное термическое разложение протекает в интервале температур 195-545 °С. При этом, рассчитанные величины Δm и $V_{\Delta m}$ для бурого угля и смесей, значительно отличаются друг от друга (0,10-0,15 мг/г·с), что может быть следствием проявления неаддитивности в системе (бурый уголь-пластик) при проведении термодеструкции в данном температурном интервале. Наибольшие значения Δm и $V_{\Delta m}$ в интервале ОТР (325-465 °С) получены для пластика 772,7 мг/г и 4,55 мг/г·с соответственно, что в первую очередь связано с однородностью его структуры и наличием связей, которые активно разрушаются при данных температурах.

Из данных дериватографии было сделано заключение, что при проведении со-пиролиза необходимо учитывать ход термодеструкции полиэтилентерефталата и проводить процесс при

температурах выше 400 °С. Конечными температурами процесса являются температуры 800-900 °С, при которых практически полностью происходит деструкция пластика (98,2-99,1 %).

Для проведения со-пиролиза приготовленные смеси (5 г) фракцией менее 0,5 мм загружали реактор с неподвижным слоем и нагревали со скоростью 25 °С/мин в интервале температур 450-800 °С, в котором изучалось влияние добавки пластика (5-20 %) и времени пиролиза (0-120 мин.) при 600 °С на ход процесса. По окончании эксперимента подсчитывали материальный баланс со-пиролиза и определяли оптимальные параметры процесса для эффективной переработки пластика, с целью повышения выхода смолы. Установлено, что при проведении процесса со-пиролиза можно получать 18,8 % смолы, когда добавки пластика в смеси с бурым углем достигала 10 %. При этом, по сравнению с пиролизом бурого угля, выход смолы увеличивался в 1,2 раза. Общая конверсия смеси в смолистые продукты и газы может достигать 58,4 %, когда добавка пластика в смеси достигала 20 %. Причем, добавка пластика в смеси 20 % приводила к снижению выхода смолы со-пиролиза, что, по-видимому, связано с протеканием процессов конденсации и газообразования.

Повышение температуры со-пиролиза приводит к увеличению выхода смолы со-пиролиза и к увеличению общей конверсии смеси в смолистые продукты и газы до 57,8 %. Наибольший прирост смолы наблюдается в температурном интервале 500-600 оС, что составляет 75 % от общего его количества. Следовательно, температура 600 оС обеспечивает достаточно высокий выход смолы и дальнейшее ее повышение не является рациональным, поскольку существенного прироста смолы не наблюдается.

Данные ИК-спектроскопии подтверждают, что увеличение содержания пластика в смеси более 5 % ведет к снижению интенсивности полос поглощения при 2940 и 1450 см⁻¹ (колебания С-Н связи алифатических СН₂- и СН₃-групп) при одновременном увеличении интенсивности полос поглощения при 725 см⁻¹ (С-Н связь в ароматическом кольце) приводит к увеличению в составе смолы ароматических фрагментов. Повышение интенсивности полосы при 1270 см⁻¹ и появление новых полос при 1320 и 1180 см⁻¹ (С-О связь эфиров) указывает на протекание реакций конденсации по ОН-группам. Появление дополнительных полос поглощения с максимумом при 3150 и 2625 см⁻¹ можно отнести за счет появления нового типа особо прочных ассоциированных ОН-групп соответственно в фенолах и карбоновых кислотах, которые не декарбоксилируют при 800 °С вследствие влияния стерического фактора.

Методом ¹Н ЯМР-спектроскопии было определено, что с увеличением содержания пластика в смеси, растет доля ароматических и фенольных протонов в смоле (9,4-5,5 м.д.), преимущественно, за счет стерически затрудненных групп (более 8,3 м.д.). Одновременно происходит экстремальное изменение сигнала (5,6-4,2 м.д.), относящихся к сигналу олефиновых протонов за исключением алифатических протонов, поглощающих при 1,5-1,0 м.д. Учитывая строение исходных веществ и предложенную выше схему процесса, наличие таких протонов можно отнести за счет СН₃- и СН₂-групп, присоединенных к кислородсодержащим группам (СОО-).

Повышение содержания пластика в смеси приводит к тому, что доля алифатических протонов в смоле снижается с 86,3 % (добавка пластика - 5 %) до 73,1 % (20 %). Видно, что при содержании пластика в смеси 10 % доля олефиновых протонов (6,1-4,2 м.д.) в смоле увеличивалось до 6,5 %. Следовательно, оптимальными смесями для получения олефиновых соединений являются смеси, содержащие 5-10 % пластика.

Таким образом, основным преимуществом термического способа утилизации отходов пластика является вовлечение в процесс переработки низкосортных бурых углей Украины, которые до настоящего времени не находят широкого практического применения в различных термических процессах и получение смолы со-пиролиза (18,8 %), которая является химическим сырьем для получения моторных топлив или углеводородов различных классов.

БЕСПЫЛЕВАЯ ВЫДАЧА КОКСА НА БАТАРЕЯХ КОКСОХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Зингерман Ю.Е, Трембач Т.Ф., Каменюка В.Б.

(Государственный институт по проектированию предприятий коксохимической промышленности «Гипрококс», Харьков, Украина)

Институт «Гипрококс» разрабатывает различные технологические и технические решения, обеспечивающие уменьшение выбросов пыли и вредных веществ в атмосферу.

Одним из основных источников загрязнения окружающей среды на коксохимических предприятиях и производствах является коксовый цех, в том числе выдача кокса из печей.

Для отсоса и очистки пылегазовоздушной смеси при выдаче кокса из печей Гипрококсом разработана система беспылевой выдачи кокса, позволяющая с достаточной эффективностью локализовать пылевые выбросы и направить их на очистку. В апреле 2003 года пущена установка БВК коксовой батареи № 3 на ОАО «Маркохим», построенная по проекту Гипрококса с использованием рукавных фильтров разработки УКРГНТЦ «Энергосталь» г. Харьков.

Система беспылевой выдачи кокса состоит из:

- пылеулавливающего зонта, установленного на двересъемной машине;
- стыковочных устройств для передачи пылегазовоздушной смеси в стационарный коллектор, проложенный вдоль батареи с коксовой стороны;
- стационарной пылеочистой установки.

Система работает следующим образом. Двересъемная машина устанавливается против выдаваемой печи. Снимается дверь коксовой печи и коксонаправляющая стыкуется с рамой коксовой печи. В результате разрежения, создаваемого в коллекторе тягодутьевыми машинами, происходит отсос загрязненного пылью воздуха, образующегося при выдаче кокса. Пыль вместе с удаляемым воздухом попадает в коллектор, откуда направляется на установку сухой очистки.



Рисунок 1. Выдача кокса из печи коксовой батареи №3 на ОАО «Маркохим» при работе установки БВК

Для обеспечения эффективной очистки запыленного воздуха предусматривается двухступенчатый сухой способ очистки. В качестве первой ступени очистки установлены циклоны типа ЦП-2, вторая ступень - тканевые рукавные фильтры, как наиболее эффективные пылеочистные аппараты, в настоящее время, для данных условий.

Производительность установки составляет 180000 м³/час при температуре отсасываемого воздуха до 70⁰ С.

Инструментальные и лабораторные измерения установили, что при начальной запыленности воздуха 5,3 г/м³, эффективность очистки циклонов первой ступени - 81÷85 %, рукавных фильтров - > 99 %, а общий КПД установки – 99,8 %. Остаточное содержание пыли в очищенном воздухе системы беспылевой выдачи кокса составляет не более 20 мг/м³.

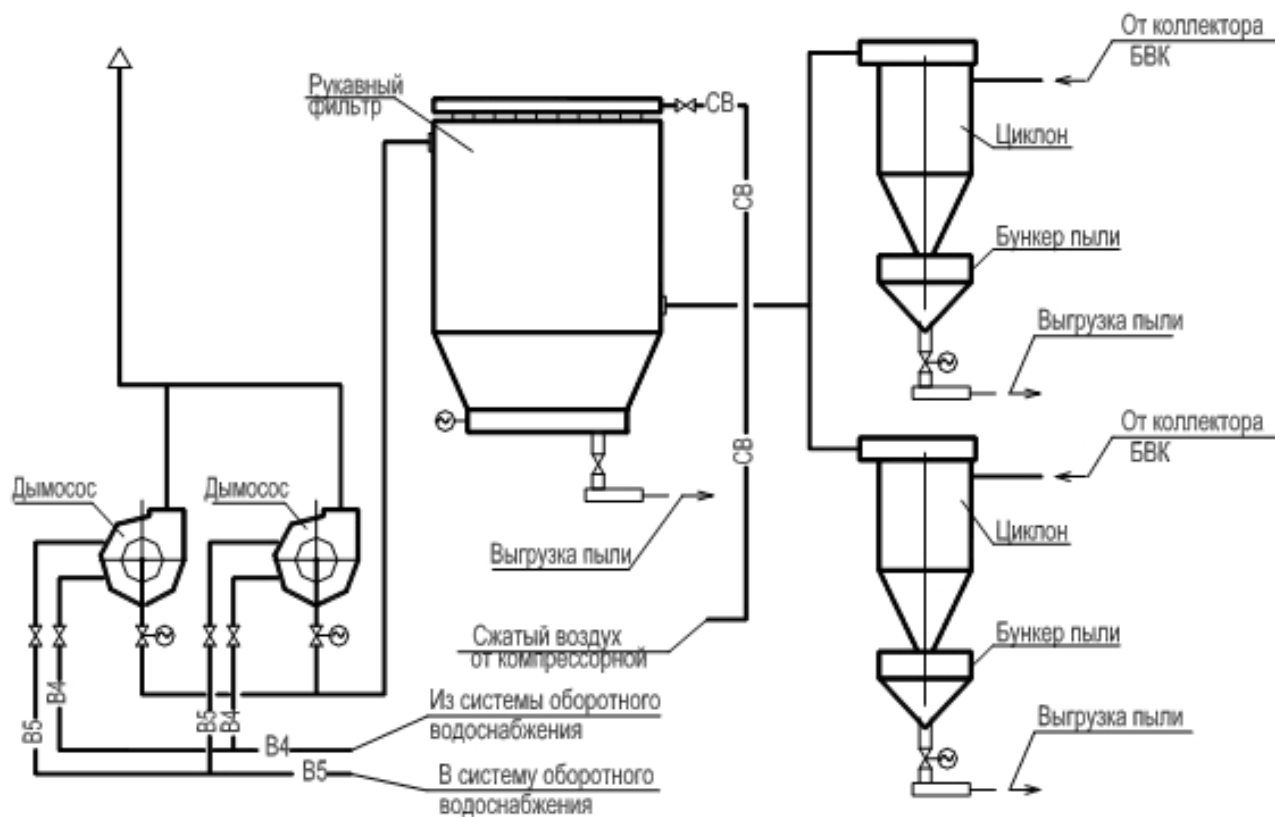


Рисунок 2. Принципиальная схема газоочистного комплекса БВК

Для создания необходимого разрежения в технологической цепи аппаратов БВК приняты два рабочих дымососа установленной мощностью 315 кВт каждый. Учитывая периодичность выдачи кокса из печей, на тягодутьевых машинах проектом Гипрококка предусмотрена установка частотно-регулируемых электроприводов для значительного снижения потребления электроэнергии.

Регенерация рукавов фильтра осуществляется обратной импульсной продувкой их сжатым воздухом, подаваемым от компрессорной установки с осушкой воздуха. Уловленная пыль накапливается в бункерах циклонов и рукавного фильтра и периодически выгружается в автоцементовоз.

На случай аварийной выдачи кокса улитки циклонов и бункера оборудованы предохранительными клапанами, обеспечивающими взрывобезопасность установки.

Установка БВК работает стабильно, без ремонтных и аварийных отключений; рукавные фильтры работают устойчиво и эффективно.

В 2003-2004 г., в связи с интенсивным развитием металлургии и повышенным спросом и ростом цен на кокс на мировом рынке, началась реконструкция коксовых батарей на заводах Украины, ближнего и дальнего зарубежья.

При этом особое внимание уделялось мероприятиям по снижению выбросов вредных веществ в атмосферу.

На основе опыта эксплуатации установки БВК на ОАО «Маркохим», на которой впервые была использована двухступенчатая сухая очистка и оборудование, производимое в Украине, Гипрококк разработал проектную документацию установок беспылевой выдачи кокса для Баглейского КХЗ, ОАО «Криворожсталь», ОАО «Ясиновский КХЗ» и Исфаханского метзавода в Иране.

В настоящее время разрабатывается проектная документация установки БВК для Алчевского КХЗ, Харьковского коксового завода, метзавода «Mettal Steel Temirtau», в Казахстане.



Рисунок 3. Установка БВК коксовой батареи №3 на ОАО «Маркохим»

В части разработки проектной документации на рукавные фильтры Гипрококк продолжает сотрудничество с УКРГНТЦ «Энергосталь».

Для аналогичных пылеочистных установок на коксохимических заводах в России широко применяются рукавные фильтры «Кондор-Эко».

Внедрение беспылевой выдачи кокса на батареях в настоящее время является оптимальным решением актуальной проблемы охраны окружающей среды. Система БВК позволяет значительно улучшить экологическую обстановку на коксовой батарее, максимально снизить выбросы пыли в атмосферу и создать благоприятные условия труда эксплуатационного персонала.

SOLID WASTES CONDITION AND METHODS OF HANLING THEM IN SYRIA

George Isber

(Tishreen University, Syria)

I- Introduction

There has been an increase in recent years in the number of plants producing foodstuff industries and some chemical products besides the materials kept in plastic bags, glass, metallic and carton containers. However, these bags and containers, after being emptied by consumers contribute to adding a new source of pollution sources whose area has widened in big cities such as Damascus, Aleppo, Lattakia, Homs and other cities.

It is an undeniable fact that these bags and containers add to the quantities of solid wastes. Therefore, competent courts should encourage the construction of plants that recycle these wastes for the purpose of achieving two basic things:

- First, protecting the environment from pollution.
- Second, making use of the refuse which has great material value that is lost without benefiting from it.

Some people may say that it is too early to use the same machinery and ways used by industrial countries. We do wrong by saying such things. We have to make use of time, formulate more programmes and studies in order to reach and enjoy the existence of a clean environment. Such plants are still primitive in Syria. We should follow the means of the world's countries because the type of consumptive living has greatly increased in our country. This in turn increases the quantities of garbage and refuse thrown away houses, restaurants, hotels and industrial plants.

It has been found out that the individual's share of garbage reaches about one kilogramme per capita in Damascus. It follows that the total quantities amount to around 65 milliard kilos annually in Syria as a whole. Now the authorities in Damascus use special machinery to separate and gather garbage. In some quarters and regions there are banks for glass, metallic and plastic bottles and other containers or banks for ordinary home garbage. Therefore, it is the duty of proper authorities to popularize this experiment so that it might include all the Syrian provinces and villages.

II- Solid waste management:

Most world countries suffer from the problem of disposing of solid wastes. With the increase of population, building development and various economic activities, there has been an increase in the weight of wastes and their size so much that they have become a great environmental burden.

This conforms to the thermodynamic laws that both economic and consumption production generate wastes that need management and treatment. The Environment Protection Agency estimated that the Americans, for example, throw away every year 245 million car tyre, 1.6 milliard pens, two milliard shaving razors and 16 milliard diapers.

This big and increasing mass of unnecessary choices necessitate finding ways and means of dealing with them and this in turn demands high material expenses. The environment, as we know, has a great ability of holding those wastes, but this ability has limits. Many wastes that are not subject to resurge or circulation operations are dumped in the long run into nature, an action which has a passive effect on the environment.

Solid municipal wastes mean chiefly the household wastes from industrial, commercial and institutional sources.

Ingredients of Solid Municipal Wastes in Weight:

Table (I) Methods of disposing of solid wastes in some countries (of the total size)

| country | fertilizing | burning | throwing wastes | other ways |
|----------------|--------------------|----------------|------------------------|-------------------|
| France | 7.1 | 41 | 45.2 | 6.7 |
| Germany | 2.2 | 30.5 | 66.3 | 1 |
| Japan | 0.1 | 64.4 | 32.6 | 2.9 |
| Holland | 5 | 40 | 55 | 2.9 |

III- Main methods of managing wastes:

There are many ways for managing solid wastes, the most important of which are the following:

1- Recycling: Recycling is done by assorting and separating the materials that are recyclable at the source (house) cleaning and handling them by suitable methods, then they are recycled and used anew. The materials that could be recycled are hard metal, glass, aluminum and most kinds of plastic and undulated carton, office paper, newspapers, magazines, car batteries and garden wastes.

The quantity of materials that could be recycled depends on the markets of the private sector and the desire to buy the materials that are recyclable. The private sector will do this when it guarantees sufficient benefit from recycling. This depends on the cost of collecting recyclable material, assorting, carrying and handling it, in comparison with the cost of obtaining the new material.

2- Chemoanalysis: Chemoanalysis is a biochemical operation in which living micro-organisms are decomposed into a material similar to the upper layer of the soil. This is one of the forms of recycling the remnants of food and park wastes such as grass, seedlings and small trees and leaves.

One of the obstacles of chemoanalysis is that the organic material should be separated, being the material responsible for chemoanalysis, from the quantity of wastes. On the other hand, it is costly economically. In addition to this, mixing the poisonous chemicals with the organic material might kill the living micro-organisms or cause so much damage that could prevent the chemical decomposition operation altogether. However, those who have a garden can decompose the organic wastes generated to them and gain benefit from the final product (an excellent fertilizer and a cover for the soil surface) with the least expenses.

IV- Cremation: This is done by burning the wastes in well-controlled conditions and at high temperatures. Cremation has been used for many years in organizing and managing solid municipal wastes. In the course of time, taking control measures in the emissions of cremators was seldom observed. This led to the emission of big quantities of pollutants into the atmosphere.

However, the operation of cremating solid municipal wastes has greatly changed. Today emissions are strictly watched and controlled on a large scale, and a lot of modern cremators bind the wastes to energy in the sense that they generate energy from burning the solid municipal wastes in the form of steam or electricity. This operation is known as mixed generation.

Huge and successive achievements of lessening the emissions generated from burning solid municipal wastes have been fulfilled. Dioxine is one of these examples. Dioxine maybe generated, and it is one of the most toxic components on burning some organic materials. It is known that the cremators of solid municipal wastes emit dioxine, but the levels emitted by the well operated cremators are very low levels. And the rate of emission depends on the good operation of the cremator. Besides, attention should be drawn to the ash resulting from the cremation operations which is a dangerous ash. In most cases heavy metals remain in it, which may be severely or fairly toxic.

4- Hygienic filling up: this is done by throwing the wastes into a hole inside the ground. It is the oldest of means known for draining the solid municipal wastes. But this way has now become very serious for it might lead to the pollution of underground water, soil and air and surface water.

To lessen this possible danger World Environment Protection has published standards stressing control on throwing solid municipal wastes on the ground. These new standards include observing the ground water, inner side and daily converge of wastes.

Recent studies have shown that the ingredients of food, paper and other hastily decomposed materials do not usually decompose tangibly in the holes of hygienic filling up. There have been examples of food products and newspapers that could be identified after the passage of over thirty years of their being filled up in the hygienic filling up holes.

Most traces resulting from these holes were found on the underground water. Although the unhealthy rejection of dangerous wastes was one of the affecting factors, the absence of the engineering means of control, testing the underground water, coverage and using badly coverage land for refection are also some of the factors that can't be ignored.

V- Condition of solid wastes in Syria:

The process of collecting home wastes and conveying them to their final pouring out spot is one of the conservation responsibilities. These wastes usually include commercial wastes in addition to the wastes resulting from agriculture and some minute industries. Moreover, it is difficult to define the effective process of collecting wastes. Quantities greatly vary with the variation of information source for the wastes resulting from the individual form about 0.1 kg daily, and the quantity of wastes collected daily in big municipalities (Homs, Aleppo, Damascus) form about 1.2 kg per capita. These numbers are typical in a developing country of fair income. The wastes resulting from major

industries and slaughter houses are directly transported to the rejection holes by means of special trucks.

There is no separation process for the dangerous materials, for fairly big quantities are mixed from materials classified as dangerous wastes according to Basel Treaty with industrial wastes which are disposed of in the municipal wastes rejection holes. As for medical wastes, they are usually mixed with home wastes and they are jointly disposed of. However, cremators have been constructed in some cities. Five tons of medical wastes are daily collected in Damascus, 2.3 tons of medical wastes are daily collected in Homs for the purpose of disposing of them. This quantity is expected to reduce greatly when the wastes are separated before burning them. The high number is taken into consideration (0.1 kg daily of medical wastes for each bed) and the total number of the hospital beds in Syria (15600 beds) produce over 10.5 tons of dangerous wastes daily.

VI- methods followed for handling wastes in Syria:

The maximum part of collected wastes is disposed of in open rejection holes situated on the outskirts of the cities. Some authorities provide what is needed for the collection operation special for medical wastes which are disposed of in a separate region where they are directly covered. But in most cases medical and industrial wastes are rejected beside some wastes in the final filling up holes.

Burning wastes is a common operation carried out to reduce the quantity of wastes and to control insects and rodents or to regain the antburning materials such as metals. None of these filling holes has any means to control the gases emitted or to collect and handle the resulting filtration. There is not also any controlling operation for the types of wastes disposed of or separating the dangerous wastes.

Some wastes filling holes are covered with soil in some big cities from time to time for the purpose of improving the environmental conditions. Some cities as Damascus, Aleppo and Lattakia have limited abilities to handle wastes and transform them into fertilizers. But most factories are old and do not work effectively. There is in Damascus a cremator for dangerous wastes, but its performance is poor from the environmental point because of the low applied temperature and non-effective control of pollution.

There is not any central separation operation or recycling for wastes but collecting and separating wastes irregularly are the common ways used now.

Table (2)- The methods followed for disposal of solid wastes in some municipalities

| city | used method | site | treatment capacity |
|-------------|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Al-Zabadani | Burning followed by soil coverage | Near the mountains | Non |
| Al-Sweidaa | Open rejection hole with burning | 4 km south west of the city | Non |
| Lattakia | Rejection hole with treatment station | 16 km from the city | 60-70 Tons per day |
| Homs | Open rejection hole | 3 km north of the city | Non |
| Aleppo | Open rejection hole | 5 km north east of the city | Non |
| Damascus | Regular rejection hole | 35 km south of the city | 700 tons per day |

VI- Conclusions:

1- The methods followed in Syria to dispose of solid wastes still lack in the hygienic environmental conditions and standards and the continuous watch. Therefore, it is necessary to deal

with choosing the best methods to dispose of them.

2- It would be unsafe to deal with medical wastes (products of surgical operations - human morbigenous remnants – blood sharp tools...) which are considered poisonous or carrying disease, as we handle solid wastes, especially as burning wastes in the present ways produces dioxine which is a poisonous and cancering material.

3- Decision makers have to intervene in the economic operations for the purpose of amending or changing the operations of production or the producer himself or the packing and distributing methods to lessen the weight and size of wastes resulting from the society's activity.

4- A national programme should be Launched in connection with recycling, starting at homes, schools, universities, factories and governmental establishments where wastes are assorted (in special bottles) to the wet materials which include organic materials, and the dry materials which include recyclable materials, being restored as good materials to be reused. And the organic materials are used in fertilization and for obtaining energy in some cases. Local administrations should pay full attention to this ecological problem in order to preserve the environmental safety and to keep our quarters and cities beautiful.

References

[1]- Marie-Laure André "Gestion des dechets solides hospitaliers" Projet DESS, spécialité Technologies BiomédicalesHospitalières, présenté a l Université.

[2]- Tom HALL "Health care waste management handbook", Environmental Technology Consultants Limited, 1994.

АДСОРБЕНТЫ ИЗ БИОМАССЫ И НЕФТЕОТХОДОВ

Шендрик Т.Г. Симонова В.В., Кучеренко В.А.

(ИнФООУ НАН Украины, Донецк, Украина)

Изучены свойства активированных углей (АУ) - продуктов паровой активации (400 – 900⁰С) смесей смывочных нефтяных отходов (СНО) и лигнина. Показано, что активация смесей ведет к образованию АУ с меньшими выходами, более высокой удельной поверхностью и существенным (в 3 раза) увеличением доли крупных пор по сравнению с АУ из лигнина. Адсорбционные свойства АУ из лигнина и его смеси со СНО близки ($A_{\text{и}} = 950 - 1000 \text{ мг/г}$; $A_{\text{мг}} = 200 - 220 \text{ мг/г}$).

Проблема утилизации промышленных отходов – одна из актуальных задач настоящего времени, так как отходы не только занимают значительные земельные площади, но являются источником загрязнения окружающей среды и резко ухудшают условия жизни людей. Отдельную группу составляют углеродсодержащие отходы (УСО), формирующиеся при переработке биомассы или горючих ископаемых – нефти и угля, которые можно рассматривать как вторичные техногенные сырьевые ресурсы.

К таким УСО относятся лигнин (Л) - отход гидролизной переработки древесины, и смывочные нефтяные отходы (СНО), накопленные в отстойниках промывочно-пропарочных станций железных дорог и нефтеперерабатывающих заводов.

В настоящее время количество лигнина в Украине составляет около 15 млн. тонн, количество СНО - не менее 500 тыс. тонн. Одним из путей утилизации УСО является их переработка в углеродные адсорбенты (АУ). Лигнин достаточно часто используется для получения АУ. И некоторые нефтяные отходы (НО) могут быть предшественниками адсорбентов либо выступать в качестве связующего при переработке твердых органических отходов. Компоненты НО в смесях с твердыми УСО могут играть роль порообразователей при получении пористых материалов. Совместная термическая переработка разных видов УСО позволяет влиять на процессы карбонизации и активации и на свойства конечных продуктов.

Смеси Л – СНО получали механическим смешением при $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ в течение 5 мин. В данной работе содержание СНО в смеси - 50%, что отвечает максимальному взаимодействию СНО с твердым УСО.

АУ получали методом совмещения процесса пиролиза и парогазовой активации в установке, которая включает вертикальный трубчатый цилиндрический реактор объемом 50 см³, помещенный в электрическую печь, обеспечивающую нагрев до температуры активации (t_a) со скоростью 50 ± 5 град/мин.

Величину удельной поверхности ($S_{\text{ВЕТ}}$, м²/г) оценивали двумя методами: низкотемпературной десорбции аргона и по изотерме адсорбции-десорбции азота на установке “Sorptomatic – 1900”. Определены параметры надмолекулярной структуры: d_{002} (ошибка измерений $\pm 0,002$ нм), высота L_c ($\pm 0,02$ нм) и диаметр L_a ($\pm 0,2$ нм) кристаллитов, степень их пространственной упорядоченности h/l - отношение высоты рефлекса 002 (h) к его полуширине (l) и число слоев в кристаллите $n = L_c / d_{002} + 1$. Величины адсорбционной активности по метиленовому голубому ($A_{\text{мг}}$) и йоду ($A_{\text{и}}$) определяли по ГОСТ 4453-74 и 6217-74 соответственно.

Характер температурной зависимости $S_{\text{ВЕТ}}$ для активированного угля из лигнина и активированного угля из смеси Л – СНО примерно одинаков: до 800 °С наблюдается рост величины поверхности (до 600-750 м²/г), а в интервале 800 – 900 °С – ее незначительное снижение. При $t_a = 700$ °С величина $S_{\text{ВЕТ}}$ продукта АУ_с существенно выше, чем АУ_л. Симбатно величине $S_{\text{ВЕТ}}$ изменяются адсорбционные характеристики АУ.

Компоненты СНО, участвующие в формировании АУ, существенно влияют на параметры пористой системы адсорбента (табл. 1,2). Судя по отношению объема мезопор к суммарному объему пор $V_{\text{ме}} / (V_{\text{ми}} + V_{\text{ме}})$ для образцов в широком диапазоне $S_{\text{ВЕТ}}$ доля мезопор в АУ_с примерно в 3 раза выше по сравнению с АУ_л. Это еще один положительный эффект,

обусловленный присутствием СНО в активируемой смеси. Исходя из объемов микро- и мезопор (табл. 2), видно, что АУ из лигнина являются микропористыми сорбентами, тогда как АУ из смеси Л – СНО имеют более развитую мезопористость. Присутствие СНО немного снижает V_{mi} конечных АУ, а величина V_{me} увеличивается в 3-5 раз.

Таблица 1 – Характеристика пористой структуры активных углей по адсорбционным данным

| Образец | $S_{БЭТ}$, м ² /г | V_p , см ³ /г | V_{mi} , см ³ /г | V_{me} , см ³ /г | V_{me}/V_{mi} + V_{me} | D_{me} , нм | $A_{мг}$, мг/г | $A_{й}$, мг/г |
|---------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------|-------------------|
| Л | 644 | 0,713 | 0,330 | 0,060 | 0,154 | 5,0 | 232 | 998 |
| Л | 799 | 0,617 | 0,407 | 0,073 | 0,152 | 4,6 | 187 | 1056 |
| Л | 570 | 0,610 | 0,300 | 0,060 | 0,167 | 7,2 | 161 | 937 |
| Л | 681 | 0,672 | 0,359 | 0,071 | 0,165 | 6,7 | 143 | 926 |
| Л+СНО | 759 | 0,703 | 0,319 | 0,251 | 0,440 | 5,6 | 228 | 951 |
| Л+СНО | 463 | 0,451 | 0,201 | 0,139 | 0,409 | 6,1 | 137 | 727 |
| Л+СНО | 528 | 0,525 | 0,254 | 0,130 | 0,338 | 6,6 | 126 | 705 |

Таблица 2 – Характеристика макро- и мезоструктуры активных углей из лигнина и смеси Л+СНО по данным ртутной порометрии

| Образец | $S_{БЭТ}$ (N ₂), м ² /г | R пор, нм | $V_{ма}$, см ³ /г | $S_{ма}$, м ² /г | V_{me} , см ³ /г | S_{me} , м ² /г | $V_{ма+me}$, см ³ /г | $A_{мг}$, мг/г | $A_{й}$, мг/г |
|---------|---|--------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------|-------------------|
| Л | 799 | 1980 | 0,662 | 0,75 | 0,057 | 6 | 0,719 | 187 | 1056 |
| Л | 681 | 2485 | 0,714 | 2 | 0,045 | 2,5 | 0,759 | 143 | 926 |
| Л+СНО | 759 | 1580 | 0,776 | 3,5 | 0,112 | 12 | 0,888 | 228 | 951 |
| Л+СНО | 463 | 1550 | 0,572 | 2,2 | 0,089 | 10,1 | 0,661 | 137 | 727 |

Средний диаметр мезопор $AУ_{л}$ и $AУ_{с}$ составляет 5,0-5,6 нм. Микропористая структура образцов также однородна, средний диаметр микропор практически одинаков ($D_{mi} = 0,7-0,8$ нм).

Активированные угли из изученных отходов имеют также развитую макропористость (табл. 2). По сравнению с $AУ_{л}$ образцы $AУ_{с}$ имеют меньший средний радиус пор, рассчитанный из функции распределения пор по размерам.

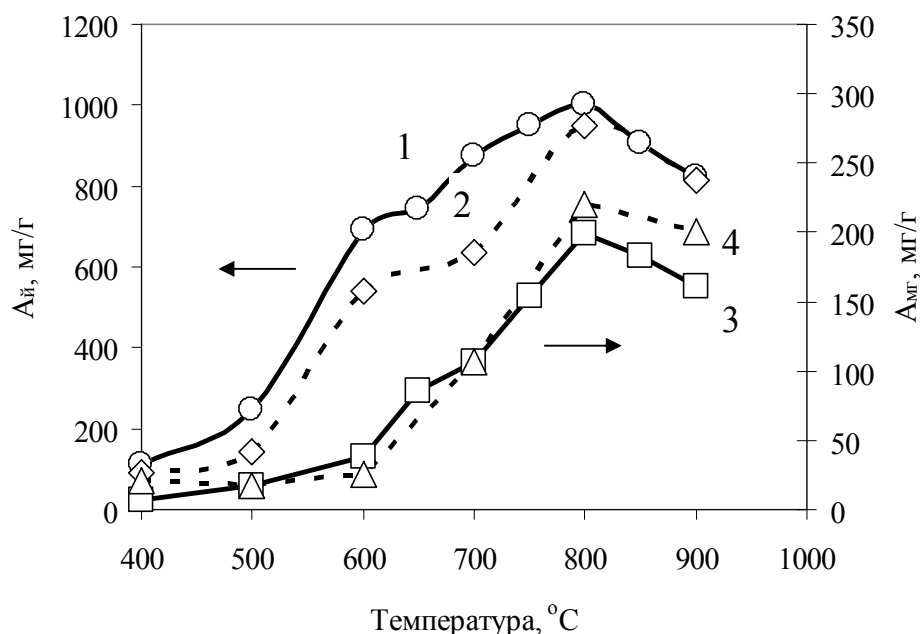


Рисунок 1. Зависимость адсорбционной активности по йоду (1,2) и метиленовому голубому (3,4) активированного угля из Л (1,3) и смеси Л – СНО (2,4) от температуры активации ($\tau_a = 30$ мин)

Метод ртутной порометрии также показывает существенно большую мезопористость АУ, полученных в присутствии СНО. Несмотря на различающиеся характеристики пористой

системы АУ_л и АУ_с, адсорбционная активность по МГ и йоду для продуктов с близкими значениями S_{ВЕТ} практически одинаковы. Микропористая структура АУ_с и АУ_л примерно одинакова и является, судя по величине среднего диаметра (D_{mi} = 0,7 – 0,8 нм), граничной между ультрамикропористостью и микропористостью.

Различия в пористой структуре АУ_с и АУ_л согласуются с различиями в надмолекулярной организации, регистрируемыми методом РСА. Присутствие СНО не влияет на размеры полиареновых слоев, но существенно препятствует упаковке этих слоев в кластеры – кристаллиты. Так, число слоев в кристаллите АУ_с меньше, что вызывает снижение высоты кристаллита L_с примерно в 1,6 раза. Они сильнее разориентированы в пространстве относительно друг друга, о чем свидетельствует меньшее значение h/l.

Вследствие повышения доли мезопор в АУ из смеси Л – СНО можно было ожидать более высокой адсорбционной активности АУ_с по МГ. Размеры (площадь проекции 1,97нм²) позволяют молекуле МГ проникать в мезо- и макропоры, тогда как микропоры ((D_{mi} = 2 нм) практически ей недоступны. Однако, ожидаемое для АУ_с увеличение адсорбционной активности по МГ не обнаружено: АМГ (АУ_с) ≈ АМГ (АУ_л). Можно предположить, что часть мезопор недоступна МГ, поскольку они имеют устья маленького диаметра, сравнимого с диаметром МГ (1,58 нм). При более высоких температурах активации (t_a = 800 - 900 оС) параметр АМГ у АУ_с возрастает, что может быть следствием разработки узкого устья и увеличения доли мезопор, доступных молекуле МГ. Адсорбционная активность по йоду у АУ_с немного ниже, чем у АУ_л, но это наблюдается до 8000С. При t_a = 800 - 900 оС) значения Ай для АУ_с и АУ_л одинаковы.

Очевидно, что присутствие СНО влияет на геометрию пор и характеристики пористой структуры АУ, но почти не сказывается на суммарных адсорбционных характеристиках. В целом, АУ из смеси Л – СНО обладают столь же хорошими свойствами, как и АУ из лигнина. При этом может быть решена задача рациональной утилизации нефтяного отхода.

УДК 662.741.3.022

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ СВЯЗУЮЩЕГО НА КАЧЕСТВО УГОЛЬНЫХ БРИКЕТОВ

Засуха И.П.¹, Пащенко Л.В.², Рекун В.В.², Шендрик Т.Г.²

(Моспинское углеперерабатывающее предприятие¹, ИнФОУ НАН Украины²,
Моспино, Донецк Украина, Украина)

Осуществлен поиск недорогих, недефицитных и экологически безопасных связующих для производства топливных брикетов. Найдены 3 вида связующих из углеродсодержащих отходов, повышающие водостойкость и механическую прочность исследованных угольно-шламовых брикетов.

В последние годы уровень производства на брикетных фабриках снизился, что обусловлено дестабилизацией работы фабрик из-за дефицита сырья, неритмичности поставок угля, отсутствия качественных отечественных связующих и современного оборудования для шихтования и перемешивания шихты.

Основными недостатками буроугольных брикетов являются слабая водоустойчивость и недостаточная механическая прочность на истирание, ведущая к повышению пыления брикетов при транспортировке. При хранении более 40 % брикетов из бурого угля превращается в мелочь.

Одним из возможных путей расширения производства брикетов является их изготовление из различных видов углеродсодержащего сырья - преимущественно низкосортного или являющегося отходом угледобычи - с применением недорогих, недефицитных и нетоксичных связующих. При этом решаются экологические задачи путем утилизации углеродсодержащих шламов - отходов угледобычи и флотации углей.

Цель работы - поиск связующего для производства брикетов из смеси низкосортного бурого угля (БУ) Константиновского разреза (г.Александрия), каменного угля марки Г (Г) и углеродсодержащего отхода – шлама угля марки Т (Шт), выбор оптимальных композиций шихты.

Применяли стандартные методы анализа исходного сырья и шихт (технический анализ), метод прессования полученных шихт на прессах различной мощности, метод исследования водопоглощения, метод определения механической прочности на сжатие.

Исследования проводили на буром угле со следующими характеристиками: W^a , % - 12,37; A^d , % - 22,72; V^{daf} , % - 67,44; S_t^d , % - 2,68; Q_b , МДж/кг(ккал/кг) – 17,87 (4271) и на каменном угле марки Г: W^a , % - 5,99; A^d , % - 5,15; V^{daf} , % - 43,60; S_t^d , % - 2,75; Q_b , МДж/кг(ккал/кг) – 31,83 (7607).

Изучали следующие смеси с уменьшением процентного содержания бурого угля, увеличением процентного содержания шлама и с постоянным количеством добавляемого угля марки Г:

смесь №1 - 60 % БУ + 20 % Шт+20 % угля Г

смесь №2 - 50 % БУ + 30 % Шт+20 % угля Г

смесь №3 - 40 % БУ + 40 % Шт+20 % угля Г

смесь №4 - 30 % БУ + 50 % Шт+20 % угля Г

Брикетирование проб осуществляли при температуре шихты примерно 50^0 С на прессе в специальной пресс-форме с диаметром внутреннего цилиндра 25 мм под давлением 150 атм или $42-45 \text{ кг/см}^2$, а также на прессе ХЛ-100 под давлением $1000-1100 \text{ кг/см}^2$. Испытания на максимальное водопоглощение проводили по ГОСТу 21290-75.

Испытаны 8 видов связующих – отходов коксохимической промышленности (Сф, Ск, Сп и Сс), отходов нефтедобывающей промышленности (Сл), целлюлозно-бумажной промышленности (лигносульфонат жидкий и порошок Слсф) и нефтешлам (Ссно).

В таблице 1 представлены результаты влагопоглощения брикетов без связующего из трехкомпонентной смеси в зависимости от состава композиции.

Таблица 1 – Влагопоглощение пробных брикетов из трехкомпонентной смеси бурого угля, шлама Шт и угля марки Г

| Материал | Смесь № | Влагопоглощение W, % |
|----------------------------|---------|----------------------|
| БУ | | 22,1 |
| 60 % БУ + 20 % Шт + 20 % Г | 1 | 15,4 |
| 50 % БУ + 30 % Шт + 20 % Г | 2 | 16,2 |
| 40 % БУ + 40 % Шт + 20 % Г | 3 | 18,2 |
| 30 % БУ + 50 % Шт + 20 % Г | 4 | 17,3 |
| Шлам Шт, | | Больше 32 |

Из полученных результатов видно, что минимальным влагопоглощением обладают брикеты из смеси №1 состава 60 % БУ + 20 % Шт + 20 % Г (15,4 %), с увеличением количества шлама Шт в смеси влагопоглощение брикетов имеет тенденцию к повышению. Для испытаний действия связующих были выбраны брикеты из смеси №3 с %- ным соотношением 40 % Бс + 40 % Шт + 20 % Г, как брикеты с максимальным водопоглощением (18,2 %), на которых легче проследить действие связующих.

Результаты по водопоглощению брикетов из трехкомпонентных смесей с добавкой различных связующих представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Влагопоглощение пробных брикетов из трехкомпонентной смеси №3 (40 % Б_с + 40 % Ш_т+20 % Г) со связующими

| Образец | Влагопоглощение W, % |
|--|----------------------|
| Исходная смесь №3 40 % Б _с + 40 % Ш _т +20 % Г | 18,24 |
| 90 % смеси + 10 % Сф | 14,28 |
| 90 % смеси + 10 % Ск | 12,37 |
| 90 % смеси + 10 % Сп | 8,67 |
| 90 % смеси + 10 % Сс | 4,70 |
| 90 % смеси + 10 % Сл | 4,29 |
| 80 % смеси + 20 % Сс | 3,80 |

Видно, что из брикетов смеси №3 состава 40 % Б_с + 40 % Ш_т + 20 % Г наименьшим влагопоглощением обладают брикеты состава 90 % смеси + 10 % связующего Сл (4,3 %) и брикеты со связующим Сс (4,7 %). Установлено, что 20%-ная добавка связующего Сс к 80 % смеси по массе дает еще большее снижение (в 4,8 раза) влагопоглощения брикетов (до 3,8 %). Также примерно в 2 раза уменьшается водопоглощение брикетов из смеси №3 с использованием связующего Сп . что составляет 8,7 % по сравнению с влагопоглощением брикетов из исходной смеси №3 (18,2 %).

Таким образом, водопоглощение брикетов из смеси с 10 % -ной добавкой связующего Сл в 4,2 раза меньше, связующего Сс - в 3,9 раза меньше, связующего Сп - в 2,0 раза меньше, чем влагопоглощение брикетов из исходной смеси без связующего. По показателю водопоглощения брикетов с добавкой угля марки Г можно сделать вывод о том, что в качестве связующих для них подходят отходы коксохимической промышленности Сл, Сс и Сп. Необходимо отметить тот факт, что лигносульфонат жидкий и порошок по показателю водопоглощения трехкомпонентных брикетов непригоден в качестве связующего ввиду высокого водопоглощения. Брикеты с использованием его в воде мгновенно распадаются.

Проведены испытания механической прочности угольно-шламовых брикетов на сжатие. Получено, что прочность на сжатие брикетов из различных смесей находится в пределах 70,9-98,5 кг/кв.см. Максимальной прочностью на сжатие обладают брикеты из смеси №1 состава 60 % Б_с + 20 % Ш_т + 20 % Г (124,0 кг/кв.см), а минимальной – из смеси №4 состава 30 % Б_с + 50 % Ш_т + 20 % Г (60,4), что, по-видимому, связано с увеличением количества шлама Ш_т в смеси.

Данные таблицы 3 показывают, что прочность на сжатие брикетов со связующими колеблется в широких пределах (272,4-27,2 кг/кв.см), в то время как прочность на сжатие брикетов из смеси №3 без связующих составляет 78,2 кг/кв.см. Четко видно из таблицы 3, что связующие Сс, Сп и Ск значительно увеличивают прочность брикетов на сжатие.

Таблица 3 –Прочность на сжатие брикетов из трехкомпонентной смеси №3 бурого угля, шлама Г и угля марки Г со связующими

| Образец | Прочность на сжатие, кг/см ² |
|--|---|
| Исходная смесь №3 40 % Б _с + 40 % Ш _т +20 % Г | 78,2 |
| 90 % смеси + 10 % Сс | 272,4 |
| 90 % смеси + 10 % Сп | 230,8 |
| 90 % смеси + 10 % Ск | 140,0 |
| 90 % смеси + 10 % Сф | 80,4 |
| 90 % смеси + 10 % Сл | 44,8 |
| 90 % смеси + 10 % Ссно | 27,2 |

Наибольшей прочностью на сжатие обладают брикеты со связующим Сс (272,4 кг/кв.см), связующим Сп (230,8 кг/кв.см) и связующим Ск (140,0 кг/кв.см), то есть прочность на сжатие брикетов из смеси №3 с 10 % -ной добавкой связующего Сс в 3,5 раза выше, связующего Сп - в 2,9 раза выше, связующего Ск - в 1,8 раза выше, чем прочность на сжатие брикетов из исходной смеси без связующего.

Таким образом, для смеси №3 (40 % Бс + 40 % Ш_т+20 % Г) в качестве связующих по показателю водопоглощения подходят углеродсодержащие отходы Сл, Сс и Сп, а по показателю механической прочности - отходы Сс, Сп и Ск.

УДК 628.39 (477.6):504

АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО БАСЕЙНА ГОРОДА ДОНЕЦКА ВЫБРОСАМИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Чайка Л.В., Тарковская М.В.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Проанализирована динамика загрязнения воздушного бассейна города Донецка в связи с ростом числа единиц автомобильного транспорта, а также причиняемый социально-экономический ущерб.

Донецкая область, занимая 26,5 тыс. км² территории Украины, что составляет 4,4 %, является самым густо населенным и урбанизированным регионом. Столица Донецкого края – Донецк, это динамично развивающийся мегаполис. Экономике города составляют более 200 крупных промышленных предприятий. Основу сложившегося территориально-хозяйственного комплекса представляют отрасли тяжелой промышленности. Поэтому одной из наиболее острых экологических проблем является загрязнение атмосферного воздуха.

Например, в 2004 году объем выбросов достиг 1835, 419 тыс. тонн, в том числе от передвижных источников – 237,1 тыс. тонн.

Автомобильный транспорт является одной из отраслей, которая в значительной мере определяет развитие промышленности и сельского хозяйства любой страны. Поэтому мировой парк автотранспорта непрерывно возрастает, что видно по количеству автомобилей на тысячу жителей. Так, в США этот показатель достиг 700 единиц, в Украине – 140.

Анализ динамики роста автопарка наиболее индустриальных стран Европы за последнее десятилетие показывает, что в среднем увеличение числа транспортных средств составляет 8-10 %, тем не менее в Испании этот показатель достиг 16,2 %, а в Украине – 4 %. Несмотря на то, что этот показатель в нашей стране относительно низкий, средний ежегодный прирост по абсолютному числу единиц транспорта отвечает европейским – 9 %.

Статистические данные указывают на то, что автомобильным транспортом перевозится более 60 % пассажиров и больше половины объемов всех грузов.

В общей структуре выбросов вредных веществ в атмосферный воздух выбросы от передвижных источников в 2004 году достигли 12,92 %. Известно, что загрязнение автомобильным транспортом атмосферного воздуха связано с количеством и видом потребляемых топлив. Распределение потребления различных видов топлива отраслями транспорта Украины (таблица 1) показало, что основным видом топлива является бензин.

Анализ данных показывает, что автомобильный транспорт потребляет львиную долю всех видов топлива (83,0 %), а основным видом топлива является бензин (71,5 %).

Загрязнение атмосферного воздуха связано как с количеством так и видами используемых топлив. Ниже приведены данные по выбросам основных вредных компонентов в отработанных газах в разрезе отраслей транспорта (таблица 2).

Вместе с тем, следует отметить, что структура типов транспорта в автомобильной отрасли неравнозна (таблица 3).

Процентное соотношение типов автомобильного транспорта показано для 2005 года, аналогичная тенденция наблюдалась и ранее. Полученные данные указывают на то, что превалирует легковой автотранспорт.

Таблица 1 – Распределение потребления различных видов топлива в Украине по отраслям транспорта

| Виды топлива, т | Отрасль транспорта | | | Вместе | |
|------------------------|--------------------|-----------------|------------------|---------|---------|
| | Автомобильный | Железнодорожный | Морской и речной | | |
| Бензин | 4236175 | 39851 | 9915 | 4285941 | |
| Диз.топливо | 1490000 | 713600 | 323275 | 2523875 | |
| Сжиженный нефтяной газ | 38777 | 2741 | - | 41518 | |
| Сжатый природный газ | 161498 | 2023 | 12571 | 176092 | |
| Керосин | 171 | 1021 | 161 | 1353 | |
| Др. виды топлива | 174 | - | 128747 | 128921 | |
| Сумма | т | 5926795 | 756236 | 474669 | 7157700 |
| | % | 83,0 | 10,5 | 6,5 | 100,0 |

Таблица 2 – Выбросы основных вредных веществ разными отраслями транспорта Украины

| Выбросы вредных веществ | | Отрасль транспорта | | | Вместе |
|-------------------------------|---|--------------------|-----------------|------------------|---------|
| | | Автомобильный | Железнодорожный | Морской и речной | |
| CO | т | 1452477 | 33578 | 15453 | 1501508 |
| | % | 96,7 | 2,2 | 1,1 | 100 |
| C _m H _n | т | 273644 | 6998 | 3838 | 284480 |
| | % | 96,2 | 2,46 | 1,34 | 100 |
| NO _x | т | 130125 | 16233 | 30429 | 176787 |
| | % | 73,6 | 9,2 | 17,2 | 100 |

Таблица 3 – Динамика изменения автомобильного парка Украины по типам транспортных средств, тыс.ед.

| Тип транспорта | Годы | | | | | | Состав % |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | |
| Грузовые | 1103,9 | 1136,0 | 1144,1 | 1152,3 | 1128,2 | 1118,7 | 16,8 |
| Автобусы | 134,4 | 136,9 | 141,8 | 144,4 | 140,2 | 143,5 | 2,2 |
| Легковые | 4736,0 | 4801,9 | 4877,8 | 5068,6 | 5109,6 | 5168,9 | 77,9 |
| Специальные | 278,7 | 264,4 | 249,5 | 242,5 | 225,1 | 207,6 | 3,1 |
| Вместе | 6253,0 | 6339,2 | 6413,2 | 6607,8 | 6603,1 | 6638,7 | 100,0 |

В индустриальных мегаполисах автомобили личного пользования из предметов роскоши переходят в разряд необходимых средств передвижения, что видно из данных таблицы 4 на примере города Донецка.

Таблица 4 – Динамика роста парка легковых автомобилей в Донецке

| Годы | Количество легковых автомобиле, тыс. шт. |
|------|--|
| 2000 | 157,1 |
| 2003 | 224,3 |
| 2005 | 310,7 |
| 2010 | 465,2 |

Авторами также сделан прогноз численности автомобилей на 2010 год, из предположения, что практически каждая семья будет иметь в пользовании собственный автомобиль. В расчетах учитывалась тенденция, характерная как для города Донецка так и для

области в целом, - уменьшение численности населения вследствие увеличения смертности и уменьшения рождаемости.

Естественно, что резкое увеличение числа различных видов транспорта, в т.ч. и легкового, увеличивает количество выбросов отработанных газов в атмосферу. Известно, что эти газовые компоненты, не говоря уже о канцерогенах и тяжелых металлах, влияют, в первую очередь, на дыхательную систему человека.

Выполненные расчеты ежегодного количества выбросов вредных веществ в отработанных газах легковых автомобилей и соответственные величины социально-экономического ущерба, позволяют проанализировать вклад в загрязнение атмосферного воздуха города.

Для расчета количества выбросов загрязняющих веществ была использована формула:

$$Q_i = Q_t \times V_i, \quad (1)$$

где Q_t – количество топлива, которое сгорело, т/год;

V_i – удельное количество выбросов при сжигании 1 т бензина, т/т.

Результаты расчетов приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Динамика выбросов основных загрязняющих компонентов в отработанных газах автомобилей и величина социально-экономического ущерба

| Годы | Основные вредные вещества, т/год | | | Величина социально- экономического ущерба, грн. |
|------|-------------------------------------|-----------------|--------|---|
| | СО | NO ₂ | СmHn | |
| 2000 | 16784,4 | 1118,9 | 2797,4 | 1410736,188 |
| 2003 | 23907,6 | 1593,8 | 3984,6 | 2009481,085 |
| 2005 | 33568,2 | 2237,88 | 5594,7 | 2821519,104 |
| 2010 | 167844 | 11189,6 | 27974 | 14107847,68 |

Прогнозируемый социально-экономический ущерб в период 2005-2010 годы возрастет приблизительно в 5 раз. На основании анализа полученных данных, можно сделать вывод о том, что в условиях устойчивого развития города действующие и перспективные социально-экономические программы, учитывая расширение и модернизацию промышленной и транспортной инфраструктуры, в первую очередь, должны быть направлены на обеспечение роста индекса человеческого развития на основе баланса между увеличивающимися потребностями жителей и интересами в области охраны окружающей среды.

УДК 628. 384. 1

ПРИМЕНЕНИЕ ФИЛЬТРОВАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ СБРОСА ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДОЕМЫ

Высоцкий С.П., Коновальчик М.В.

(АДИ ДонНТУ, Горловка, Украина)

Рассмотрено: разнообразные конструкции фильтров, которые используются для обезвоживания осадков. Показано, что использование ленточных фильтров дает ряд существенных преимуществ, особенно для небольших производств. Предложены методы расчета этих фильтров.

В оборотных циклах промышленных предприятий образуется значительное количество взвешенных веществ. Последние образуются также в процессе предочистки воды в отстойниках и осветлителях. Как правило, указанные загрязнённые воды в виде продувки оборотных циклов, а также после осветлителей сбрасываемые в поверхностные водоемы, вызывают их деградацию.

На некоторых предприятиях СНГ используются барабанные вакуум-фильтры для обезвоживания шлама продувочных вод. Эти фильтры являются достаточно громоздкими и неудобными в обслуживании. Это обусловлено в первую очередь тем, что барабанные вакуум-

фильтры предназначены для обезвоживания относительно концентрированных потоков с большими расходами.

С развитием в нашей стране малого предпринимательства, возникает необходимость применения относительно простых в обслуживании малогабаритных устройств. Такие устройства необходимы, например, в сельском хозяйстве при производстве некоторых продуктов широкого применения. За рубежом эти фильтры находят широкое применение в фармацевтической промышленности и при необходимости ограничения контакта обслуживающего персонала с полученными продуктами.

За рубежом в последние 2-3 года разработаны фильтры относительно низкой производительности, предназначенные для обезвоживания шлама, получаемого из сточных вод.

Перспективной конструкцией является складывающийся ленточный фильтр фирмы Dayco Ltd (Австралия), который может эксплуатироваться при переменном потоке суспензии и без вмешательства оператора. Ленточный фильтр образует при складывании его пополам V – образную полость, в которую поступает суспензия шлама. Такой фильтр может найти применение для стоков водоподготовительных установок винных заводов, кожевенных производств, заводов пищевой промышленности, а также стоков типографий, производства чернил и др.

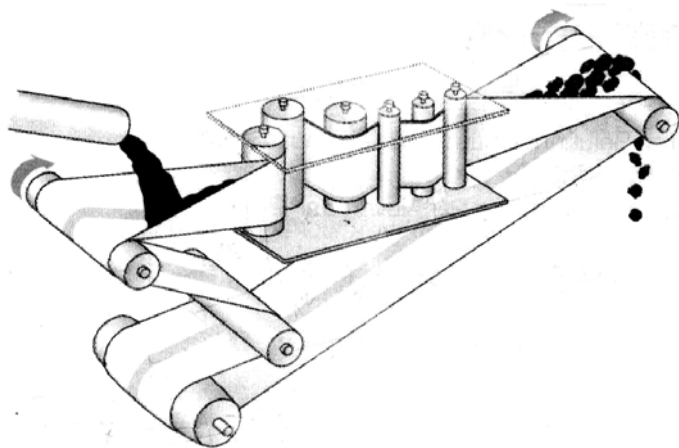


Рисунок 1. Схема устройства и работы складывающегося ленточного фильтра

V – образный ленточный фильтр способен производить легко удаляемый кек. Преимуществом такого фильтра является то, что он имеет достаточно простую конструкцию (рис.1), и неприхотливость к составу водных суспензий. Складывающийся (V – образный) ленточный фильтр состоит из бесконечной ленты конвейера, которая складывается по длине, проходя через серию роликов. Под действием роликов формируется клиноподобная (V – образная) полость, которая способна удерживать жидкие растворы для последующего обезвоживания под действием сил тяжести и давления валиков.

Складывающийся ленточный фильтр отличается от других фильтров тем, что имеет единственную ленту, которая сделана из стандартной фильтрующей ткани с укрепленной центральной частью – линией по которой он складывается. Поступивший в V – образную полость осадок сжимается между сторонами фильтрующей ткани, так как проходит через серию вертикальных роликов. После прохождения через серию роликов лента раскрывается для выгрузки полученного кека, который пластинчатым ножом удаляется с ленты и поступает в сборочный бункер. Затем лента направляется вокруг роликов и проходит водную отмывку струями воды с обеих сторон. Это обеспечивает необходимую чистоту фильтрующей поверхности перед поступлением ее в рабочую зону фильтрации. В некоторых случаях прошедшая повторную обработку вода может быть использована для промывки ленты, но поскольку расход воды небольшой, то возможно также использование водопроводной воды.

Комбинация вертикальных и горизонтальных роликов делает ленту самокорректирующейся, поэтому отсутствует необходимость трассировки для ленты. Фильтр имеет простое проектное решение: регулятор скорости ленты (обычно 2-5 м/мин); расход энергии незначителен (0,37 кВт) [1]. Лента фильтра является основным изнашиваемым компонентом и редко нуждается в замене.

Как все обезвоживающие устройства, производительность V – образного складчатого фильтра зависит от состава и качества раствора жидких отходов. Расход подаваемой суспензии

составляет до 1500 л/ч, а производительность установки по отфильтрованному кеку до 300 л/ч, в зависимости от условий эксплуатации.

Процесс замены требует затрат времени около 45 мин.

Имеется положительный опыт применения таких фильтров в Австралии при производстве водных чернил. На данном производстве сточные воды обрабатывались коагулянтами (полиэлектрорлит и антивспениватель), чтобы флокулировать чернила. Последние отделялись за счет воздушной флотации. В результате обработки образуется чистая вода и чернильный (сконцентрированный) жидкий раствор.

При расчете складывающегося V – образного фильтра необходимо учитывать скорость движения ленты (фильтрующей ткани), её проницаемость (фильтрующую способность) и площадь фильтрующей поверхности. Площадь фильтрующей поверхности зависит от расхода подаваемого раствора. Поэтому при расчете производительности фильтра следует учитывать площадь фильтрации и скорость движения ленты. Время нахождения ленты в зоне фильтрации можно определить по формуле:

$$\tau_{ос} = \frac{L}{V_L}, \quad (1)$$

где L – длина фильтрующей части ленты в зоне фильтрации, м;

V_L – скорость движения ленты, м/мин.

Время фильтрации определяется формулой:

$$\tau_{\phi} = \frac{\delta + t'}{V_{\phi}}, \quad (2)$$

где δ – толщина ленты, м;

t' – толщина осадка, м;

V_{ϕ} – скорость фильтрации, м³/м² мин.

Очевидно, при стабильном режиме работы установки время нахождения ленты в зоне фильтрации должно быть равно времени фильтрации ($\tau_{\phi} = \tau_{ос}$). Эта посылка справедлива при условии, что основная масса жидкости удаляется за счет фильтрации, а масса жидкости, удаляемая валками относительно не велика

$$\frac{\delta + t'}{L} = \frac{V_{\phi}}{V_L}, \quad (3)$$

Исходя из этого выражения можно определить размеры ленточного V – образного фильтра, которые будут определяются параметром L . Для определения основных размеров фильтра необходимо определить скорость фильтрации V_{ϕ} , исходя из практических данных о расходе шлама (1000 л/ч), количестве твердых веществ (5%) в нем и влажности получаемого кека ($\approx 80\%$).

Исходя из этого при известном количестве взвешенных (твердых) веществ в подаваемой суспензии (5%), массовое количество воды – 950 кг/ч, твердых веществ – 50кг/ч. При влажности кека (80%) в кек поступает 200 кг/ч воды, соответственно расход чистого фильтрата будет составлять 750 л/ч (12,5 л/мин). Принимаем, что размеры фильтрующей полости ленты (площади фильтрации) составляют равносторонний треугольник, тогда при ширине ленты 0,5 м, площадь фильтрации буде равна 0,11 м², откуда скорость фильтрации в пересчете на 1 м², будет составлять:

$$V_{\phi} = \frac{0,0125}{0,11} = 0,116 \text{ м}^3/\text{м}^2 \text{ мин},$$

Из формулы (3) получаем:

$$L = \frac{(\delta + t') \cdot V_L}{V_\phi}, \text{ м.} \quad (4)$$

$$L = \frac{(0,002 + 0,008) \cdot 5}{0,116} = 0,43 \text{ м.}$$

Аналогично проводится расчет и при иной площади фильтрации, при учете скорости движения ленты ($V_L = 2-5$ м/мин). Основные параметры процесса фильтрации при разной ширине фильтрующей ленты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные параметры процесса фильтрации при разной ширине фильтрующей ленты

| Параметр | Единица измерения | Численное значение | | |
|-------------------------------|------------------------------------|--------------------|------|-------|
| Ширина ленты | м | 0,5 | 0,6 | 0,8 |
| Скорость фильтрации | м ³ /м ² мин | 0,116 | 0,08 | 0,045 |
| Длина ленты в зоне фильтрации | м | 0,43 | 0,5 | 0,67 |

Значение длины L, определенное по расчетным формулам, во всех случаях совпадает с высотой равностороннего треугольника.

Из приведенных данных видно, что значение параметра L, а значит и размер фильтра, зависит от скорости движения ленты и площади фильтрации и, как следствие, скорости фильтрации. В данной работе показано, что при высокой скорости движения ленты и относительно небольшой площади фильтрации, размеры фильтра будут минимальные (в случае полости в виде равностороннего треугольника). Применение такого компактного фильтра возможно во многих отраслях промышленности, особенно в мелкомасштабном производстве. Получаемый после фильтрации кек может сразу же отправляться на переработку или использование на других производствах.

Складывающиеся ленточные фильтры, которые наиболее полно рассмотрены в данной работе, могут успешно использоваться в различных технологических процессах. При этом эффективно решаются задачи охраны окружающей среды при относительно невысоких затратах на обезвоживание осадка.

Литература

1. Paul Day. Innovative belt filter press takes the hard work out of sludge dewatering // Filtration + Separation. – 2000. - №9. – P. 18-20.
2. John Kossik. Small scale continuons cake filtration using the disposable rotary drump filter // Filtration + Separation. 2003. - №10. – P. 26-27.
3. Brant Henriksson. Focus on separation in the mining industry // Filtration + Separation. – 2000. - №9. – P.26-29.
4. Збірник наукових праць Луганського національного університету. Серія: Технічні науки. – Луганськ: Видавництво ЛНАУ, 2004. -№32(44). -117с.
5. Справочник химика. Т. 5 Сырье и продукты промышленности неорганических веществ. Процессы и аппараты. Коррозия. Гальванотехника. Химические источники тока / Под. ред. Никольского Б.П. – М.: Химия, 1968. – С. 497-509.
6. Шепелев И.Г. Оборудование коксохимических заводов. – М: Металлургия, 1966. – 104 – 119.

УДК 628.105+541.18.045+541.67

ЗНИЖЕННЯ СКИДІВ ЗАСОЛЕНИХ СТОКІВ ПРИ ЗНЕСОЛЕННІ ВОДИ

Висоцький С.П., Фаткуліна Г.В., Коновальчик М.В.

(АДІ ДонНТУ, Горлівка, Україна)

Розглянуті можливості впровадження систем очищення води з виключенням скидів засолених стоків із застосуванням концентраторів солей на основі мембранних апаратів.

Визначена оптимальна конфігурація та робочий тиск перед мембранними апаратами при знесоленні води високої мінералізації.

У вітчизняній практиці на багатьох енергетичних та хімічних підприємствах широко використовуються іонітні технології знесолення води. Ці технології конкурентноздатні при малій та середній мінералізації води.

Враховуючи поступове підвищення солевмісту поверхневих вод, обумовлене антропогенною дією на навколишнє середовище, область раціонального використання вказаних технологій скорочується.

При іонітній технології знесолення води маса солей, що надходять в навколишнє середовище приблизно в 3 рази більше кількості солей після іонітних технологій знесолення.

Комбінування схем: зворотній осмос – фільтри змішаної дії дозволяє суттєво покращити економічні та екологічні показники роботи технологічних схем знесолення води. Особливістю мембранних технологій знесолення води є відносно великий об'єм води, що скидається з продувочною водою – концентратом з камер реагентата.

За допомогою програми ROSA виконані розрахунки процесу концентрування солей в мембранних апаратах з рециркуляцією потоку концентрату для зменшення об'єму концентрату та відповідного зменшення навантаження на найбільш дорогі процеси з фазовим переходом. Основні показники процесу показані на рис. 1 та табл. 1 і табл. 2.

Відповідно до наведених даних, підключення мембранного концентратора дозволяє значно скоротити витрати продувочної води з 25 до 6,25 % на кожні 100 т знесоленої води.

При цьому загальний вихід перміату збільшується до 93,75 %. Параметри процесу концентрування розсолу, одержаного при знесоленні шахтної води, наведені в таблиці 3.

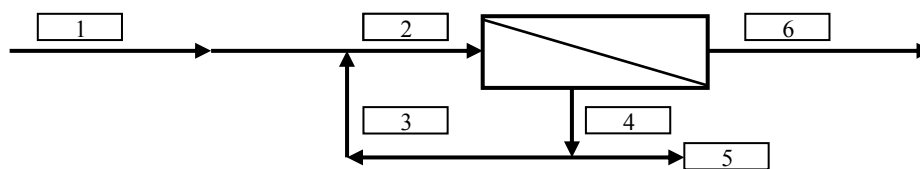


Рисунок 1. Технологічні параметри концентрування розсолу після зворотньоосмотичного знесолення води (назви позицій та параметри потоків наведено у табл. 1)

Таблиця 1 – Основні параметри потоків мембранної установки

| Потік | Назва потоку | Витрата, м ³ /год | Тиск, бар | Солевміст, мг/л |
|-------|-------------------------------|------------------------------|-----------|-----------------|
| 1 | Вхідний потік | 25,00 | 0,00 | 5602 |
| 2 | Вхідний потік з рециркуляцією | 45,00 | 20,75 | 12927 |
| 3 | Рециркуляція | 20,00 | 19,74 | 22138 |
| 4 | Розсол (сумарний потік) | 26,25 | 19,74 | 22138 |
| 5 | Розсол | 6,25 | 19,74 | 22138 |
| 6 | Перміат | 18,75 | - | 31 |
| 6/1 | Вихід, % | | | 75 |

Зміна конфігурації підключення корпусів зворотньоосмотичних апаратів дозволяє гнучко регулювати продуктивність обладнання за рахунок зміни виходу перміату. При цьому при однаковій продуктивності можна досягти значної економії електричної енергії.

Для впровадження систем очищення води з виключенням скидів засолених стоків необхідне використання зворотньоосмотичних систем концентрування солей з застосуванням мембран для вод високої мінералізації.

Зменшення об'ємів стічних вод, які направляються на апарати з фазовим переходом, може бути виконано за рахунок знесолення концентратів зворотньоосмотичного обладнання з рециркуляцією розсолів. Для більш ефективного процесу концентрування співвідношення

рециркулююмого розчину по відношенню до кількості води, що надходить повинне складати 1:1.

Таблиця 2 – Деталізація даних по процесу концентрування

| Параметр | Значення | Одиниця вимірювання |
|---|------------|------------------------|
| Вхідний потік з рециркуляцією | 45,00 | м ³ /год |
| Потік оброблюємої води | 25,00 | м ³ /год |
| Вхідний тиск | 20,75 | бар |
| Коефіцієнт забруднення мембран | 0,85 | |
| Дозування реагента (100% H ₂ SO ₄) | 229 | мг/л |
| Загальна фільтруюча площа елементів | 892 | м ² |
| Витрата перміату | 18,7 | м ³ /год |
| Вихід, % | 75 | % |
| Температура води | 25,0 | °C |
| Солеміст | 5556 | мг/л |
| Кількість елементів | 24 | шт. |
| Середній потік крізь елемент | 21 | л/м ² год |
| Осмотичний тиск: | | |
| вхідний | 2,23 | бар |
| тиск розсолу | 8,11 | бар |
| Середній | 5,17 | бар |
| Середній на корпуси | 13,6 | бар |
| Витрати електроенергії: | 30,5 | кВт |
| -загальні | | |
| -питомі | 1,63 | кВт·год/м ³ |
| Тип води | Концентрат | |

При цьому, при знесоленні води з вихідною мінералізацією 2 г/л (типової для шахтних вод) кількість води, яка скидається в апарати з фазовим переходом, може бути зменшена до 3,75% при $C_{\max} = 20$ г/л. Збільшення рівня рециркуляції по відношенню до вхідного потоку призводить до збільшення витрат електроенергії приблизно в 1,3 рази.

При знесоленні води з мінералізацією 2 г/л оптимальна конфігурація може бути виконана наступним чином: $n \times 6 / 0,6n \times 6$ або $1,5(n \times 4 / 0,6n \times 4)$ для однакової продуктивності обладнання (n – кількість корпусів апаратів)

Таблиця 3 – Концентрація іонів в потоках

| Концентрація іонів в потоках, мг/л | | | | | |
|------------------------------------|---------------------------|--------------------|--------------------|--------|---------|
| Параметр | Кількість у вихідній воді | Скорегований потік | | Розсол | Перміат |
| | | Вихідний | Після рециркуляції | | |
| Na | 744 | 744 | 1726 | 2953 | 8,85 |
| Mg | 380 | 380 | 887 | 1520 | 0,59 |
| Ca | 468 | 468 | 1091 | 1870 | 0,71 |
| CO ₃ | 13,8 | 0,01 | 0,06 | 0,26 | 0,00 |
| HCO ₃ | 331 | 74 | 171 | 293 | 3,42 |
| NO ₃ | 1,62 | 1,62 | 3,68 | 6,24 | 0,09 |
| Cl | 723 | 723 | 1672 | 2858 | 11,78 |
| SO ₄ | 2915 | 3139 | 7318 | 12541 | 5,50 |
| SiO ₂ | 25,00 | 25,00 | 57,6 | 98,2 | 0,66 |
| CO ₂ | 1,75 | 196 | 196 | 196 | 194,7 |
| TDS | 5602 | 5556 | 12927 | 22138 | 31,60 |

Оптимальний тиск води, що поступає на вхід установки, для сучасних цін на електроенергію та на мембранні апарати становить приблизно 14 бар.

Таким чином, впровадження зворотньоосмотичних технологій із знесоленням води та концентруванням розсолів дозволяє значно скоротити загальний обсяг скидних розчинів, а також значно підвищити конкурентноздатність комбінованих схем знесолення води: зворотній осмос – іонний обмін (в ФЗД).

Список літератури

1. Брик М. Т. Питна вода і мембранні технології (огляд) // Національний ун-т "Кієво-Могилянська академія": Наукові записки. - К., 2000. - Т.18: Хімічні науки. - С.4-24.
2. Высоцкий С.П. Мембранная и ионитная технологии водоподготовки в энергетике. – К: Техника, 1989. – 176с.

УДК 669.054.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУХИХ МЕТОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ДИСПЕРСНЫХ ЖЕЛЕЗОГРАФИТСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИИ.

Пустовалов Ю.П.¹, Поздняков В.С.¹, Сагиров И.В.²
(ООО «КАМИТ»¹, АМИ², Мариуполь, Украина)

В связи с повышением объемов производства в Украине, а также вследствие уменьшения запасов природных ископаемых, все большее значение приобретают вопросы переработки отходов производства. Одними из крупнотоннажных отходов производства являются железографитсодержащие отходы металлургии (ЖГСО).

При транспортировке чугуна от доменных печей к сталеплавильным агрегатам и при его переливах происходит выделение пылевидных загрязняющих окружающую среду отходов, содержащих графит, железо и примеси (1,2). В Украине ежегодно образуются десятки тысяч тонн дисперсных железографитсодержащих отходов металлургии (ДЖГСО), поэтому проблемы их сбора и переработки являются актуальными.

Свойства графитов, образованных в разное время в одном и том же месте стабильны – меняется содержание примесей, а структура и свойства выделенных графитов сходны (3).

В настоящее время известно достаточно много работ, в которых представлены свойства и пути переработки ЖГСО, выделяющихся при переливах чугуна (скрапов и спелей). Одни направления их переработки направлены на выделение графита (4,5), другие – на комплексное использование составляющих ДЖГСО при изготовлении композиционных материалов (6).

В порошках ДЖГСО имеются частицы, имеющие различные физические свойства и химический состав:

- немагнитные частицы графита, шлаков, и некоторых оксидов железа, композиции, содержащие в одной частице графит и немагнитные оксиды железа – FeO и α -Fe₂O₃.
- магнитные частицы (Fe), (Fe₃O₄) и (γ -Fe₂O₃), а также композиции, содержащие в одной частице с графитом железо и/или магнитные оксиды железа.

В свою очередь частицы, содержащие только железо и его оксиды, могут иметь магнитные свойства от немагнитных до ферромагнитных.

Доля частиц, которые совсем не содержат магнитных составляющих, невелика – подавляющее большинство графитовых частиц содержит внутри или на поверхности частиц магнитную составляющую (7). Обе составляющие обычно находятся в пределах одной частицы, хоть и в различных пропорциях, что определяет как сходство в наличии магнитных свойств, так и различие в количественной характеристике величины магнитных свойств отдельной частицы. При разделении ДЖГСО на магнитном сепараторе с использованием мощных магнитов выход магнитной фракции может достигать до 98%. (8).

Предварительные лабораторные исследования показали возможность извлекать из ДЖГСО значительную часть графита без применения флотации, путем разделения частиц по размеру, магнитным, аэродинамическим свойствам, а также с дополнительным применением механических воздействий с целью разделения некоторых частиц на составляющие. Например,

при аэросепарации в одну фракцию попадают частицы с различными размерами частиц и разной зольностью, но с одинаковой скоростью витания. Существенное влияние на результат оказывает и последовательность проведения отдельных операций.

Все фракции, полученные при переработке ДЖГСО по предлагаемой технологической схеме могут использоваться в качестве готовой продукции или в качестве сырья для других производств. Продуктом переработки являются товарные марки графитов. Побочные продукты процесса выделения графита из ДЖГСО представляют собой смеси с высоким содержанием железа и могут использоваться для создания композиционных материалов или в качестве сырья для металлургии.

Комбинацией сухих методов обогащения нам удалось в лабораторных условиях получить образцы графитов с содержанием золы от 3 до 10%.

Как показывает анализ результатов проведенных экспериментов, при использовании сухих методов обогащения графита можно получать товарные марки графитов ГТ-1, 2 по ГОСТ 4596-75, ГЛ-1, 2, 3 по ГОСТ 5279-74, ГЭ-1, 2 по ГОСТ 7478-75 при степени извлечения углерода выше 50%. Образующиеся при этом побочные продукты не являются отходами производства, т.к. могут быть использованы в качестве сырья для других производств. Оборудование для сухого обогащения графита имеет более низкое энергопотребление, чем используемое для флотации. При этом существенным является и то, что товарные графиты и побочные продукты, полученные по нашей технологии сухого обогащения графитов из ДЖГСО не требуют сушки, что делает технологию энергосберегающей.

Наиболее перспективным применением графитов является их дальнейшая глубокая переработка термически расширенный графит (ТРГ). В настоящее время развиваются два основных направления использования ТРГ – в качестве сорбента для сбора нефтепродуктов с поверхности воды и для производства прокладок и уплотнений прессованием или прокаткой без связующего. Кроме того, ТРГ является эффективным высокотемпературным теплоизолятором.

Сорбент ТРГ способен удерживать более 60 г нефтепродуктов на 1 г собственного веса и возвращать до 98% собранных нефтепродуктов методом отжима. Уплотнения и прокладки из ТРГ значительно превосходят по своим физико-техническим характеристикам асбестосодержащие аналоги.

Сырьем для получения ТРГ является крупночешуйчатый графит, например марки ГТ, поскольку технические характеристики ТРГ, получаемого из мелкодисперсных графитов, ниже.

Из крупночешуйчатого графита, полученного нами из ДЖГСО, были получены образцы сорбента ТРГ с насыпной плотностью от 2,5 до 7 кг/м³. ТРГ с плотностью 7 кг/м³ испытан в качестве сорбента нефтепродуктов. Этот материал способен собирать с поверхности воды более 60 г нефтепродуктов на 1 г собственного веса и имеет плавучесть больше 100 суток независимо от наличия или отсутствия на нем нефтепродуктов. На вальцах из образца было отжато более 95% собранного масла.

Из графитов, полученных обогащением ДЖГСО сухими методами, были получены образцы ТРГ, из них изготовили прессованием и успешно испытали уплотнения для герметизации фланцевых соединений паропроводов.

Эти же образцы ТРГ в насыпном виде или при незначительном уплотнении имеют теплопроводность незначительно отличающуюся от теплопроводности воздуха.

Использование предлагаемого нами подхода к обогащению ДЖГСО с использованием сухих методов вместо флотации интересно по нескольким причинам:

- расширяется номенклатура получаемых видов продукции;
- появляется возможность получения новых материалов с уникальным сочетанием технических характеристик;
- используется менее энергоемкое оборудование;
- в технологическом процессе не используется вода, что делает процесс ресурсосберегающим;

- устранение сушки из технологической цепи приводит к экономии энергии в сравнении с флотационным обогащением (при сушке флотоконцентрата от начальной влажности 40% до конечной – 1% затраты тепла превышают 0,5 кВт*ч на 1 кг влажного продукта).

Выводы

1. При использовании комплекса сухих методов обогащения ЖДГСО достигаются следующие преимущества:
 - расширение номенклатуры товарных графитов, получаемых из ДЖГСО.
 - возможность производить из ДЖГСО ТРГ-сорбент для сбора нефтепродуктов с поверхности воды при авариях и для других направлений использования.
2. Результаты опробования предложенной схемы переработки ДЖГСО в товарные марки графитов свидетельствуют о целесообразности освоения новой ресурсо- и энергосберегающей технологии.

Список литературы:

1. Шкавро В.Г. Пыль графита в черной металлургии. // Гигиена и санитария.- 1967. - № 1. – С. 105-107.
2. Доценко В.А., Пылегазовые выбросы миксеров металлургических заводов В.А.Доценко, Я.М.Левитасов, С.Б.Старк // Промышленная энергетика. – 1981. - № 10. – с. 41 – 43.
3. Термографенит из дисперсных железграфитовых отходов металлургии / Пустовалов Ю.П., Маслов В.А., Сагиров И.В., Соляник Н.Х. // Вісник Приазовського державного технічного університету.- 2005.- №15.- С 213-215.
4. Лобас М.Я. Промислове виробництво графіту та графітовмісних препаратів на Маріупольському графітовому комбінаті / М.Я.Лобас, М.В.Кабанов, В.О.Маслов. Хімічна промисловість України, 1994, ;4, с. 49-54.
5. Способ переработки шлако-графит-металлических отходов металлургического производства и устройство для его осуществления, Пат РФ №2139358 от 26.06.1996 г.
6. Способ получения магнитного электропроводного дисперсного материала. Пат.РФ № 2027547 приоритет 12.03.91, БИ № 3, 1995г, переоформлен на пат. Украины № 270983 25.07.94
7. Морфология и микроструктура частиц железграфитовых отходов металлургического производства / В.А.Маслов, Л.А.Трофимова, Ю.П.Пустовалов // Вісник Приазовського державного технічного університету.- 2002.- №12.- С. 71 – 75.
8. Толочко А.И. Утилизация пылей и шламов в черной металлургии / А.И.Толочко, В.И.Славин, Ю.М.Супрун и др. // Челябинск: Металлургия, Челябинское отделение, 1990.- 143 с.

УДК 669.1:622.78

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ УТИЛИЗАЦИИ ШЛАМОВ МАГНИТОГОРСКОГО МЕТКОМБИНАТА

Ростовский В.И., Кравченко А.В., Ростовский А.В., Ушакова М.В.

(ДонНТУ, МГИСиС, Донецк, Москва, Украина, Россия)

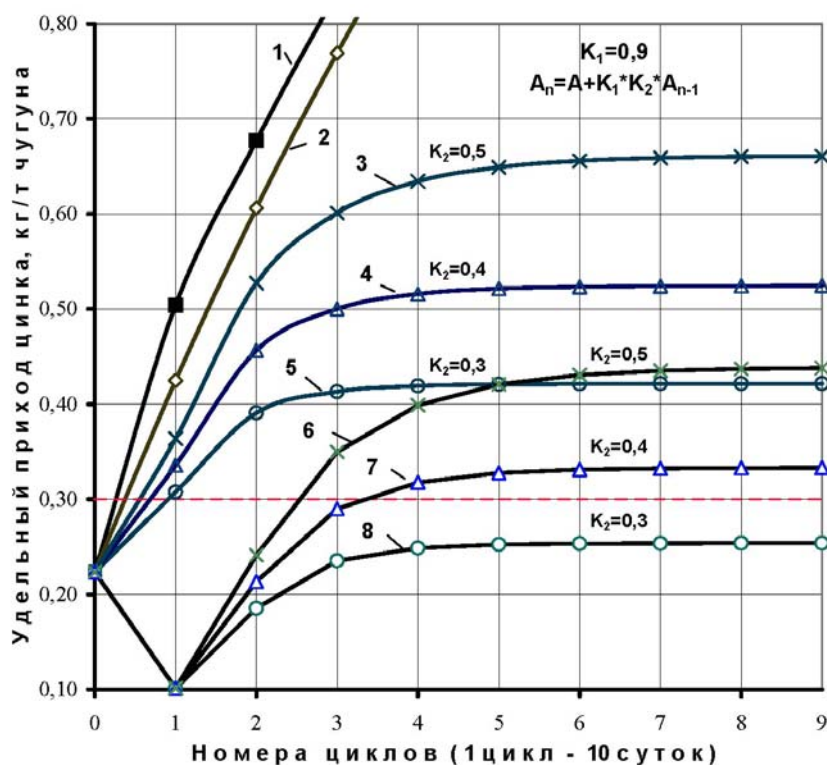
Рассмотрено состояние и перспективы образования, складирования и утилизации железо-цинксодержащих шламов и пылей на Магнитогорском меткомбинате. Особое внимание уделено проблеме накопления и вывода цинка из доменных печей, а также пирометаллургической возгонке цинка в агрегате электрококсовой плавки.

На Магнитогорском градообразующем меткомбинате сложилась сложная ситуация с утилизацией металлургических пылей и шламов основных переделов производства черных металлов, выход которых составляет около 1,5 млн. т/год. Если шламы аглофабрики, колошниковая и аспирационные пыли аглодоменного и конвертерного производства практически полностью используются в аглошихте, то шламы: конвертерные, мартеновские, нейтрализации и часть доменных в виде пульпы направляются в шламонакопители и гидрозолопородоотвалы, что существенно нарушает экологическое состояние г. Магнитогорска.

После вывода из эксплуатации мартеновского цеха будет введен в строй электросталеплавильный цех с двумя дуговыми печами емкостью по 180 т. Вопрос утилизации пылевыноса от этих печей, аналогично конвертерному цеху, также не решен, в основном, из-за повышенного содержания в нем цинка.

В настоящее время удельный приход цинка в доменные печи составляет 0,224 кг/т чугуна при предельно допустимом уровне 0,3 кг/т чугуна (рис. 1). Сброс 11,5 тыс. т тонкой фракции доменных шламов, в которых сосредотачивается основная масса цинка (50-70%), обеспечивает удельный приход цинка 0,224 кг/т чугуна. Если прекратить сброс этих шламов и организовать замыкание цикла «аглофабрика-доменный цех» [1], то будет прогрессирующее накопление цинка в доменных печах (кривая 2). Еще более прогрессирующее накопление цинка будет при вводе всех цинк содержащих шламов в аглошихту (кривая 1).

Если осуществить вывод тонкой фракции доменных шламов с коэффициентом рециркуляции цинка $K_2=0,3-0,5$ (кривые 3,4,5), то предельное насыщение по цинку составит 0,42-0,67 кг/т чугуна при начальном поступлении 0,224 кг/т чугуна.



1, 3-8 – вводятся все ЖСО; 2 – без дополнительных шламов.

Рис. 1 Динамика накопления цинка в доменных печах.

Для улучшения технико-экономических показателей доменной плавки и обеспечения требуемого предельно-допустимого уровня поступления цинка при полной утилизации шламов нами предлагается в течение одного цикла (10 суток) сбрасывать цинксодержащие шламы в шламонакопитель. При этом удельное поступление цинка достигнет 0,1 кг/т чугуна (рис. 1). Дальнейшее замыкание цикла с утилизацией всех отходов производства приведет к предельному накоплению цинка при $K_2=0,3-0,5$ всего 0,25-0,42 кг/т чугуна (кривые 6,7,8), что вполне удовлетворит требованиям доменного производства.

Реализация предложенной технологии вывода из цикла «аглофабрика-доменный цех» тонкой фракции доменных шламов, обогащенных цинком, и извлечение из них цинка в условиях магнитогорского меткомбината приведена на рис. 2.

На комбинате имеется корпус обезвоживания доменных и частично агломерационных шламов (вакуум-фильтрационная установка (ВФУ) производительностью до 400 тыс. т/год, который работает по традиционной технологической схеме: сгущение шламов, подаваемых от радиальных отстойников оборотного цикла доменного цеха, в трех сгустителях С-30Н; фильтрация на 12 дисковых вакуумфильтрах ДУ-100/2,5 и сушка кека шламов в трех сушильных барабанах диаметром 2,8 и длиной 20 м. Для дополнительного осветления слива от

сгустителей установлен радиальный отстойник диаметром 40 м, слив от которого поступает в заводской пруд, а шламы на корпус обезвреживания.

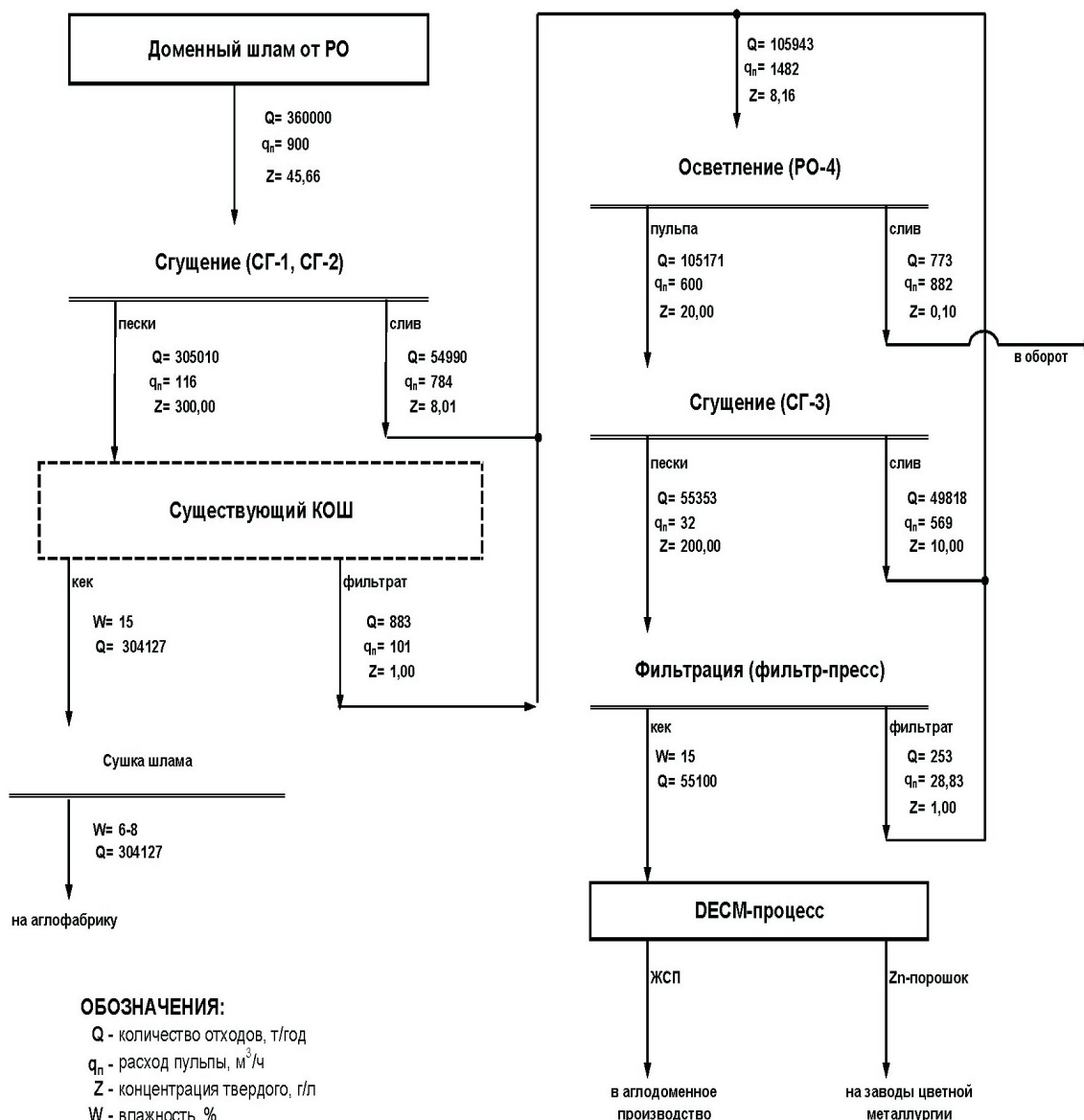


Рис. 2 Предлагаемая схема обезвреживания доменных шламов на ВФУ с извлечением цинка.

Совершенствование вышеприведенной технологической схемы на существующем оборудовании корпуса обезвреживания позволит выделять цинксодержащую тонкую фракцию доменных шламов, которую после сгущения направлять на фильтрование до влажности 15% на дополнительно установленном фильтр-прессе.

Извлечение цинка из кека шламов предлагается осуществлять в агрегате электрококсовой плавки по ДЕСМ-процессу [2,3]. После этого агрегата цинковый порошок будет отправляться на заводы цветной металлургии, а железосодержащий продукт – в аглодомное производство.

На комбинате кроме вышеприведенных железосодержащих шламов образуется 4,3 тыс. т/год шлама нейтрализации прокатных цехов, который в виде пульпы (50-100 м³/ч) сбрасывается в шламонакопитель и отработанный карьер. Пульпу этого шлама предлагается утилизировать при грануляции доменных шлаков взамен воды, расход которой составляет до 200 м³/ч.

Реализация вышеприведенных схем позволит Магнитогорскому меткомбинату существенно повысить экологическую безопасность производства за счет полной комплексной утилизации пылей и шламов доменного, сталеплавильного и прокатного производства.

Список литературы:

1. Клягин Г.С., Ростовский В.И., Кравченко А.В., Ушакова М.В. Вывод цинка из цикла «аглофабрика- доменная печь» и утилизация цинксодержащих шламов. // Труды международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию КГГМК «Криворожсталь» «Теория и практика производства чугуна», г. Кривой Рог, 2004, с.576-580.
2. Ростовский А.В., Ушакова М.В., Чижиков А.Г. Опыт эксплуатации опытно-промышленного комплекса по переработке металлургических шламов. Экологические проблемы промышленных мегаполисов: Материалы международной научно-практической конференции. В 2-х томах. Т.2 – Донецк: ООО «Лебедь» 2004. – с. 109-114.
3. Ушакова М.В., Ростовский А.В., Ростовский В.И. Утилизация металлургических шламов на базе DECM-процесса // Рынок вторичных металлов. № 3/24, 2004, с.28-29.

УДК 504.064.4; 658,567

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДИФФУЗИИ УГЛЕВОДОРОДОВ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ НЕФТИ, ПРИ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ОЧИСТКЕ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОКОВ ХЛОРИСТЫМ МЕТИЛЕНОМ

Иванов Д.А., Волчек А.М.

(МГУИЭ, Москва, Украина)

Предлагается способ определения коэффициентов диффузии углеводородов, входящих в состав нефти, при экстракционной очистке нефтесодержащих стоков хлористым метиленом в зависимости от молекулярной массы нефтепродукта и класса углеводородов.

Задача очистки сточных вод, содержащих растворенные в них нефтепродукты, представляет актуальную экологическую проблему современности.

Одним из основных источников загрязнений водоёмов нефтепродуктами являются предприятия нефтеперерабатывающей промышленности. Сегодня, когда к процессам нефтедобычи и нефтепереработки предъявляются высокие требования экологической безопасности, требуются новые подходы к действующим и строящимся нефтедобывающим и нефтеперерабатывающим объектам. Все крупные нефтедобывающие компании стремятся повысить уровень и культуру производства, уделяя при этом особое внимание к вопросам охраны окружающей среды. Так, на выполнение мероприятий по обеспечению экологической безопасности в 2004 году Группой «ЛУКОЙЛ» освоено около 8,2 млрд.руб., в т.ч. инвестиции в объекты природоохранного назначения составили более 4,5 млрд.руб., компания «ТНК-ВР» ежегодно выделяет на решение проблем экологии и промышленной безопасности около 180 млн. долларов. Однако, не смотря на все это, проблема очистки сточных вод существует практически на всех объектах нефтедобычи и нефтепереработки, даже совсем небольших. В качестве альтернативы к существующим способам очистки нефтесодержащих сточных вод предлагается использовать экстракцию органическим растворителем. В качестве экстрагента используется хлористый метилен.

Технология экстракционной очистки сточных вод включает три основных операции:

- а) смешение сточной воды с органическим растворителем в условиях максимального развития поверхности соприкосновения этих жидкостей (поверхности раздела фаз);
- б) возможно более полное и быстрое разделение жидкостей после экстракции;
- в) удаление и регенерация растворителя из водной и органической фаз.

Экстракция – это массообменный процесс. Об эффективности процесса экстракционной очистки сточных вод и о возможности его интенсификации можно судить по коэффициентам массоотдачи дисперсной фазы и дисперсионной среды, которые, в свою очередь, зависят от коэффициентов диффузии распределяемого вещества в капле и среде. В случае экстракционной очистки сточных вод от нефтепродуктов дисперсной фазой является органический растворитель, дисперсионной средой – вода, распределяемым веществом – нефтепродукты.

Существует множество теорий, позволяющих рассчитать коэффициенты диффузии в системе жидкость – жидкость. Одна из широко используемых корреляций для определения

коэффициента диффузии является метод Вильке – Ченга:

$$D_{AB}=7,4 \cdot 10^{-8} \cdot (\Phi M_B)^{0,5} \cdot T / \eta_B \cdot V_A^{0,6} \quad (1)$$

где D_{AB} – коэффициент взаимной диффузии растворённого вещества А в растворителе В при низкой концентрации А, $\text{см}^2/\text{с}$; M_B – молекулярная масса растворителя; T – температура, К; η_B – вязкость растворителя В, сП; V_A – мольный объём растворённого вещества А при его нормальной температуре кипения, $\text{см}^3/\text{моль}$; Φ – параметр ассоциации растворителя В, безразмерный.

Значение V_A определяется с использованием аддитивных объемов по методу Ле Ба.

Вильке и Ченг рекомендуют принимать значение Φ равным 2,6 для воды в качестве растворителя, 1,9 для метилового спирта, 1,5 для этилового спирта и 1,0 для неассоциированных растворителей. Эти авторы проверили 251 систему растворенное вещество – растворитель; средняя погрешность расчетов составляет около 10 %. [1]

Основная трудность, возникающая при определении коэффициентов диффузии в случае экстракционной очистки сточных вод от нефтепродуктов, является отсутствие информации о химическом составе загрязнения. Предположения о возможном характере загрязнения сточных вод нефтепродуктами можно сделать на основании сведений о химическом составе нефти.

В химическом отношении нефть – сложная смесь углеводородов и углеродистых соединений. Она состоит из следующих основных элементов: углерод (84-87%), водород (12-14%), кислород, азот, сера (1-2%). Содержание серы может достигать до 3-5%. В нефтях выделяют следующие части: углеводородную, асфальто-смолистую, парафирины, серу и зольную. В каждой нефти имеется растворенный газ, который выделяется, когда она выходит на земную поверхность. Главную часть нефтей составляют углеводороды различные по своему составу, строению и свойствам, которые могут находиться в газообразном, жидком и твердом состоянии. В зависимости от строения молекул они подразделяются на три класса – парафиновые, нафтеновые и ароматические. Но значительную часть нефти составляют углеводороды смешанного строения, содержащие структурные элементы всех трех упомянутых классов. Строение молекул определяет их химические и физические свойства. Количество атомов углерода в молекулах парафиновых углеводородов превышает количество атомов водорода в 2 раза, с некоторым постоянным во всех молекулах избытком, равным 2. Иначе говоря, общая формула углеводородов этого класса C_nH_{2n+2} . Парафиновые углеводороды химически наиболее устойчивы и относятся к предельным углеводородам. В зависимости от количества атомов углерода в молекуле углеводороды могут принимать одно из трех агрегатных состояний. Например, если в молекуле от одного до четырех атомов углерода ($CH_4 - C_4H_{10}$), то углеводороды представляют собой газ, от 5 до 16 ($C_5H_{12} - C_{16}H_{34}$) – это жидкие углеводороды, а если больше 16 ($C_{17}H_{36}$ и т.д.) – твердые. Таким образом, парафиновые углеводороды в нефти могут быть представлены газами, жидкостями и твердыми кристаллическими веществами. Нафтеновые (алициклические) углеводороды имеют циклическое строение, их формула - C_nH_{2n} . В нефти содержатся преимущественно нафтены, состоящие из пяти или шести групп CH_2 . Все связи углерода и водорода здесь насыщены, поэтому нафтеновые нефти обладают устойчивыми свойствами. По сравнению с парафинами, нафтены имеют более высокую плотность и меньшую упругость паров и имеют лучшую растворяющую способность. Ароматические углеводороды (арены) представлены формулой C_nH_n , наиболее бедны водородом. Молекула имеет вид кольца с ненасыщенными связями углерода. Простейшим представителем данного класса углеводородов является бензол C_6H_6 , состоящий из шести групп CH . Для ароматических углеводородов характерны большая растворимость, более высокая плотность и температура кипения.

Свойства нефти определяют направление ее переработки и влияют на продукты, получаемых из нефти, поэтому существуют различные виды классификации, которые отражают химическую природу нефтей и определяют возможные направления переработки. Например, в основу классификации, отражающей химический состав, положено преимущественное содержание в нефти какого-либо одного или нескольких классов углеводородов. Различают нафтеновые, парафиновые, парафино-нафтеновые, парафино-нафтено-ароматические, нафтено-

ароматические, ароматические. Так, в парафиновых нефтях все фракции содержат значительное количество алканов; в парафино-нафтено-ароматических углеводороды всех трех классов содержатся примерно в равных количествах; нафтено-ароматические нефти характеризуются преимущественным содержанием циклоалканов и аренов, особенно в тяжелых фракциях.

Зная химический состав нефти, может быть построена зависимость коэффициентов диффузии углеводородов различных классов (алканы, нафтены, арены) в хлористом метиле от их молекулярной массы. Данная зависимость представлена на рис.1. Показано, что при увеличении молекулярной массы углеводорода коэффициент диффузии уменьшается. При этом при изменении молекулярной массы в пределах от 50 до 230 г/моль происходит наиболее резкое уменьшение значения коэффициента диффузии в среднем от $3,0 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{с}$ до $1,26 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{с}$, при дальнейшем увеличении молекулярной массы углеводородов коэффициент диффузии изменяется более медленно, в среднем от $1,26 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{с}$ до $0,8 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{с}$. На данном рисунке углеводороды разбиты на три основных класса на основании химического состава нефти – алканы, нафтены, арены. При одинаковой молекулярной массе наибольший коэффициент диффузии будет у ароматических углеводородов, затем у нафтенов и наименьший – у алканов. Кроме того кривые $D=f(M)$ разделены на несколько участков, которые соответствуют продуктам переработки нефти согласно их молекулярной массы. Показано, что наибольший коэффициент диффузии будет у бензина, так как он имеет наименьшую молекулярную массу, затем у керосина и дизельного топлива и наименьший – у

мазута и масла.

Данный график позволяет достаточно быстро определить коэффициенты диффузии углеводородов в хлористом метиле, который предполагается использовать в качестве экстрагента для очистки сточных вод от нефтепродуктов.

Примечание: для нафтенов с содержанием более 6 атомов углерода данная зависимость справедлива, в случае если они являются производными циклогексана

Библиографический список

1. Рид Р., Праусниц Дж., Шервуд Т. Свойства газов и жидкостей: Справочное пособие/ Пер. с англ. под ред. Б.И. Соколова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1982. – 592 с., ил. – Нью-Йорк, 1977.
2. Расчеты основных процессов и аппаратов нефтепереработки: Справочник/Рабинович Г.Г., Рябых П.М., Хохлаков П.А. и др.; Под ред. Е.Н. Судакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1979. – 568 с., ил.

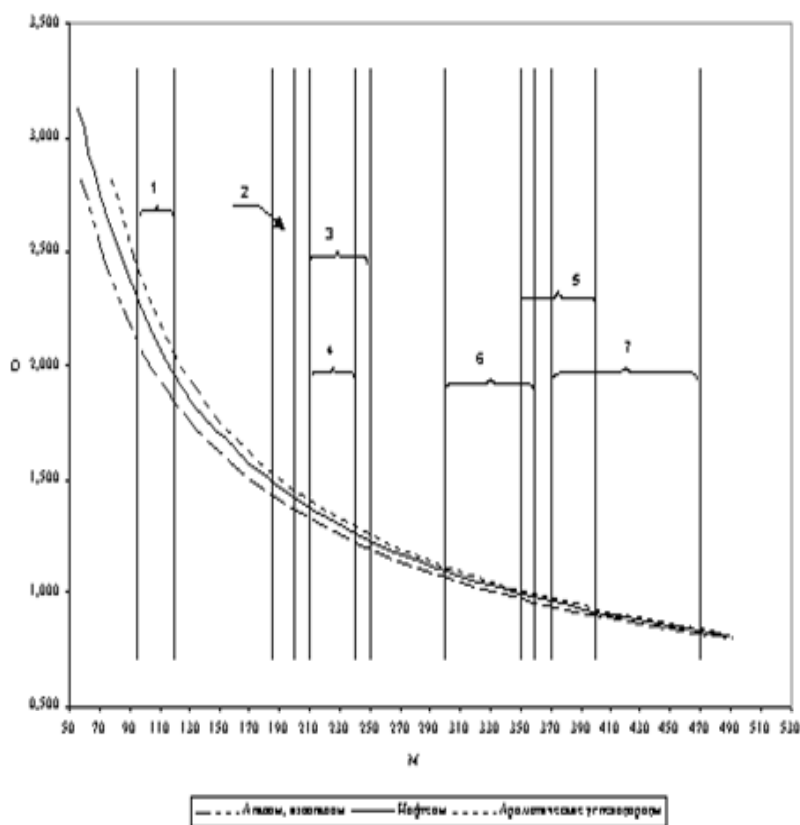


Рис. 1. Изменение коэффициентов диффузии углеводородов, входящих в состав нефти, в зависимости от их молекулярной массы. Коэффициенты диффузии рассчитаны по формуле Вильке-Ченга
1 – бензин, 2 – керосин, 3 – нефть, 4 – диз. топливо, газойль, 5 – мазут, 6 – масло, вяз-ть $2 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$, 7 – масло, вяз-ть $8,7 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$,
D – коэф. диффузии, $\text{см}^2/\text{с} \times 10^5$, M – молек. масса, г/моль

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ В САМОРЕГЕНЕРИРУЮЩЕМСЯ ФИЛЬТРЕ

Баранов Д.А.

(МГУИЭ, Москва, Россия)

В работе рассматриваются высокопроизводительные центробежные саморегенерирующиеся фильтры, предназначенные для очистки технологических и сточных вод от механических примесей. Приводится методика их расчета.

Разделение суспензий является распространенным технологическим процессом, встречающимся во многих отраслях промышленности. Поэтому оборудование для его осуществления должно быть достаточно эффективным и высокопроизводительным, иметь значительный ресурс работы, а также являться надежным и долговечным.

К аппаратам такого типа относится саморегенерирующийся фильтр (рис.), состоящий из цилиндрического корпуса 5 и цилиндрического фильтрующего элемента 3, установленного коаксиально внутри него. Подача исходной суспензии и отвод сгущенного продукта осуществляется тангенциально через патрубки 2 и 1, поэтому в корпусе формируется устойчивое вращающееся движение жидкости. В результате этого твердые частицы отбрасываются к стенкам фильтра и фильтрованию подвергается осветленная жидкость, расположенная в центральной части аппарата. Одновременно вращающийся поток жидкости смывает образовавшийся на внешней поверхности фильтра осадок, регенерируя её. Очищенная жидкость отводится через патрубок 4.

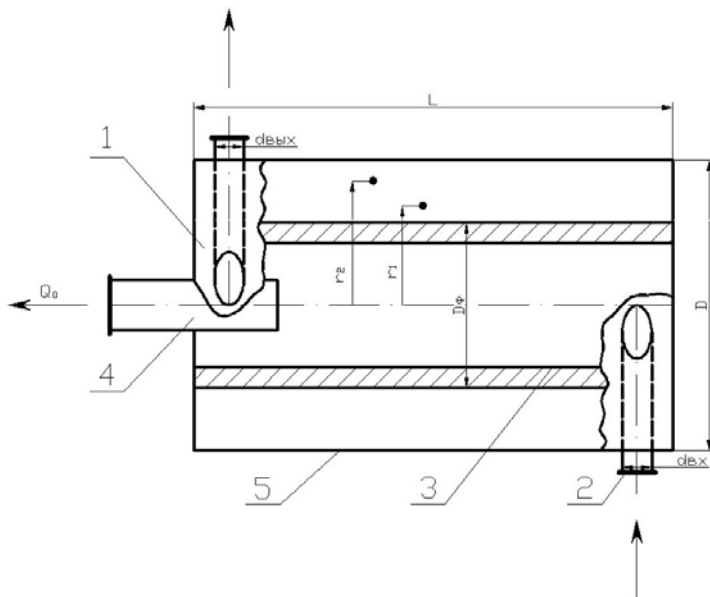


Рисунок. Саморегенерирующийся фильтр

На основании анализа и решения уравнения радиального движения твердой частицы массой m в центробежном поле фильтра [1]

$$m \frac{d^2 r}{dt^2} = m \frac{V_\phi^2}{r} \left(1 - \frac{c_c}{c_\phi} \right) - B \left(\frac{dr}{dt} + V_r \right) \quad (1)$$

с использованием детерминированного подхода [2] получена зависимость для определения времени t , за которое эта частица переместится с радиуса r_1 на r_2 по направлению к стенке фильтра

$$t = \frac{B}{2C} (r_2^2 - r_1^2) - \frac{m}{B} \ln \frac{r_2}{r_1}, \quad (2)$$

где $C = A - VB$; $A = mV_\phi^2 \left(1 - \frac{c_c}{c_\phi} \right)$;

$$B = \frac{Q_0}{2pl_{\phi.э.}}; \quad V_\phi, V_r - \text{тангенциальная и радиальная составляющая скорости потока жидкости.}$$

радиальная составляющая скорости потока жидкости.

При решении уравнения (1) считаем, что осаждение частиц в сепарационной зоне происходит в ламинарном режиме, то есть коэффициент сопротивления подчиняется закону Стокса – $\nu = 3\mu c_c v_c d$, где ν_c – кинематическая вязкость среды; ρ_c, ρ_ϕ – плотность жидкости и твердых частиц; d – диаметр частицы; $l_{\phi.э.}$ – длина фильтрующего элемента; Q_0 – расход очищенной жидкости.

Установлен размер граничного зерна ($d_{гр}$), выше которого частицы твердого материала движутся к стенке фильтра, а ниже – к поверхности фильтра

$$d_{\text{гп}} = \sqrt[3]{\frac{Q_0 c_c H_c}{\rho L V_\phi^2 (c_\phi - c_c)}} \quad (3)$$

Здесь L – длина саморегенирующегося фильтра (см. рис.).

Однако в полученные уравнения входят переменные V_ϕ и Q_0 , определение которых возможно только экспериментальным путем для конкретных фильтрующих материалов и разделяемых систем.

Диаметр экспериментального фильтра составлял $D = 75$ мм.

В результате обработки полученных экспериментальных данных установлено, что тангенциальная составляющая скорости потока жидкости в фильтре практически не меняется по высоте и радиусу сепарационной зоны. Выражение для ее определения может быть представлена в виде

$$V_\phi = K_\phi V_{\text{вх}} (\text{Re}_{\text{вх}} \text{Fr}_{\text{вх}})^{0,1} \left(\frac{d_{\text{вх}}}{D}\right)^{0,72} \left(\frac{L}{D}\right)^{-0,35} \quad (4)$$

где $K_\phi = -10,59 \cdot 10^{-6} \left(\frac{Q_{\text{вх}}}{Q_0}\right)^2 + 12,37 \cdot 10^{-4} \left(\frac{Q_{\text{вх}}}{Q_0}\right) + 11,63 \cdot 10^{-2}$ – коэффициент, характеризующий гидродинамический режим работы фильтра; $V_{\text{вх}}$ – скорость суспензии во входном патрубке;

$\text{Re}_{\text{вх}} \text{Fr}_{\text{вх}} = \frac{V_{\text{вх}}^2}{g \nu_c}$ – произведение критериев Рейнольдса и Фруда на входе в фильтр; D – внутренний диаметр саморегенирующегося фильтра; $d_{\text{вх}}$ – диаметр питающего (входного) патрубка; $Q_{\text{вх}}$ – производительность саморегенирующегося фильтра по исходной суспензии.

Зависимость (4) справедлива для диапазона изменения $\text{Re}_{\text{вх}} \text{Fr}_{\text{вх}} = (14,48 \dots 32,77) \cdot 10^6$, $Q_{\text{вх}}/Q_0 = 10,4 \dots 128,6$.

Обработав результаты экспериментов методом теории подобия относительно определяемого критерия Eu и учитывая, что $Eu = 2 \xi_\phi$ коэффициент гидравлического сопротивления саморегенирующегося фильтра рекомендуется рассчитывать по выражению

$$\xi_\phi = 52,2 (\text{Re}_{\text{вх}} \text{Fr}_{\text{вх}})^{-0,18} \left(\frac{P_{\text{вх}}}{P_{\text{вых}}}\right)^{0,03} \left(\frac{l_{\text{ф.э.}}}{D_\phi}\right)^{0,06} \left(\frac{L}{D}\right)^{0,06} \quad (5)$$

Здесь $P_{\text{вх}}$, $P_{\text{вых}}$ – давление на входе и на выходе из фильтра; D_ϕ – диаметр фильтрующего элемента.

Расчет скорости фильтрования (V_ϕ), рассматриваемой как отношение расхода осветленной жидкости Q_0 к площади поверхности фильтрования, определяется по уравнению

$$\frac{V_\phi}{V_{\text{вх}}} = K_V (\text{Re}_{\text{вх}} \text{Fr}_{\text{вх}})^{0,037} \left(\frac{P_{\text{вх}}}{P_{\text{вых}}}\right)^{0,57} \left(\frac{F_{\text{ф.э.}}}{F_\Pi}\right) \quad (6)$$

где K_V – коэффициент, зависящий от природы фильтрующего элемента, $F_{\text{ф.э.}}$, F_Π – рабочая поверхность фильтрующего элемента и его общая поверхность.

Проведение замеров для определения значения коэффициента K_V , необходимо осуществлять при стационарном процессе фильтрования. Для этого после размещения чистого фильтрующего элемента в корпусе аппарата и подачи суспензии с постоянным давлением на входе $P_{\text{вх}}$ проводились замеры производительности Q_0 и сравнивались с общим количеством чистой жидкости $Q_{\text{чл}}$, прошедшей через фильтрующий элемент с начала проведения эксперимента.

Список литературы

1. Баранов Д.А., Данилов Н.В. Саморегенирующийся фильтр//Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2001. № 7. С. 3-5.
2. Баранов Д.А., Кутепов А.М., Лагуткин М.Г. Расчет сепарационных процессов в гидроциклонах//Теоретич. основы хим. технологии. 1996. Т.30. № 2. С.117-122.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ БРИКЕТЫ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОМ СВЯЗУЮЩЕМ

Матвиенко В.Г., Азаров В.Г., Лякса А.В.

(ДонНТУ, ОАО «Брикет», Донецк, Украина)

Разработаны экологически чистые связующие на основе отходов переработки продуктов сельхозпроизводства для брикетирования топливной и других видов технологической крошки. Широкая гамма промышленных брикетов с этим связующим, производимых ОАО «Брикет», используется в производстве с хорошим экономическим и экологическим эффектом.

В процессе добычи угля, а также при производстве кокса значительная часть топливной массы получается в виде мелкой крошки, использование которой в дисперсном виде в дальнейшем практически невозможно. Поэтому топливную мелочь подвергают брикетированию. Брикетирование каменных углей и кокса требует использование связующего, отвечающего целому ряду требований. Применение неорганических связующих (вяжущих) существенно увеличивает зольность брикетов, не позволяет получить брикет с высокой «зеленой» прочностью. Традиционные углеводородные связующие (нефтебитум, пек) являются дефицитными, дорогими и не отвечают возросшим требованиям к экологической чистоте брикетов. Синтетические полимеры (смолы) практически не находят применения для брикетирования топливной массы прежде всего из-за дороговизны.

Большой интерес в этом отношении представляют некоторые природные вещества, в частности, крахмал. Использование его в качестве связующего основано на том, что в присутствии влаги при повышенных температурах крахмал клейстеризуется с образованием вязкого геля, который и связывает частицы в брикет. Положительными сторонами технологии брикетирования с применением крахмального связующего являются экологическая чистота процесса производства брикетов и их сжигания, хорошая прочность брикетов как в непрогретом («зеленая прочность»), так и сухом состоянии. Однако использование чистых крахмалов различного происхождения в качестве связующего ограничивается их сравнительно высокой стоимостью, поскольку расход крахмала достигает 5 - 10 % от массы брикетируемой крошки.

Расход крахмального геля как связующего существенно уменьшается, если в процессе клейстеризации происходит образование поперечных связей между макромолекулами крахмала - сшивание. 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.

Нами разработаны связующие на основе крахмалсодержащих продуктов, которые позволяют получать прочные экологически чистые брикеты как из топливной крошки, так и из частиц неорганической природы. Кроме этого получены эффективные связующие на основе отхода сахарного производства – мелассы. Все компоненты связующих производятся в Украине. Они дешевы и недефицитны. Наши разработки защищены соответствующими патентами.

На Донецком ОАО «Брикет» налажено производство топливных и металлургических брикетов на основе экологически чистых связующих. Брикеты БКД (брикеты коксовые доменные) используются в качестве добавки к коксу при проведении доменной плавки. Осуществлено лабораторное тестирование доменного топлива, состоящего из смеси кокса доменного и брикета на основе коксовой мелочи (БКД) в «Украина Лтд.», дочернем предприятии австралийской компании «ССИ Холдингс Лтд.». Результаты испытаний позволяют сделать следующие выводы. Коксовые брикеты в доменном производстве целесообразно использовать в смеси с доменным коксом, в количестве до 15 % от массы последнего. При этом индекс реакционности смеси увеличивается на 3,5 %, механическая

прочность по М25 на 1,2%. Проведенные в 2003 году промышленные испытания по применению коксовых брикетов БКД на доменной печи №11 ОАО «Днепропетровский металлургический комбинат им. Ф.Э. Дзержинского» показали, что замена брикетами 5% кокса не нарушает технологического процесса, позволяет снизить расход кокса на 18 – 20 кг/т чугуна при расходе брикетов 25 – 27 кг/т при одновременном увеличении производительности печи на 160 т/сутки. Из-за малого количества использованных брикетов (323 тонны) были сделаны рекомендации по проведению расширенных испытаний.

В 2004 году на ОАО Запорожский металлургический комбинат «Запорожсталь» проведены промышленные испытания брикетов БКД (1001 тонна) в качестве заменителя части кокса (около 5 %) на доменной печи №5. По результатам испытаний отмечается, что применение брикетов в шихте не вызывает отклонений от нормального хода печи, а использование 1 кг брикетов на тонну чугуна приводит к снижению расхода кокса на 0,8 кг или в стоимостном выражении на 12,42 грн на тонну чугуна. Кроме уменьшения расхода кокса отмечается снижение расхода природного газа на 3,0%, расхода известняка на 30 %, окатышей более чем в 2,5 раза.

Кроме брикетов БКД ОАО «Брикет» производит коксоугольные брикеты БКФн (БКДн) с добавками железосодержащих материалов, брикеты из колошниковой пыли и брикеты из смеси колошниковой пыли и окалины. Последние содержат около 57 % железа. На доменной печи №6 ОАО «МК Азовсталь» в 2004 году при проведении плавки было использовано 5218 тонн таких брикетов. Результаты испытаний свидетельствуют о том, что фактический и приведенный расход кокса снизился соответственно на 27,3 кг/т и 8,5 кг/т чугуна при расходе брикетов 14,2 кг/т, а производительность печи возросла соответственно на 7,48 и 2,53 %. Экономия кокса была достигнута за счет прямой замены углерода кокса углеродом брикетов, а также за счет улучшения ровности хода, вызванного активизацией работы горна. Более активная работа горна вызвана поступлением в нижние горизонты печи повышенного количества FeO, содержащегося в брикетах из колошниковой пыли и окалины, уменьшением вязкости шлаков, улучшением их дренажа через коксовую насадку и освобождения горна от коксового мусора. При этом себестоимость чугуна уменьшилась на 4,46 грн/т.

Использование коксовых брикетов на сахарных заводах вместо кокса показало, что брикеты могут полностью заменить кокс при одновременном повышении производственных показателей. При этом, как установлено, хорошо сохраняется огнеупорная кладка печи.

В настоящее время ОАО «Брикет» на основе экологически чистого связующего производит широкую гамму разнообразных брикетов и поставляет их многим заказчикам. Выпускаются топливные брикеты: коксовые БКД (для доменного производства), коксоугольные БКУХ (для химической промышленности) и БКУС (для сахарной промышленности), угольные брикеты БУ1, БУ2, БУ3 для замены сортовых углей, концентратов и рядовых углей для слоевого способа сжигания. Брикеты БКДн (доменный с наполнителем), БКФн (ферросплавный с наполнителем) предназначены для использования в доменном производстве как заменитель железосодержащего сырья (агломерата, окатышей) и доменного кокса, для промывки горна доменных печей, для выплавки специальных марок чугуна, в сталеплавильном производстве как заменитель чугуна, углеродистого скрапа и флюсов, в ферросплавном производстве для выплавки ферросплавов.

В настоящее время ОАО «Брикет» фактически является монополистом в области производства экологически чистых топливных и иных брикетов в Украине. О качестве выпускаемой продукции свидетельствует награда Ассоциации деловых кругов Украины - диплом «Высшая проба» «... за высокое качество и конкурентоспособность продукции – коксовых брикетов». Сейчас производственные мощности предприятия позволяют выпускать до 120 000 т брикетов в год. После проведения второй очереди реконструкции предприятия планируется удвоение этого количества. Сокращение потребления природного газа и нефтепродуктов, вызванное стремительным ростом их дефицита и дороговизны, вызывает необходимость использования дешевых и доступных энергоносителей, в частности топливных брикетов. Поскольку потребности в брикетах многократно превышают уровень их

производства, наращивание объемов их выпуска, по крайней мере, в течение ближайших нескольких лет представляется очень перспективным. Брикетты на экологически чистом связующем, в основе которого лежат отходы переработки продуктов сельскохозяйственного производства и многотоннажные дешевые промышленные продукты, несомненно, будут завоевывать все новые и новые области применения и рынки сбыта. За ними будущее, поскольку альтернативы этим брикеттам нет.

УДК 628.47: 628.56

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ОТХОДОВ В МЕГАПОЛИСАХ И ПЕРСПЕКТИВА ИХ РЕШЕНИЯ

Кутняшенко И.В., Топоров А.А., Дунаев А.А.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Ситуация с отходами в современных мегаполисах приобрели угрожающий характер и продолжают обостряться. В большинстве образовавшихся после распада СССР, развивающихся и развитых капиталистических стран, экологические проблемы, и особенно проблемы отходов в мегаполисах проявляются значительно острее, чем на менее урбанизированных территориях. По данным Комитета экологической политики Верховной Рады Украины в Украине накопилось более 30 миллиардов тонн промышленных и бытовых отходов. эксперты Европейского Союза считают Украину самой загрязненной страной. В европейских государствах на тысячу долларов США валового дохода приходится 32 килограмма отходов, а в Украине - 15 тонн [1]. И большинство этих отходов возникают и скапливаются в индустриальных мегаполисах и в непосредственной близости от них. Это является следствием ряда объективных причин.

Для того, чтобы устранить экологическую проблему отходов в мегаполисах необходимо выявить и устранить первичные причины, приводящие к экологическим проблемам

Проанализируем причинно-следственные связи проблем отходов в мегаполисах и предложим пути решения современных проблемных вопросов.

Сформулируем основные вопросы, составляющие проблемы отходов в мегаполисах:

- Большое количество отходов в современном производстве и жизнедеятельности мегаполисов.
- Высокая концентрация отходов на локальной территории.
- Отсутствие универсальной технологии утилизации отходов.
- Недостаточное понимание большинством населения остроты экологических проблем, которые возникают вследствие накапливающихся отходов.
- Нерентабельность большинства технологий утилизации.
- Высокая неоднородность отходов в мегаполисах, что обуславливает разнообразие их свойств (токсичность, оптимальная температура горения, плотность и т.д.).

Причинно-следственная связь между этими вопросами представлена в виде схемы (рис.1).

Очевидно, что основной технической проблемой является отсутствие эффективной технологии, позволяющей утилизировать большие объемы разнообразных по происхождению и свойствам отходов.

По нашему мнению основой мусороперерабатывающего предприятия должна стать установка термолитно-энергетической (ТЭРО) разработанной на кафедре МАХП ДонНТУ [2, 3], так как она обладает множеством достоинств. Технология позволяет утилизировать не разделенный на отдельные компоненты промышленный и бытовой мусор.

Сущность технологии с использованием данного оборудования заключается в термическом разложении смеси промышленных и бытовых отходов, получении при этом газовой фракции высокомолекулярных веществ, золы, пригодной для изготовления

строительных материалов и утилизированного тепла, пригодного для получения электроэнергии.

Можно выделить следующие основные стадии.

1. Прием разных видов отходов и подготовка их к термолизу.
2. Термолиз.
3. Рекуперация продуктов термолиза (энергетическая составляющая - сжигание твердого остатка с получением энергии и сырья для производства стройматериалов; химическая составляющая - химическая переработка летучих продуктов термолиза с получением жидких высокомолекулярных веществ и топливного газа).



Рисунок 1. Причинно-следственные связи вопросов переработки отходов в мегаполисах

Основным агрегатом для реализации процесса является термолизный энергоблок, который объединяет в единой конструкции несколько термолизных камер с топкой и котлом-утилизатором (рис.2).

Эффективность термолизного энергоблока обусловлена использованием результатов экспериментальных исследований свойств перерабатываемых и конструкционных

материалов [4], научных разработок [5, 6] и передовых технологий проектирования [7] при создании основного для предлагаемой технологии - наклонной термолизной печи, в которой непосредственно происходит технологический процесс слоевого термолиза.

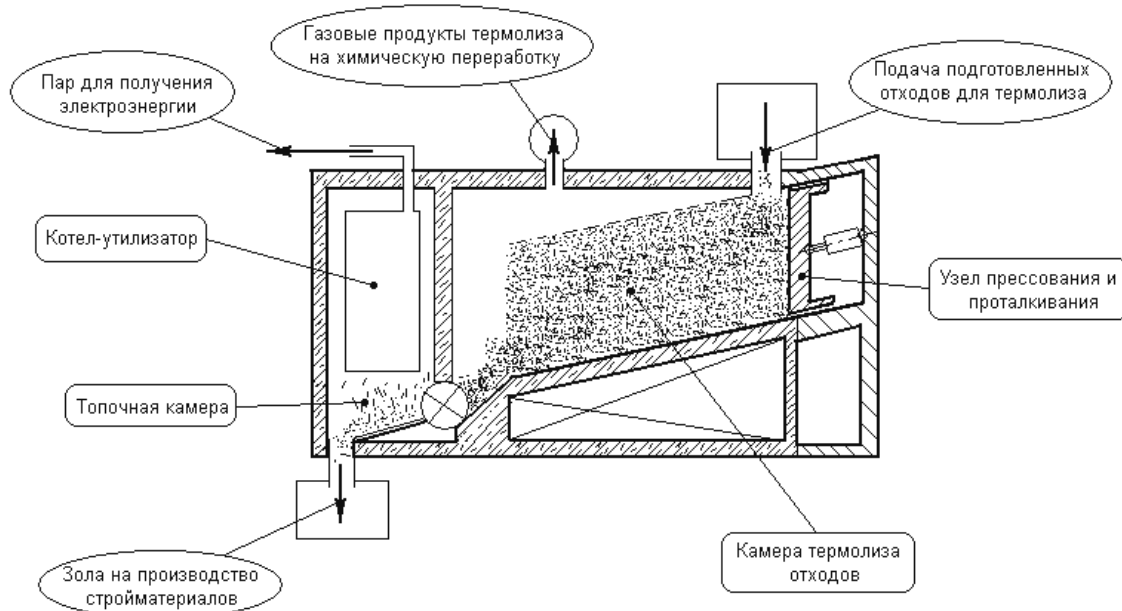


Рисунок 2. Принципиальная схема термолизного энергоблока для переработки промбытотходов.

Достоинства разработанных конструктивных решений для реализации метода ТЕРО заключаются в том, что они позволяют обеспечить крупномасштабную переработку отходов

при высокой экологичности и техногенной безопасности. При этом оборудование для реализации процесса ТЭРО обеспечивает:

- управляемость и гибкость процесса за счет возможности совместного использования нескольких управляющих факторов: температурного режима термолиза, давления предварительного уплотнения сырья, цикличности загрузки и др.
- разделение теплоносителя и перерабатываемого сырья, что предотвращает попадания продуктов термолиза в дымовые газы;
- сжигание нагретого твердого термолизного топлива, содержащего преимущественно углерод и золу, что существенно повышает теплоотдачу процесса горения и снижает количество вредных выбросов;
- локализацию зон загрузки и выгрузки, что предотвращает попадание летучих продуктов в атмосферу при подаче сырья и отводе полученных продуктов;
- герметичность агрегата на протяжении всего периода нормальной эксплуатации, что дает возможность уловить и транспортировать на химическую переработку летучие продукты, выделяющиеся на разных стадиях термической переработки;
- получение топливного газа из летучих продуктов термолиза обеспечивает энергией процесс, что существенно снижает экономические затраты на утилизацию.

Целесообразно максимально привлекать к утилизации отходов те предприятия, которые производили материал, составляющий отходы мегаполисов, например, стекло переправлять на стекольные заводы, металл – на металлургические, бумагу – на целлюлозные комбинаты и т.д. Но даже при доставке отделенных, отсортированных компонентов отходов на профильные предприятия существенно возрастет стоимость утилизации из-за транспортных расходов. Поэтому первичную переработку выделенных легкоутилизируемых компонентов необходимо организовать непосредственно на мусороперерабатывающем предприятии, иметь соответствующее оборудование и технологии для их переработки (переплавка металлического лома, гранулирование термопластов, варка стекла и т.д.). Наиболее эффективным видится развитие предприятий по производству различных строительных материалов на основе утилизации мусора, образующегося в мегаполисах [8].

Учитывая ситуацию на Украине, и особенно на Донбассе [9], с накоплением и утилизацией отходов, технология ТЭРО, при условии поддержки на государственном уровне, позволит решить не только экологические, но и экономические вопросы за счет реализации получаемых при утилизации продуктов и энергии.

Список литературы:

1. Украина утопает в отходах 05.10.2005 // <http://www.mignews.com.ua/articles/178872.html>
2. Кутняшенко И.В., Топоров А.А. Анализ экологичности установок для термолизно-энергетической рекуперации отходов / Экологические проблемы индустриальных мегаполисов: Материалы международной научно-практической конференции. В 2-х томах. Донецк, 2004. Т.1. С.253 – 256.
3. Парфенюк О.С., Топоров А.А., Кутняшенко И.В. Эффективный шлях вирішення проблеми твердих відходів в Україні – індустріальна термолізно-енергетична рекуперация // Безпека життєдіяльності. – 2005 - №12. – С. 8 – 12.
4. Парфенюк А.С., Мельниченко А.Г., Кутняшенко И.В., Топоров А.А. Исследование физико - механических свойств твердых промышленных и бытовых углеродистых отходов // Сборник научных трудов ДонГТУ. Серия: Химия и химическая технология. Выпуск 13 / Донецк: ДонГТУ, 2000. С.149 -153.
5. Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Топоров А.А. Исследование прессования углешихтовых материалов в обогреваемой камере прямоугольного сечения / Наукові праці ДонНТУ. Серія: Хімія і хімічна технологія. Випуск 44 / Донецьк: ДонНТУ, 2002. С. 88-92.
6. Парфенюк А.С., Кутняшенко И.В., Власов Г.А., Кауфман С.И., Захаров П.А. Взаимодействие углеродистого спекающегося сырья с поверхностями агрегатов для термической переработки // Международный сб. научных трудов "Машиностроение и техносфера на рубеже XXI века" в 3-х томах. Т.2- Донецк: ДонГТУ. 1998. – С. 283-286.
7. Парфенюк А.С., Плаксенко Л.А., Юрченко И.К. Геометрическое моделирование поверхности камеры термолизного агрегата / Инженер. 2003, № 4. С.135-137.
8. Слободяник А.В., Костина Е.Д. Использование зольных остатков термолиза твердых отходов в производстве строительных материалов / III Міжнародна наукова конференція аспірантів та студентів "Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів". Збірка доповідей. Т.1. Донецьк, 2004. С.126-127.
9. Земля тривоги нашої. За матеріалами доповіді про стан навколишнього природного середовища в Донецькій області у 2004 році/Під ред.С.В.Третьякова.–Донецьк:“ЦЭПИ ЭПИЦентр ЛТД”. – 2005. – 120 с.:іл.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫБРОСОВ СО И NO_x ИЗ ДЫМОВЫХ ТРУБ КОКСОВЫХ БАТАРЕЙ

Кирбаба В.В., Фидчунов А.Л.

(АОА «Авдеевский КХЗ», УХИН, Авдеевка, Харьков, Украина)

В работе представлены результаты исследования динамики состава продуктов горения из дымовых труб коксовых батарей за кантовочный цикл. Обоснована необходимость разработки отраслевого нормативного документа для определения выбросов ЗВ из отопительной системы коксовых батарей с учетом их специфики как топливоиспользующих технологических агрегатов.

Для оценки выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) органы Минприроды Украины руководствуются нормативным документом «Отбор проб промышленных выбросов» КНД 211.2.3.063-98 [1] (в дальнейшем КНД). Однако этот документ не в полной мере учитывает специфику коксовой батареи как технологического агрегата, которая обуславливает ряд важных особенностей ее конструкции и технологического режима обогрева, не учитываемых действующим КНД. В связи с этим, определяемые на коксовых батареях в соответствии с КНД выбросы ЗВ оказываются не соответствующими реальности и тем в большей степени, чем точнее выполнение требований КНД.

Ниже проанализированы основные причины обуславливающие несоответствия результатов определения по КНД и реального количества выбросов.

Период отбора объединенной пробы.

Рекомендуемый КНД двадцатиминутный период отбора объединенной пробы, как правило совпадает с продолжительностью кантовочного цикла.

На рис. 1,2 приведены результаты непрерывного измерения компонентного состава продуктов сгорания в течение кантовочного цикла.

Из рисунков видно, что стационарный режим горения фиксируется газоанализатором лишь с 4-5 мин от начала кантовочного цикла.

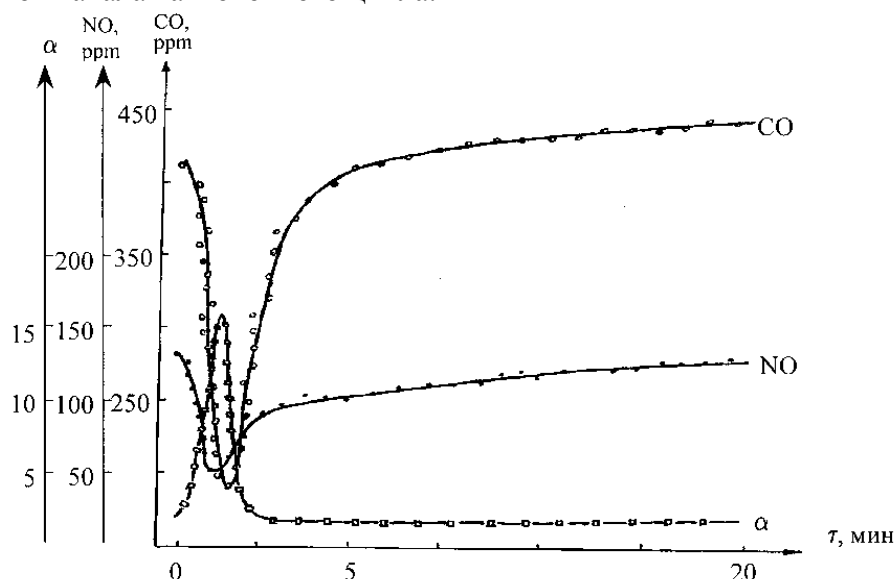


Рисунок 1. Динамика содержания в дымовых газах CO и NO на КБ 1 Авдеевского КХЗ.

Продолжительность паузы 0,5 мин.

Это объясняется тем, что в начале цикла в течение некоторого времени через дымовую трубу сбрасывается в атмосферу смесь продуктов сгорания из предыдущего кантовочного цикла (из части простенок, наиболее удаленных от дымовой трубы), воздуха и продуктов сгорания данного кантовочного цикла из наименее, а затем и среднеудаленных простенок. Следовательно, имеет место непрерывное изменение концентрации в дымовых газах O₂, CO и NO_x: сначала наблюдается рост концентрации O₂ (падение CO и NO_x) за счет увеличения

поступления воздуха паузы, а после окончания паузы постепенное уменьшение концентрации O_2 (увеличение CO и NO).

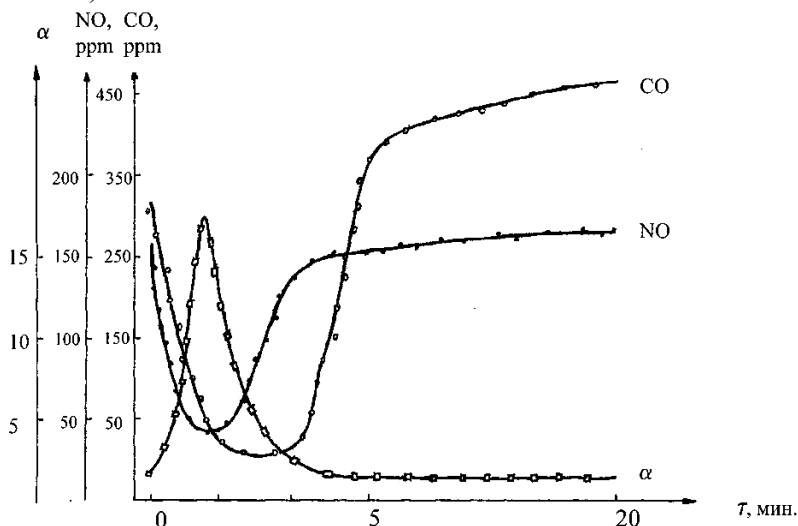


Рисунок 2. Динамика содержания в дымовых газах CO и NO на КБ 1 ОАО Макеевкокс. Продолжительность паузы 1,5 мин.

Проведенный расчет продолжительности движения продуктов сгорания к трубе из разных точек батареи №1 ОАО Макеевкокс и №1 Авдеевского КХЗ показал, что через дымовую трубу на ОАО Макеевкокс сбрасывается в основном воздух с 68-й до 98-й сек после начала кантовочного цикла, т.е. 30 сек. На батарее №1 Авдеевского КХЗ такой период отсутствует, что объясняет большие минимальные значения концентраций CO и NO_x , фиксируемые газоанализатором и меньшую продолжительность периода, когда эти минимальные значения фиксируются.

Следует отметить, что по правилам технической эксплуатации коксохимических предприятий [2,п] контроль параметров технологического режима батареи должен вестись с 6-й мин кантовочного цикла – после выхода батареи на стационарный режим горения отопительного газа.

Поэтому считаем, что при оценке выбросов загрязняющих веществ коксовыми батареями отбор объединенной пробы должен начинаться через 5 мин после начала кантовки.

2. Объем дымовых газов

Определение объемов дымовых газов ($V_{дг}$) при обогреве печей коксовым газом ($V_{г}$) проводится по формуле Шаприцкого [3]:

$$V_{дг} = V_{г} [4,67 + 3,99(\alpha - 1)],$$

где α – коэффициент избытка воздуха в месте отбора проб;

$V_{г}$ – расход коксового газа на обогрев батареи, $m^3/час$.

Стехиометрический расчет расхода коксового газа дает величину теоретического расхода воздуха на сжигание $1 m^3$ отопительного коксового газа $\sim 4,3 m^3$ и количества образующихся сухих дымовых газов $\sim 3,8-3,85 m^3$. Формула для расчета объемов дымовых газов в таких условиях должна быть

$$V_{дг} = V_{г} [3,83 + 4,3(\alpha - 1)].$$

Сравнение этих формул показывает, что в интервале значений от 1,7 до 2,2 (интервал α для дымовых труб большинства батарей Украины) формула Шаприцкого завышает объем дымовых газов на величину от 9,1 до 5,2 %. Причем, чем новее батарея и, соответственно, меньше α на дымовой трубе тем больший валовый выброс ЗВ насчитывается.

Ниже, в таблице, приводятся результаты экологической оценки КБ1 Авдеевского КХЗ по предлагаемой методике и КНД 211.2.3.063-98. Объединенная проба является усреднением из шести замеров за кантовочный цикл, которые осуществлялись на 40, 240, 440, 640, 840 и 1040 секундах.

Расчет по действующей методике экологической оценки коксовой батареи дает существенно завышенные данные по выбросам в атмосферу загрязняющих веществ по сравнению с предлагаемой методикой.

| | α | СО | NO _x | V _{пр} | Суммарный выброс | |
|-----------------------|----------|------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| | | | | | СО | NO _x |
| КНД 211.2.3.063-98 | 4 | 1220 | 475 | 191 360 | 233,46 | 90,9 |
| Предлагаемая методика | 1,8 | 703 | 338 | 83 605 | 58,77 | 27,5 |

Вопрос быстродействия электрохимических ячеек.

Практика работы с газоанализатором TESTO-350 показала, что при стационарном потоке дымовых газов для определения концентрации O₂ (α) требуется 40 – 45 сек, а для СО и NO – 1,45 сек, т.е. газоанализатор определяет основные характеристики дымовых газов через ~ 2 мин после начала замера.

Промежуток времени после начала кантовочного цикла, когда газоанализатор фиксирует фактический состав дымовых газов, должен состоять из продолжительности анализа концентрации соответствующего компонента.

На основании изложенного видно, что для экологической оценки коксовой батареи период отбора объединенной пробы должен составлять 15-16 минут и начинаться через 4-5 мин после начала кантовочного цикла. При наличии в 20 мин кантовочном цикле паузы, когда в отопительной системе батареи находится только воздух, определение часового выброса ЗВ батареями по замеру на дымовой трубе должно вестись по формуле:

$$ЗВ = V_{пр} \cdot [ЗВ] \cdot \frac{20 - \tau_n}{20} \cdot 10^{-3},$$

где ЗВ – часовой выброс дымовой трубой загрязняющего вещества, г;

V_{пр} – часовой сброс дымовых газов на дымовую трубу, м³;

[ЗВ] - концентрация в дымовых газах ЗВ, мг/м³;

20 – продолжительность кантовочного цикла, мин;

τ_n – продолжительность паузы при кантовочном цикле, мин.

Выводы.

1. Период отбора объединенной пробы проводится в течение 1 часа и состоит из 4 пятнадцатиминутных интервалов. Начало отбора анализируемой пробы начинается через 5 мин после начала кантовочного цикла на обследуемой батарее. Количество параллельных замеров в 15 минутном интервале должно быть не менее 3 с обязательным замером в начале и в конце интервала.
2. Определение объема дымовых газов по формуле Шаприцкого дает завышенный на 5-15 % результат по валовым выбросам. Предложенная формула для расчета V_{дг} учитывает особенности коксовой батареи как теплотехнического агрегата.
3. Показана необходимость учитывать время паузы при расчете валовых выбросов батарей.
4. Расчет по предлагаемой методике дает уменьшение валового выброса СО и NO_x минимум на 10 %.

УДК 613.5 : 628.315 / .35

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕПЛОЩАДОЧНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ КАНАЛИЗАЦИИ

Кауфман С.И., Давниченко Л.С., Хусточкин В.А.

(ОАО «Авдеевский КХЗ, НПП«Биоценоз», Авдеевка, Донецк, Украина)

Повышение эффективности и стабильности работы очистных сооружений канализации ОАО «Авдеевский КХЗ» было достигнуто благодаря, с одной стороны, снижению токсичных

нагрузок на активный ил и, с другой стороны, повышению ферментативной активности микрофлоры аэротенков и созданию оптимального соотношения легкоокисляемой органики и биогенных элементов в сточных водах.

На балансе у ОАО «Авдеевский коксохимический завод» находится объект общегородского значения – очистные сооружения канализации, куда кроме заводских производственных сточных вод поступают на очистку и хозяйственно-бытовые сточные воды г. Авдеевки.

Суммарное количество принимаемых очистными сооружениями сточных вод приблизительно соответствует их проектной производительности – около 43000 м³/сутки.

Основная проблема внеплощадочных очистных сооружений канализации – резкое изменение баланса токсичных производственных и хозяйственных сточных вод в пользу производственных в ночное время суток.

Именно в этот период наблюдается резкое ингибирующее влияние промстоков на защитные системы микроорганизмов микрофлоры биологической системы очистных сооружений, а в дневное время происходит некоторое улучшение физиологического и морфологического состояния микроорганизмов активного ила аэротенков.

Работа микрофлоры в таком нестабильном режиме не способствует успешному прохождению биохимических процессов в аэрационных бассейнах и биологическая система очистных сооружений оказывается весьма чувствительной даже к кратковременным сбросам токсичных веществ в повышенных концентрациях: происходит гибель микроорганизмов активного ила и вынос его из вторичных отстойников.

Специалистами научно-производственного предприятия «Биоценоз» (г. Донецк) совместно с сотрудниками соответствующих подразделений АКХЗ был разработан и внедрен комплекс мероприятий, призванных повысить устойчивость и эффективность эксплуатации внеплощадочных очистных сооружений канализации ОАО «АКХЗ»:

1. Из технологического процесса обработки хозяйственных сточных вод г. Авдеевки с исходной БПК₅=80-100 мг/л было исключено первичное отстаивание в вертикальных отстойниках, что позволило восполнить недостаток легкоокисляемой органики, и, тем самым, улучшить условия жизнедеятельности и репродуктивной активности микроорганизмов активного ила аэротенков.
2. Была разработана и внедрена схема дозирования ортофосфорной кислоты в бассейны биологической очистки с целью оптимизации соотношения биогенных элементов в иловой смеси аэротенков.
3. Внедрен способ интенсификации микрофлоры аэротенков с использованием методов генной инженерии, основанного на повышении ферментативной активности микроорганизмов-деструкторов органических и минеральных загрязнений сточных вод.
4. Ферментативная активность активного ила аэротенков внеплощадочных очистных сооружений была повышена в 3 раза.
5. Разработана и реализована схема денитрификационной установки для предварительной обработки части промсточной жидкости, содержащей высокие концентрации нитратов 120-170 мг/л и нитритов 5-10 мг/л.

При прохождении денитрификационных процессов концентрации нитратов и нитритов в сточных водах, поступающих на аэротенки очистных сооружений, снизились более чем на 50%, что позволило снизить нагрузки на активный ил аэротенков.

Таким образом, в результате внедрения тщательно разработанной схемы мероприятий была достигнута основная цель нашей работы: эффективная и стабильная эксплуатация внеплощадочных очистных сооружений канализации ОАО «Авдеевский КХЗ».

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СКРУББЕРНОЙ ЖИДКОСТИ ЦЕХА ФТАЛЕВОГО АНГИДРИДА ДЛЯ УГЛЕРОДНОГО ПИТАНИЯ НА БИОХИМИЧЕСКОЙ УСТАНОВКЕ

Власов Г.А., Становова В.А., Васюта В.Н., Мандур Н.А.

(ОАО «Авдеевский КХЗ», Авдеевка, Украина)

В статье приведены данные об эксперименте по использованию скрубберной жидкости цеха фталевого ангидрида (ЦФА) в качестве углеродного питания для активного ила.

На ОАО «Авдеевский КХЗ» работает БХУ-2 по очистке фенольных сточных вод цехов:

- производительность – 240 м³/час;
- очистка от смолистых веществ (по проекту – до 30мг/л, фактически - 10-15мг/л);
- двухступенчатая очистка
 - I ступень – от фенолов с помощью фенолразрушающих микроорганизмов (по проекту – до 2мг/л, фактически – 0,2мг/л)
 - II ступень - от роданидов с помощью активного ила (по проекту до 10мг/л)

Вследствие соблюдения технологической дисциплины, совершенствования технологических процессов качество воды, поступающей на очистку в аэротенки I ступени, улучшилось в последнее время: ХПК в поступающей воде по проекту – 3000мгО₂/л, фактическое 2000-2500мгО₂/л. Было принято решение закачивать в аэротенки №7-10 I ступени активный ил.

Таким образом, качество поступающей воды, наличие буферной емкости аэротенков I ступени, эффективная аэрация позволили довести степень очистки сточных вод после I ступени до проектных норм, как по фенолам, так и по роданидам.

Ситуация же по азоту аммонийному остается напряженной: его содержание после I ступени очистки составляет 200-250мг/л. Как результат, на II ступени очистки создались благоприятные условия для протекания процесса нитрификации: недостаток углеродного питания, достаточное количество растворенного кислорода, высокое содержание азота аммонийного.

Поэтому было принято решение о проведении эксперимента по использованию скрубберной жидкости ЦФА в качестве дополнительного углеродного питания в аэротенке №4 II ступени. Для сравнения выбрали аэротенк №3, т.к. в эти аэротенки подается одна и та же вода.

Скрубберная жидкость образуется при орошении абсорбционных газов в скрубберах ЦФА и представляет собой смесь органических кислот (фталевой, малеиновой), нафтохинона и других неидентифицированных соединений: рН – 1,0, БПК_{полное} составляет 42000мг/л. рН регулировали едким натром до 7,0.

Для полного окисления азота аммонийного активным илом в процессе азотного питания (соотношение биогенных компонентов С:N:P=100:5:1) необходимо было подавать 5,7м³/час скрубберной жидкости. Расчет производился исходя из фактической концентрации биогенных элементов и объема воды, подаваемой в аэротенк. Содержание фосфатов на входе в аэротенк №4 поддерживали на уровне остаточного их содержания после I ступени очистки, что незначительно ниже расчетного количества.

С целью адаптации активного ила к скрубберной жидкости было принято решение начать подачу этой жидкости в количестве 10% от необходимого, т.е. 0,5м³/час, затем объемы увеличили до 1,0м³/час.

За ходом эксперимента велся лабораторный контроль. Пробы анализировались на содержание биогенных веществ: азотсодержащих (нитриты, нитраты, аммиак общий), фосфатов, ХПК, растворенного кислорода, рН.

Содержание растворенного кислорода поддерживалось на уровне 3,7-4,0мг/л. Также велся гидробиологический анализ состояния активного ила. Из данных лабораторных исследований следует:

- концентрация аммиака общего на выходе из аэротенка №4 снизилась в среднем на 5,2% по сравнению со входом.

- концентрация нитритов на выходе из аэротенка №4 ниже на 84,5% по сравнению со входом, что свидетельствует о высокой скорости протекания процесса нитрификации.
- концентрация нитратов на выходе из аэротенка №4 возросла на 71,0% по сравнению со входом. В тоже время в фоновом аэротенке №3 концентрация нитратов увеличилась всего на 58% по сравнению со входом. Это говорит о том, что даже небольшое количество добавляемой скрубберной жидкости (1,0м³/час) обеспечивает увеличение значения рН в аэротенке №4, что способствует интенсификации процесса нитрификации.
- ХПК является показателем общего загрязнения воды. По полученным данным видно, что ХПК в аэротенке №4 снижается на 18% по сравнению со входом, в аэротенке №3 - на 14%. Это свидетельствует о том, что даже незначительное добавление (10% от необходимого количества) скрубберной жидкости интенсифицирует процесс очистки.
- содержание фосфатов на выходе увеличилось, предположительно, за счет минерализации активного ила.
- незначительный рост содержания суммарного азота на выходе из аэротенка №4 по сравнению со входом также свидетельствует о минерализации активного ила.
- согласно гидробиологических исследований, состояние активного ила достаточно быстро стабилизировалось. Количество видов достигало 16.

Таким образом, скрубберная жидкость ЦФА не является ядом для микроорганизмов и может быть использована в качестве углеродного питания микроорганизмов активного ила БХУ №2, а также ее использование способствует интенсификации процесса очистки сточных вод. Полученные в настоящей работе результаты позволяют сделать вывод, что освоение и внедрение вышеописанной технологии может решить проблему нашего завода, связанную с низкой степенью очистки сточных вод от аммиачного азота без значительных капитальных затрат на расширение БХУ. Но для того, чтобы сделать окончательные выводы необходимо проведение дополнительных исследований и наработка данных.

Список литературы

- 1 Проскуряков В.А., Шмидт Л.И. Очистка сточных вод в химической промышленности. Л. «Химия», 1977
- 2 Карюхина Т.А., Чурбанова И.Н. Химия воды и микробиология: Учебник для техникумов. М.:Стройиздат, 1983
- 3 Сабирова Т.Н., Пименов И.В. Внедрение технологии очистки сточных вод от азота на ОАО «Северсталь».- Кокс и химия, 9/2000

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ «EICHORNIA CRASSIPES» ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Морозова С.А., Глухов А.З., Торохова О.Н., Кирбаба В.В.
(ДонНУ, ОАО «Авдеевский КХЗ», Донецк, Авдеевка, Украина)

Необходимость применения биологической очистки и доочистки сточных вод существует давно. В решении этой проблемы до недавнего времени основная роль отводилась разработке различных технологических мероприятий, которые в большинстве случаев приводили к расширению или строительству новых очистных сооружений. На очистных сооружениях промышленные и бытовые сточные воды проходят стадии механической и биологической очистки, от их эффективности в значительной мере зависит состояние поверхностных водоемов. В связи с чем, особенно в последние годы, все большее значение приобретает биологическое направление отчистки и доочистки сточных вод при помощи высших водных растений.

Высшая водная растительность представляет собой один из важнейших компонентов гидробиоценозов, оказывающих самое существенное влияние на все формы жизни и биологический режим водных экосистем. Под влиянием растительности изменяется гидрохимический режим [5] и водный баланс водоемов, поддерживается стабильность экосистем, формируется тепловой и газовый режим мелководий [6], что указывает на

положительную роль высшей водной растительности в очистке воды от различных загрязнителей бытовыми и промышленными стоками [7].

На очистных сооружениях ОАО "Авдеевский коксохимический завод" в настоящее время используется очистка и доочистка промышленных и бытовых сточных вод с применением представительницы высшей водной растительности *эйхорнии красивейшей* - *Eichhornia crassipes*.

Eichhornia crassipes (Mart.) Solms in DC. Monogr. Phan. – эйхорния толсточерешковая, эйхорния красивейшая, водный гиацинт. Сем. Pontederiaceae – Понтедериевые (рис.).

Eichhornia crassipes – крупное, высотой до 1 метра, или средних размеров многолетнее травянистое плавающее растение с симподиальным стеблем [3, 10]. Имеет мясистые, но хрупкие мочковатовидные корневища, которые покрыты остатками влагалищ старых, отмерших листьев, отходящих от каждого узла, легко обламываются, а их обрывки разносятся на значительные расстояния. Укореняясь, они дают начало новым растениям.



Стебель укороченный с плейохазиальной розеткой округлых, темно-зеленых, блестящих хрупких сложноизогнутых листьев. Черешки листьев пузыревидно вздуты. Внутри вздутия находятся заполненные воздухом полости – аэрокамеры, которые и обеспечивают растению высокую плавучесть [2, 8, 9,].

Цветки *Eichhornia crassipes* собраны в более или менее крупные пирамидальные соцветия типа колоса, очень яркие, блестящие, фиолетовые. У основания соцветия имеется покрываловидное влагалище. Оно полностью окружает формирующееся соцветие, защищая бутоны от неблагоприятных воздействий среды.

У водного гиацинта, как и у всех представителей рода Понтедериевых, плод односемянный, ореховидный. После созревания плоды всплывают. Их плавучести способствует богатая воздушноносными полостями ткань околоцветника.

Значительное место в жизненном цикле эйхорнии занимает вегетативное размножение. Оно осуществляется при помощи корневищ и столонообразных побегов и обеспечивает поддержание численности популяций, особенно когда по какой-либо причине не развиваются семена. *Eichhornia crassipes* вегетативным способом размножается с поразительной скоростью. Например, одна особь за пятьдесят суток в состоянии образовать до тысячи вегетативных отпрысков.

Буйное размножение эйхорнии в сочетании со свободно плавающим образом жизни, присущим большинству представителей этого вида, ведет к формированию крупных плавучих островков [2, 3].

В естественных условиях эйхорния обитает в различных пресноводных водоемах и болотах в странах преимущественно с тропическим и субтропическим климатом (отсутствует только в Европе). Родиной же ее является Южная Америка, в особенности многочисленные реки и озера бассейна реки Амазонка. *Eichhornia crassipes* была вывезена более 100 лет назад из Южной Америки и быстро натурализовалась, заполнила реки и озера многих стран, препятствуя судоходству и засоряя рисовые поля [1, 3, 6].

Поглощение различных загрязняющих веществ клетками корня *Eichhornia crassipes* зависит лишь от физиологического состояния протоплазмы и ее физико-химических свойств, определяющих характер взаимодействия с компонентами внешней среды. Поглощение веществ растительной клеткой и их транспорт через мембрану осуществляется пассивно в результате физико-химических процессов (адсорбции, диффузии) за счет кинетической энергии молекул и ионов и активно - с включением поглощаемого вещества в процессы метаболизма. Активный

транспорт требует затраты энергии, как правило, в форме АТФ, высвобождаемой, при диссимиляции углеводов в процессе дыхания [4].

Наличие активного транспорта позволяет растительной клетке поглощать вещества против градиента концентраций и активно накапливать их внутри клетки. Эта способность имеет большое биологическое значение для *Eichhornia crassipes*, получающей необходимые элементы минерального питания только из водной среды [4].

Благодаря этому свойству Эйхорния может накапливать необходимые для ее жизнедеятельности биогенные вещества, в сотни раз превышающие их содержание в грунтах и в тысячи раз в воде.

Ежегодно, начиная с 2000 года эйхорния используется на очистных сооружениях ОАО "АКХЗ" для очистки и доочистки сточных вод. На очистные сооружения Авдеевского коксохимического завода (АКХЗ) поступают хозяйственно-бытовые сточные воды, сбрасываемые городом Авдеевка, а также сточные воды от АКХЗ. Хозяйственно-бытовые сточные воды города составляют 40% от общего количества поступающих стоков на очистные сооружения. 60% составляют сточные воды Авдеевского коксохимзавода, которые состоят из ливневых, производственных и хозбытовых стоков завода.

Степень загрязненности сточных вод, поступающих на очистку от АКХЗ значительно выше загрязненности хозбытовых по органическим показателям (цианиды, фенолы, роданиды, нефтепродукты, азотсодержащие вещества).

На пруде-накопителе очистных сооружений в месте сброса очищенных сточных вод ограждается участок пруда 30x50 м, который частично засаживается в весенне-осенний период *Eichhornia crassipes*. Площадь, занимаемая водным гиацинтом, составляет примерно 1% от общей поверхности пруда-накопителя. А участок 30x50 м составляет примерно 10% от общей площади пруда. Следует заметить, что для эффективной очистки поверхностных вод от загрязняющих веществ *Eichhornia crassipes* должна занимать площадь пруда не менее чем на 80% от общей его площади. И для получения положительного эффекта доочистки сточных вод с помощью *Eichhornia crassipes* засаживаемая площадь пруда-накопителя на очистных сооружениях АКХЗ крайне недостаточна.

Однако по данным лабораторного контроля ОАО «Авдеевский коксохимический завод» применение *Eichhornia crassipes* на пруде-накопителе в летний период года позволило снизить содержание общего азота на 15,6% (Табл.). Также установлено, что *Eichhornia crassipes* способствует снижению содержания в техногенных водах Авдеевского коксохимического завода взвешенных веществ на 98%, азота аммонийного на 96%, нефтепродуктов на 93%, фосфатов на 48%, СПАВ на 86%, тяжелых металлов (Cu, Cr, Zn) в среднем на 77%.

Однако наряду с преимуществами применения *Eichhornia crassipes* существуют и ряд недостатков в ее использовании для очистки сточных вод. Основным из них является температурный фактор. Так как *Eichhornia crassipes* способна вегетировать при температуре 7 – 32°C, что является проблемой для ее применения и сохранения в осенне-зимний период года.

Таблица – Качество и количество загрязняющих веществ внеплощадных очистных сооружений за 2002 год.

| Наименование | До очистки, мг/л | После очистки, мг/л |
|---------------------|------------------|---------------------|
| фенолы | 0,13 | 0,02 |
| роданиды | 2,35 | 0,09 |
| аммиак общий | 180,00 | 27,00 |
| взвешенные вещества | 92,00 | 24,00 |
| БПК ₅ | 250,00 | 33,64 |

Примечание: Применение *Eichhornia crassipes* для очистки промышленных стоков: процент снижения по общему азоту составил 15,6%.

Внедрение технологий доочистки сточной воды с помощью *Eichhornia crassipes* на очистных сооружениях позволит значительно улучшить уровень очистки и доочистки воды в весенне-летний период.

Список литературы

1. Айруни А.А., Гитин Е.М., Пальчик Д.А. Природоохранные мероприятия в угледобывающих районах. - М.: Минуглепрм СССР, 1985. - 54с.
2. Биочино А.А., Ортега Х. Характеристика растительности некоторых водохранилищ Кубы // Водные сообщества и биология гидробионтов. - Л.: Наука, 1985. - С.18 - 21.
3. Жизнь растений: В 6 т. - М.: просвещение, 1982. - с. 204 - 209, 493 - 500.
4. Лукина Л.Ф., Смирнова Н.Н. Физиология высших водных растений. - К.: Наук. думка, 1988. - С. 1 - 7, 14 - 17, 100 - 115, 134 - 159.
5. Мазепа М.Г., Морозова А.А., Самойленко В.Н., Давыдов О.А. //Актуальные вопросы водной экологии: Материалы Всесоюзная конференция молодых ученых, Киев, 22 - 24 нояб., 1989. - Киев, 1990. - С. 86 - 89.
6. Мережко А.И., Шиян П.Н., Ляшенко А.И. О поглощении водными растениями ДДТ, свинца и некоторых органических кислот из водоема // Формирование и контроль качества поверхностных вод. - 1975. - №1. - С. 105 - 109.
7. Микрякова Т.Ф. Содержание тяжелых металлов в макрофитах Шекнинского плеса Рыбинского водохранилища // Биология внутренних вод. - Л. - 1990. - № 87. - С. 31 - 34.
8. Растительный мир Земли. Под ред. Ф. Фукаррика. В 6 т. - М.: «Мир». 1982. т. 2. - С.109 - 111.
9. Тропические и субтропические растения. Краткие итоги интродукции в оранжереях главного ботанического сада / Под ред. Н.В. Цицина. - М.: Изд-во Академии наук СССР, 1961. - С. 70 - 71.
10. Тропические и субтропические растения. Фонды главного ботанического сада АН СССР. Под ред. Н.В. Цицина. - М.: Наука, 1969. - С. 14 - 27, 61, 108.

УДК 581.9. : 634.956.58

ПРИДАТНІСТЬ ВІДХОДІВ АВДІЇВСЬКОГО КОКСОХІМІЧНОГО ЗАВОДУ ДЛЯ РОСТУ РОСЛИН

Ветрова О.В., Бойко М.І., Найдуківа Т.С., Шаповалова Г.С., Поворознюк Г.В.
(ДонНУ, ОАО "Авдеевский КХЗ", Донецьк, Авдеевка)

В роботі надані результати досліджень використання відходу очисних споруд – надлишкового мулу – для вирощування деяких видів рослин.

Утилізація відходів промислових підприємств – одна з найважливіших проблем сучасності. В процесі нейтралізації промислових забруднень атмосфери, води та ґрунтів поряд з технічними заходами важливу роль відіграють і зелені насадження [1,3,4].

Мета нашої роботи – виявити характер забруднення і перспективи використання відходів Авдіївського коксохімічного заводу [2] зокрема відходу очисних споруд – надлишкового мулу (надалі – просто "відхід"). Для практичного використання результатів роботи слід підібрати асортимент рослин, які здатні рости на даних відходах.

Досліди проводилися на рослинах, природні властивості яких дуже відрізняються, а саме це були: трава газонна; овес; календула; гвоздика; робінія псевдоакація.

Насіння цих рослин висівали в поліетиленові стакани з ґрунтом (контрольний варіант), з відходом, а також з сумішшю ґрунту з відходом у наступних співвідношеннях: (1:1), (1:2) та (1:3). Об'єкти вирощували при штучному освітленні. Визначали всхожість насіння на 10 добу досліді, вимірювали рН ґрунту і відходів, а також довжину коренів та надземної частини паростків на 21 добу.

Досліди проводилися з вибіркою до 50 паростків, цифрові дані обробляли статистично за допомогою однофакторного нерівномірного аналізу, порівняння середніх значень робили за методом Дункана [6]. Кислотність дослідних варіантів ґрунту - дуже важливий показник [5] для росту рослин (табл 1).

Як бачимо, відхід характеризується низьким значенням рН в порівнянні з ґрунтом. Домішки ґрунту до нього підвищують цей показник.

Для визначення всхожості було посіяно по 10 - 50 насінин кожної рослини у всіх варіантах досліді. Трава газонна краще всього зійшла на суміші відходів і ґрунту (1:2) - це стовідсотковий показник. 70% насіння зійшло на ґрунті, 60% – на суміші відходу і ґрунту (1:3) і 30% на суміші 1:1.

Таблиця 1. Кислотність дослідних варіантів ґрунту

| №№ | Варіант досліджу | Значення рН |
|----|--------------------|-------------|
| 1. | Ґрунт | 5,82 ± 0,05 |
| 2. | Відхід | 4,30 ± 0,01 |
| 3. | Ґрунт/відхід (1:1) | 4,95 ± 0,02 |
| 4. | Ґрунт/відхід (2:1) | 5,10 ± 0,03 |
| 5. | Ґрунт/відхід (3:1) | 5,80 ± 0,05 |

Щодо календули, то її стовідсотковий показник на відході, 80% - на ґрунті, 40% - на суміші відходу і ґрунту (1:3) і по 20% на суміші відходу і ґрунту (1:2) і (1:3).

Овес краще всього зійшов на ґрунті – 90% всхожості, 80% - на суміші відходу і ґрунті (1:1), 50% - на суміші відходу і ґрунту 1:2, 40% - на суміші 1:3, та зовсім не зійшов на відході.

Гвоздика краще всього зійшла на сумішах (1:2) та (1:3) по 90% відповідно. 50% рослин зійшло на суміші (1:1), 40% - на ґрунті та 10% на відході.

Таким чином, дослідні рослини по-різному реагують на зміну суміші ґрунту з відходами коксохімзаводу. Найкращу всхожість насіння календули на відході можна пояснити тим, що ця рослина любить більш кислі ґрунти. А злакові культури, до яких належить овес, чутливі до зниження рН ґрунту.

Дані середньої довжини коренів та наземної частини паростків представлені в табл. 2, 3.

Таблиця 2. Довжина паростків, вирощених на різних ґрунтах

| № п/п | Вид рослини | Варіант досліджу | Середня довжина наземної частини, мм | Середня довжина коріння, мм |
|-------|---------------|--------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| 1. | Трава газонна | Ґрунт | 97,6 | 38,0 |
| | | Відходи | 96,3 | 39,0 |
| | | Відходи/ґрунт(1:1) | 108,0 | 22,0 |
| | | Відходи/ґрунт(1:2) | 132,0 | 30,6 |
| | | Відходи/ґрунт(1:3) | 119,0 | 39,0 |
| 2. | Календула | Ґрунт | 36,3 | 80,4 |
| | | Відходи | 28,6 | 101,5 |
| | | Відходи/ґрунт(1:1) | 82,5 | 49,0 |
| | | Відходи/ґрунт(1:2) | 97,5 | 42,5 |
| | | Відходи/ґрунт(1:3) | 87,0 | 45,8 |
| 3. | Овес | Ґрунт | 108,7 | 12,6 |
| | | Відходи | - | - |
| | | Відходи/ґрунт(1:1) | 147,5 | 56,6 |
| | | Відходи/ґрунт(1:2) | 161,0 | 53,0 |
| | | Відходи/ґрунт(1:3) | 101,3 | 60,0 |
| 4. | Гвоздика | Ґрунт | 38,6 | 21,8 |
| | | Відходи | 30,0 | 5,0 |
| | | Відходи/ґрунт(1:1) | 25,6 | 19,6 |
| | | Відходи/ґрунт(1:2) | 30,6 | 19,0 |
| | | Відходи/ґрунт(1:3) | 31,5 | 14,9 |

Трава газонна в контрольному варіанті показала, що довжина наземної частини більше довжини коріння в 2,5 рази. На відходах довжина паростків незмінна, а в дослідних варіантах ці показники змінюються. Найбільш сприятлива для росту суміш (1:2). При цьому наземна частина перевищує довжину коріння в 4,3 рази.

Календула в ґрунті показала більш швидкий ріст коренів в порівнянні з наземною частиною (майже в 2 рази). На відході довжина коренів теж перевищує довжину наземної частини в 3,5 рази. На сумішах ми маємо протилежні результати – довжина наземної частини

перевищує довжину коренів. На суміші (1:1) у 1,7 разів, на суміші (1:2) у 2,3 рази, на суміші (1:3) в 1,9 разів.

Овес в контрольному варіанті показав, що довжина наземної частини перевищує довжину кореня у 8,6 разів, при цьому зовсім не зійшов на відході. На дослідних сумішах ми бачимо такі результати: на суміші (1:1) довжина наземної частини перевищує довжину кореня у 2,6 разів, на суміші (1:2) в 3 рази, на суміші (1:3) в 1,7 разів.

Щодо гвоздики, то довжина наземної частини перевищує довжину кореня в усіх дослідах. У ґрунті в 1,8 раз, у відході в 6 разів, у суміші 1:1 в 1,3 разів, у суміші 1:2 в 1,6 разів, у суміші 1:3 в 2,1 разів.

В результаті дослідів ми можемо сказати, що газонну траву, календулу та гвоздику доцільно вирощувати на данному відході.

З робінією псевдоакацією схему досліду дещо змінювали. В цих дослідах розглядалися два види відходів – мул надлишковий та порода вуглезбагачення. Але вірогідних змін за всіма показниками не знайдено (табл.3). Наземна частина трохи перевищує довжину коріння

Отже, досліди показали, що зовсім не росте на відході тільки овес. Інші рослини ростуть не гірше, ніж на ґрунті. Отже, відходи можна використовувати для засадження декоративними рослинами.

Таблиця 3. Особливості росту паростків Робінії псевдоакації

| Варіант досліду | Всхожість, % | Довжина коріння, мм | Довжина наземної частини, мм | Середня біомаса паростка, мкг |
|------------------|--------------|---------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Порода | 24 | 39,67 | 56,34 | 12,45 |
| Мул | 40 | 32,30 | 44,75 | 11,24 |
| Мул/порода (1:2) | 36 | 32,39 | 40,95 | 11,08 |
| Порода/мул (1:2) | 36 | 36,72 | 57,56 | 9,72 |

Невелика кількість домішок до ґрунту навіть покращує ростові показники рослин. Цей факт можна пояснити відомим в науці феноменом, коли в невеликих кількостях неорганічні речовини, що входять в склад відходів, можуть стимулювати фізіолого-біохімічні процеси в рослинах. Це можна використовувати для вирощування декоративних рослин.

У результаті проведених нами досліджень можна зробити висновки, що відходи Авдеєвського коксохімзаводу не шкодять, а в невеликій кількості навіть покращують ріст декоративних рослин. Однак треба враховувати морфологічні та фізіологічні особливості росту рослин. Можна очікувати, що рослини, які люблять кислі ґрунти, будуть добре рости на відході АКХЗ.

Список літератури

1. Кондратюк Е.Н., Тарабрин В.П., Бакланов В.И. и др. Промышленная ботаника. - К.:Наука. Думка, 1980.-260 с.
2. <http://www.akhz.com.ua/akhz1.html>
3. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы: Функционально-экологический подход. - М.: Наука, МАИК «Наука/Интерпериодика», 2000. – 185 с.
4. Якість ґрунтів та сучасні стратегії добрив/ За ред. Д.Мельничука, Дж.Хофман, М.Городнього. – К.: Арістей, 2004. – 488с.
5. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроєкології /М.Я.Бомба, Г.Т.Пиріг, С.М.Рижук, І.В.Мартинюк, В.П.Патика – К.:Врожай, 2003.- 397с.
6. Приседський Ю.Г. Статистична обробка результатів біологічних експериментів. - Донецьк:Кассіопея, 1999.- 210 с.

РАЗРАБОТКА ПЕРЕЧНЯ ОТХОДОВ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Кауфман С.И., Кирбаба В.В., Н.М.Пастернак, Ковалев Е.Т., Борисенко А.Л., Близнюкова М.И
(ОАО «Авдеевский КХЗ», УХИН, Авдеевка, Харьков, Украина)

В статье раскрыт процесс создания перечня отходов коксохимического производства, как одно из основных направлений управления отходами ОАО «Авдеевский КХЗ» в сфере обращения с отходами.

С момента введения в действие ГосСанПиН 2.2.7.029-99 «Гигиенические требования по обращению с промышленными отходами и определение их класса опасности для здоровья населения», теряют юридическую силу «Методические рекомендации по определению класса токсичности промышленных отходов», утвержденные МЗ СССР 13.05.87 №4286-87, и разработанный на их основе «Временный классификатор токсичных промышленных отходов». Поэтому возникла необходимость в создании взамен отмененного классификатора нового обновленного национального перечня отходов коксохимического производства и их классификации. УХИНОм совместно с коксохимическими предприятиями Украины была проведена работа по составлению такого перечня.

В перечень специфических отходов были включены не только отходы основного производства, но и частично отходы производственного потребления и от оказания услуг. Причем многие из них используются в настоящее время для получения товарной продукции или утилизируются в едином производственном цикле и, в связи с этим, на некоторых коксохимических предприятиях (ОАО «Авдеевский КХЗ», ОАО «Запорожжкокс» и т.д.) переведены в категорию побочных продуктов (попутной продукции). Были изучены все имеющиеся существующие и разрабатываемые направления обращения с отходами.

Они образуются в различных цехах и участках коксохимического производства, весьма разнообразны по своему составу и физико-химическим свойствам. Довольно большую группу представляют отходы, полученные в результате очисток различного оборудования, коммуникаций, емкостей, хранилищ, цистерн из-под коксохимических и химических продуктов. Представляло интерес исследование отходов и побочных продуктов с точки зрения их токсичности и влияния на окружающую среду для выбора направления обращения с ними согласно национальному документу ГосСанПиН 2.2.7.029-99, который устанавливает требования к временному хранению, транспортированию, утилизации и обезвреживанию отходов по их классам опасности.

Совместно со специализированными институтами Минздрава Украины проведены токсиколого-гигиенические исследования, определены физико-химические характеристики, классы опасности и разработаны токсиколого-гигиенические паспорта на отходы и побочные продукты коксохимических предприятий. Большинство исследованных отходов производственного потребления и от оказания услуг коксохимического производства являются умеренно и малоопасными (3-4 классы опасности). Их токсичность, в основном, обусловлена наличием и количеством имеющихся специфических загрязнений. Побочные продукты такие, как фусы каменноугольные, смолка кислая сульфатных отделений, смолы и масла от механической очистки сточных вод, имеют 4 класс опасности.

По результатам работы, согласно порядку, установленного Минздравом Украины, составлен и введен в действие «Перечень отходов коксохимического производства и их классификация», который был согласован с Министерством экологии и природных ресурсов Украины, с Минздравом Украины, Минпром политики Украины и приказом введен последним в действие. Этот Перечень включает также отходы, которые на отдельных предприятиях могут переходить в категорию попутных продуктов, и устанавливает направления обращения с отходами согласно ГосСанПиН 2.2.7.029-99 в зависимости от класса опасности и токсичности.

Деятельность по управлению отходами на ОАО «Авдеевский КХЗ» целенаправленно ведется в течение последних четырех лет. За это время были осуществлены систематизация и классификация отходов, в соответствии с разработанным «Перечнем...». Проведена

паспортизация отходов, оформлены паспорта на места удаления отходов, организован первичный учет и контроль за образованием отходов, производятся расчеты объемов образования последних (для получения лимитов), введено раздельное складирование ликвидных (ресурсосберегающих) отходов. В перспективе – полная утилизация всех видов отходов, работа по определению нормативов образования нетехнологических отходов.

Авдеевскому коксохимическому заводу принадлежат места удаления отходов - полигон твердых бытовых отходов, накопитель химических отходов, породный отвал, шламонакопитель, - общей площадью 195,9га, три из них – действующие (накопитель хим. отходов закрыт в 1999 году). Таким образом, вопрос удаления малоопасных отходов решен. На предприятии ведется работа по изысканию путей и методов утилизации отходов, в том числе нетехнологических, с целью вовлечения в оборот вторичного сырья и уменьшения вредного воздействия на здоровье человека и окружающую природную среду.

В 2005 году специалистами службы охраны окружающей среды, технического отдела, разработана нормативная документация - необходимая для утилизации отходов: «Инструкции по обращению с нетехнологическими отходами» (всего 10 инструкций), которые согласованы с экологическими и санитарными службами.

Утилизация нетехнологических отходов на ОАО «Авдеевский КХЗ» проводилась по двум направлениям:

1) традиционное – передача отходов на переработку (утилизацию) специализированным предприятиям (лампы ртутьсодержащие отработанные, испорченные; шины автомобильные отработанные, испорченные, батареи и аккумуляторы автомобильные отработанные, испорченные, макулатура бумажная и картонная, отходы от чистки емкостей, химаппаратуры, цистерн, содержащие смолистые вещества);

2) утилизация непосредственно на предприятии. В зависимости от способа утилизации можно выделить следующие группы отходов:

а) отходы, утилизируемые на полигоне ТБО в качестве изолирующего слоя – футеровка и кирпич, отходы огнеупоров; футеровка и кирпич кислотоупорный отработанный, отходы смешанные: строительства, ремонта и сноса зданий и сооружений, отходы кругов абразивных и абразивно-металлическая пыль, шлам известковый, образованный в процессе обессоливания воды, недопал извести;

б) отходы, которые возвращаются в технологический процесс в качестве дополнительного источника сырья - отходы от чистки емкостей, химаппаратуры, цистерн, содержащие смолистые вещества; электролит из батарей и аккумуляторов отработанный, дорожный смет коксовых цехов; планируется утилизировать этим путем материалы обтирочные загрязненные, элемент бумажный отработанный с масляных фильтров, шихту угольную и опилки, загрязненные нефте- и коксохимическими продуктами, изделия и материалы электроизоляционные испорченные (нормативная документация разрабатывается совместно с УХИНОм);

в) отходы, используемые для благоустройства территории – балласт железнодорожный отработанный, шпалы железобетонные испорченные или отработанные, отходы обработки древесины; отходы очистных сооружений (последние - для рекультивации склонов породного отвала);

г) отходы, уничтожаемые (сжигаемые): насадка хордовая деревянная отработанная, шпалы деревянные;

д) отходы, которые могут быть реализованы населению для дальнейшего использования: шпалы железобетонные и деревянные, материалы и изделия резиновые. Пока не решен вопрос утилизации ряда отходов - материалов теплоизоляционных, асбестосодержащих отходов, тары металлической, отходов, содержащих заполимеризованные остатки лакокрасочных материалов, - из-за отсутствия рынков сбыта и (или) технологий утилизации.

Разработанный и введенный в действие «Перечень отходов коксохимического производства и их классификация» позволил усовершенствовать систему управления отходами, найти методы и подходы минимизации воздействия отходов на окружающую среду.

Список литературы

1. Закон Украины «Про відходи» №187/98 ВР от 05.03.98р.
2. Практика реалізації основних положень і вимог Закону України «Про відходи» та його підзаконних актів. /Під ред. С.Третьякова. –Донецьк: Держу правління екології та природних ресурсів Мінприроди України у Донецькій області, 2004р.
3. П.Игнатенко. «О состоянии выполнения законодательства в сфере обращения с отходами в Украине и путях его усовершенствования» //Трибуна от 13.09.2005г.

УДК 579.26(075.8)

ОЦЕНКА УТИЛИЗАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ МИКРООРГАНИЗМАМИ В НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СРЕДАХ

Котлярова И.А., Кустова Н.А.

(МГУИЭ, г. Москва, Россия)

Проведена оценка утилизации углеводородов микроорганизмами в жидких средах и нефтесодержащем грунте. Выявлен ряд дрожжевых культур, активно потребляющих углеводороды. Исследованные штаммы бактерий показывают различную степень утилизации нефтепродуктов в жидкой среде и в грунте.

Нарушение технологий переработки и транспортировки нефти и нефтепродуктов, автомобильный транспорт, сеть городских автомоек, увеличение числа АЗС значительно ухудшает экологическую ситуацию в мегаполисах. Это выражается в загрязнении грунтов, почв, грунтовых вод и поверхностей водоемов. Нефть и нефтепродукты, благодаря высокой адсорбирующей способности почвы, длительное время сохраняются в ней, изменяя ее физико-химические и биологические свойства.

Изучение и разработка экологически безвредных приемов ускорения деградации нефтепродуктов в почве и грунтах является важной задачей в решении проблемы рекультивации техногенно нарушенных земель. Наиболее перспективным является биологический путь восстановления загрязненных почв. Имеется большое количество природных микроорганизмов, которые потребляют нефтепродукты в качестве источника углерода, окисляют токсичные соединения до углекислоты и газа, а также преобразовывают их в гумусоподобные соединения. Основой микробиологических методов ликвидации нефтяных загрязнений является увеличение концентрации углеводородокисляющих микроорганизмов на загрязненной территории с целью ускорения биохимического разложения нефтепродуктов: нефти, дизельного топлива, минеральных и синтетических масел, ароматических углеводородов (фенол, бензол, толуол) и т.п.

Одним из таких методов является обработка нефтяного загрязнения концентрированной суспензией высокоактивных углеводородокисляющих микроорганизмов с одновременным внесением питательных биогенных солей.

Целью данной работы является сравнительная оценка утилизации нефтесодержащих продуктов различными микроорганизмами как в жидкой среде, так и в нефтезагрязненных образцах грунтов.

Штаммы микроорганизмов (дрожжей и бактерий) были получены из коллекции ФГУП ГосНИИ «Синтезбелок». Для выращивания посевного материала использовали минеральную среду с добавлением 0,5 % парафина. Культивирование проводили на круговой качалке в качалочных колбах объемом 750 мл, содержащих 100 мл питательной среды, при температуре 34⁰ С. Рост микроорганизмов определяли по изменению оптической плотности культуральной жидкости на фотозлектроколориметре КФК-2 (при $\lambda=480\text{nm}$).

Эксперименты по культивированию дрожжей и бактерий на жидкой среде с парафином позволили установить, что все исследованные культуры хорошо развиваются на среде с парафином (табл.1).

Таблица 1. Показатели роста культур микроорганизмов в жидкой среде с парафином. Время выращивания 3 суток. Начальные значения pH в среде для дрожжей – 5,5; в среде для бактерий – 7,2.

| Показатели роста | Номера культур микроорганизмов | | | | | | |
|----------------------|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|------|------|
| | Дрожжи | | | | Бактерии | | |
| | 337 | 338 | 569 | 779 | 142 | 568 | 712 |
| Оптическая плотность | 0,46 X 5 | 0,55 X 5 | 0,57 X 5 | 0,54 X 5 | 0,40 | 0,45 | 0,50 |
| pH | 3,68 | 3,22 | 3,11 | 3,00 | 6,60 | 6,74 | 6,89 |

Эксперимент по утилизации нефти теми же культурами микроорганизмов в жидкой среде проводился при начальном содержании нефти 5 г/л. Данные по степени утилизации нефти дрожжами и бактериями в жидкой среде представлены на рис. 1.

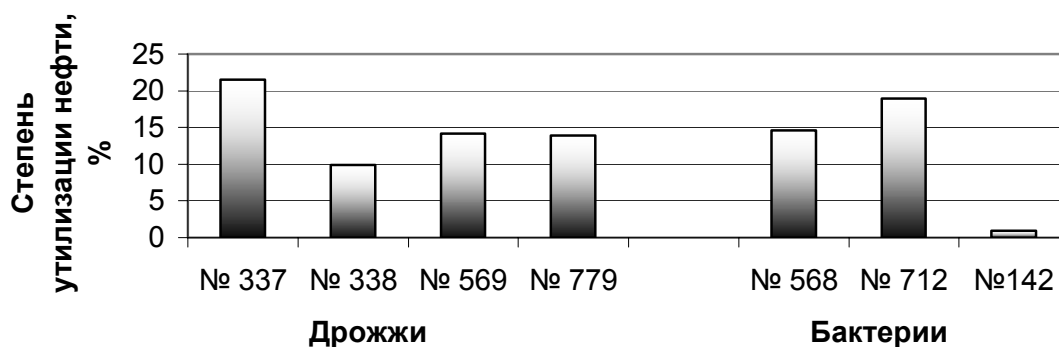


Рисунок 1. Утилизация нефти культурами микроорганизмов в жидких средах

Содержание нефтепродуктов в воде определяли весовым методом с экстракцией хлороформом. Из рис.1 видно, что наиболее высокую степень утилизации показала дрожжевая культура № 337 и штамм бактерий № 712.

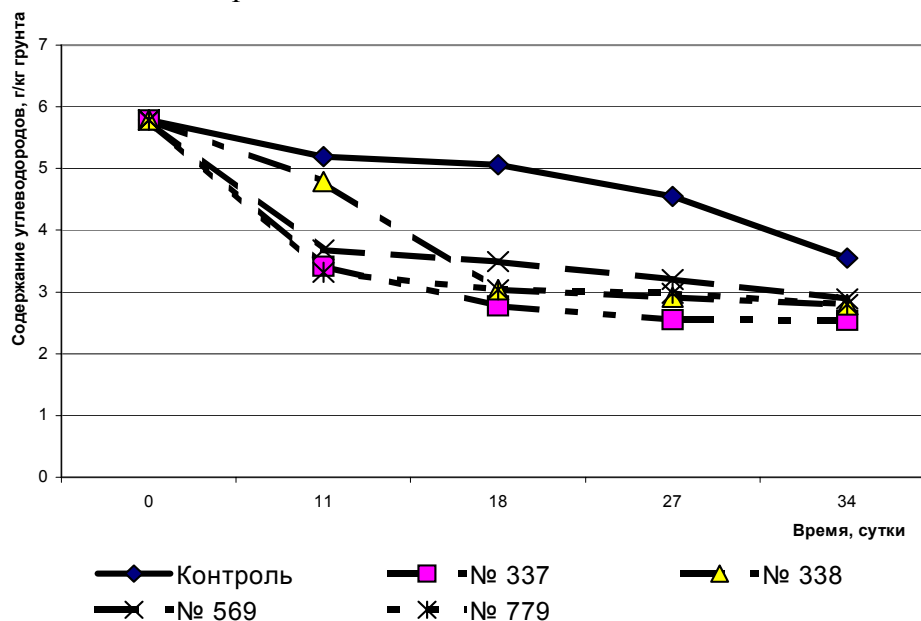


Рис.2. Динамика потребления углеводов культурами дрожжей в нефтезагрязненном грунте

Большой практический интерес представляет динамика утилизации углеводов в грунте, загрязненном городскими отходами нефтепродуктов. Эксперимент проводили в емкостях с массой грунта 0,8 кг во влажной камере с температурой 30⁰ С. Грунт ежедневно

перемешивали и поддерживали влажность на уровне 15% -17% добавлением воды или минеральных солей. Содержание нефтепродуктов в почве определяли путем экстракции гексаном с последующим измерением на флуориметре «Флуорат – 02» по аттестованной методике ПНДФ 14.1:2:4.128-98. Данные по динамике утилизации нефтепродуктов в почве представлены на рис. 2 и 3.

Как видно из рис. 2 и 3, внесенные культуры активнее потребляли нефтепродукты по сравнению с контролем без добавления минеральных солей, особенно шт. №337 и №142. Интересно, что в жидкой среде шт. №142 показал очень низкую степень утилизации нефти.

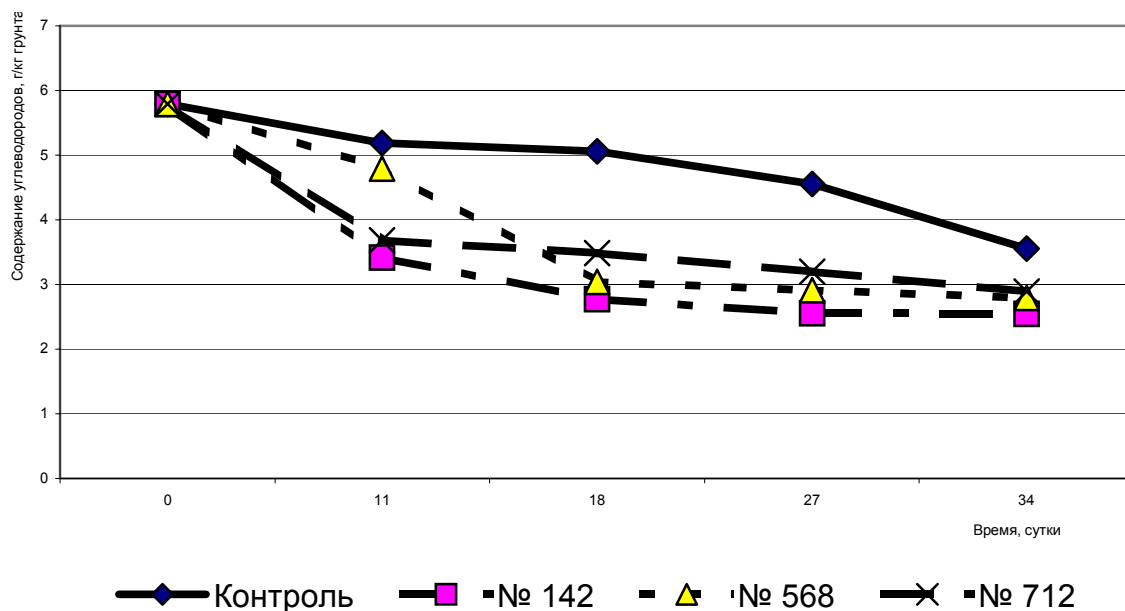


Рис. 3. Динамика потребления углеводородов бактериями в нефтезагрязненном грунте.

На рис.4 показана степень утилизации углеводородов в грунте на 27 суток, из которого можно сделать вывод, что автохтонная микрофлора при добавлении минеральных солей тоже достаточно активно потребляет нефтепродукты.

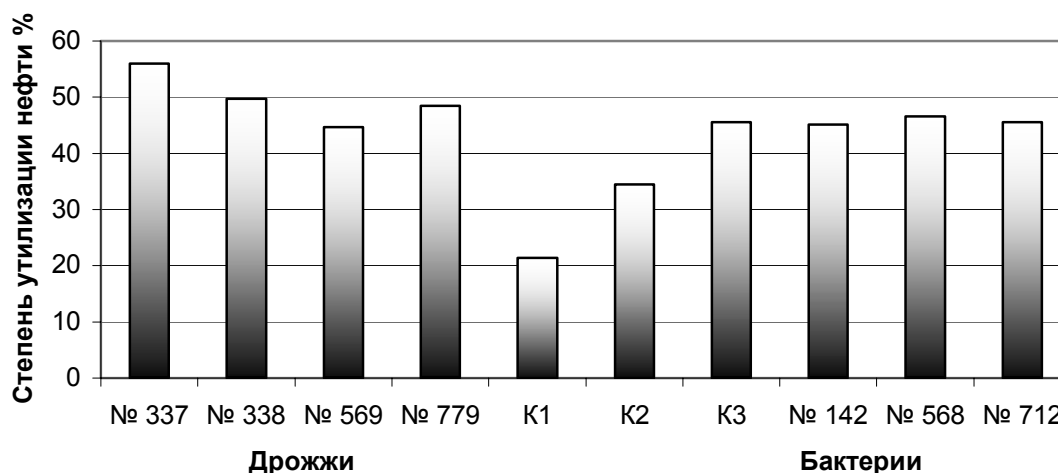


Рис. 4. Утилизация углеводородов микроорганизмами в нефтезагрязненном грунте.

K1 – контроль с добавлением солей для дрожжей; K2 – контроль без добавления солей; K3 – контроль с добавлением солей для бактерий.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНЫХ ВЫХЛОПОВ

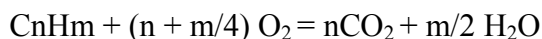
Систер В.Г.¹, Цедилин А.Н.¹, Каталымов А.В.¹; Покровский Д.Д.²
(МГУИЭ¹, ООО «НПО «Керамикфильтр»², Москва, Россия)

Исследован процесс очистки дизельных выхлопов городских резервных электростанций. Показано, что использование керамических фильтров практически полностью удаляет сажу из выхлопа.

Атмосферный воздух из-за быстрой миграции в нем загрязняющих веществ является самой чувствительной к загрязнению городской средой. Помимо этого, в большинстве случаев именно через атмосферный воздух загрязняющие вещества попадают в помещения и оказывают негативное воздействие на здоровье горожан [1].

Одним из источников загрязнения атмосферного воздуха в Москве являются двигатели внутреннего сгорания - карбюраторные и дизельные. Дизельные двигатели менее требовательны к качеству топлива и из-за этого представляют повышенную экологическую опасность [2].

Химическая реакция, протекающая при сгорании топлива, может быть представлена в следующем виде:



где: C_nH_m - условное обозначение углеводородов в составе топлива.

Однако эта реакция не проходит до конца даже при стехиометрических соотношениях горючего и окислителя. Усредненный состав возможных токсичных выбросов дизельного двигателя с учетом примесей, добавок и присадок в топливе содержит углерод (сажу), CO, NO_x, SO_x, углеводороды, альдегиды, кислоты, бензапирен и др. Кроме того, в выхлопе, как видно из реакции горения, содержится большое количество диоксида углерода и паров воды. Температура газов на выходе из дизеля достигает 400 °С.

Продукты сгорания оказывают непосредственное воздействие на экологию мегаполиса, способствуют образованию кислотных дождей, туманов, смога.

Для снижения степени экологического риска при эксплуатации дизельных двигателей резервных генераторов или проведении на них регламентных работ разработаны различные технологические процессы: сорбция, каталитическое окисление, осаждение конденсацией, введение присадок, жидкостная и плазменная нейтрализация, электрофильтрация и т.п. [3,4]. Однако они обладают определенной избирательностью, чувствительны к аэрозольному составу очищаемого газа и не могут быть совмещены в одном аппарате, приемлемом для городских пользователей по массогабаритным характеристикам.

Исходя из этого, представляется целесообразной разработка реализуемой в одном аппарате технологии предварительной фильтрационной очистки выхлопов от сажи с последующей их каталитической доочисткой.

Проведенный научно-технический анализ показал, что в настоящее время для дизелей малых и средних мощностей единственным приемлемым техническим вариантом очистки выхлопа от сажи является ее задержка на тонкопористых фильтрующих перегородках. При этом материал перегородок должен выдерживать высокую температуру выхлопа, (>100 °С), исключаящую конденсацию паров воды, и термическую регенерацию при дожигании сажи (550—650 °С). Эти показатели однозначно указывают на необходимость применения керамических фильтрующих элементов.

Важным требованием для них является также недопущение превышения предельных газодинамических сопротивлений за ресурсное время работы фильтра.

Для апробации технологии высокотемпературной фильтрации был изготовлен и испытан разработанный ООО «НПО Керамик-фильтр» опытный образец аппарата с керамическими элементами, выполненного в виде 6 блоков по 78 керамических трубок с номинальным показателем удерживающей способности по саже 5 и 8 мкм, диаметром 10,0/7,5 мм, длиной рабочей части 700 мм, общей площадью фильтрации 7,8 м².

Испытания проводились на опытном стенде с использованием дизельного двигателя 6Ч 12/14 номинальной мощностью 50 кВт по схеме, соответствующей регламентным работам.

Высокая температура выхлопных газов потребовала применения термоизоляции корпуса аппарата. Базальтовое волокно толщиной 50 мкм оказалось весьма эффективным теплоизолятором. Температура поверхности аппарата не превышала 40 °С.

Замеряли содержание сажи $C_{вх}$ на входе в аппарат и $C_{вых}$ на выходе из него, газодинамическое сопротивление аппарата (ΔP , мм вод. ст.), температуры (°С) выхлопных газов T_1 на входе в аппарат и T_2 на выходе из него. Полученные результаты представлены в табл.1 и на рис. 1—3.

Таблица 1. Сводная таблица показателей испытаний опытного образца

| Режимы работы дизеля | Время работы, мин | ΔP мм вод. ст. | $C_{вх}$, г/нм ³ | $C_{вых}$, г/нм ³ | Эффективность, Э % | T_1 °С т-ра на входе | T_2 °С т-ра на выходе |
|------------------------|-------------------|------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|
| Режимы холостого хода | 0 | 30 | | | | 127 | 105 |
| | 10 | 37 | | | | 145 | 127 |
| | 15 | 38 | 0,114 | 0,0067 | 94,12 | 150 | 135 |
| Рабочий режим нагрузки | 25 | 90 | | | | 285 | 245 |
| | 35 | 180 | | | | 342 | 315 |
| | 45 | 210 | | | | 346 | 327 |
| | 50 | | 0,773 | 0,0011 | 99,86 | | |
| | 55 | 225 | | | | 350 | 350 |
| | 65 | 250 | 0,880 | 0,0012 | 99,86 | 350 | 350 |
| Холост. ход | 70 | 215 | | | | 250 | 265 |

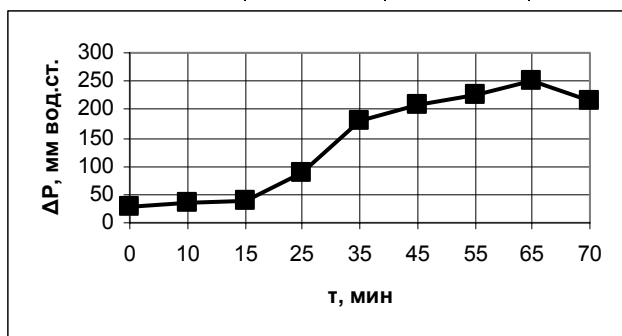


Рисунок 1. График нарастания газодинамического сопротивления

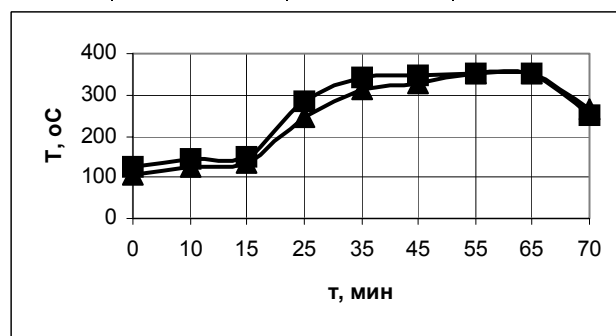


Рисунок 2. График изменения температуры выхлопных газов

■ - T_1 °С; ▲ - T_2 °С

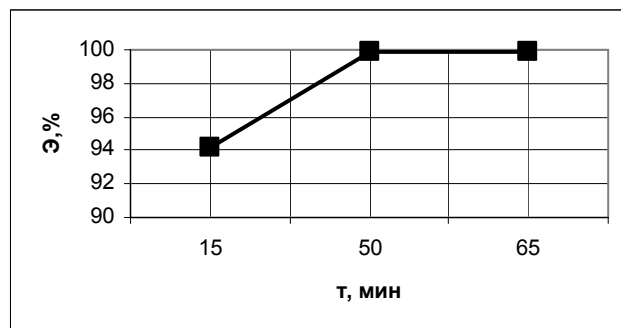


Рисунок 3. График значений эффективности газоочистки

В ходе испытаний по полному циклу регламентных работ дизеля, расходе газа 450 нм³/ч, температуре газа 350 °С и максимальной концентрации сажи до 0,9 г/нм³ опытный образец аппарата показал высокую эффективность снижения содержания сажи в выхлопе (на 99,8%). Несколько меньшая величина этого показателя (94,2%) отмечалась на холостом ходу.

Низкие значения газодинамического сопротивления фильтра: 30 мм вод. ст. (начальное) и 250 мм вод. ст. (конечное) позволяют использовать керамические элементы, разработанные ООО «НПО Керамикфильтр», в качестве носителя катализатора для доочистки дизельных выхлопов.

Проведенные исследования позволяют рекомендовать отечественные керамические материалы для очистки дизельных выхлопов в условиях мегаполиса с целью снижения степени загрязнения атмосферного воздуха.

Библиографический список

1. Губернский Ю.Д. Окружающая среда и здоровье. — М., 1988, — 145 с.
2. Николайкин Н.И., Феоктистова О.Г., Мелехова О.П., Николайкина Н.Е. Общая экология. Часть II. — М.: МГТУ ГА, 2001. — 216 с.
3. Родионов А.И., Клушин В.Н., Систер В.Г. Технологические процессы экологической безопасности. — Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2000. — 800 с.
4. Вальберг А.Ю., Исянов Л.М., Яламов Ю.И. Теоретические основы охраны атмосферного воздуха от загрязнений промышленными аэрозолями. С-Пб., 1993. — 235 с.

УДК 66.042:886.4001.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СИСТЕМАХ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ АППАРАТОВ С ТРЕХФАЗНЫМ ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ ОРОШАЕМОЙ НАСАДКИ ОСПН

Кузнецова Н.А., Беренгартен М.Г., Ключенкова М.И.

(МГУИЭ, Москва, Россия)

There were conducted the experiment on studying hydrodynamics of new types bulk fluidized packed, made from polyethylene mesh (BMFP). The dependences for calculation of basic characteristics three-phase bed of irrigation packed BMEP were received.

В современных условиях значительного антропогенного воздействия на окружающую среду становится актуальным поиск наиболее эффективных и экономичных методов очистки промышленных выбросов. Одной из особенностей очистки газовых выбросов от вредных примесей является ситуация, связанная с часто меняющимися условиями проведения процесса, в частности с изменением скоростей газовых потоков и концентраций вредных компонентов. Существенно, что в системах очистки промышленных газов вредные примеси присутствуют, как правило, в низких концентрациях, поэтому необходимо обеспечить высокую степень очистки при малых расходах по жидкости и высоких расходах по газу. Кроме того, для снижения энергозатрат необходимо обеспечить низкие гидравлические сопротивления аппарата при сохранении высокой эффективности очистки газовых потоков.

Одним из перспективных направлений интенсификации процесса массообмена является разработка аппаратов с использованием принципа взаимодействия газожидкостных потоков в слое подвижных тел.

Основными требованиями, предъявляемыми к насадочным элементам аппаратов с подвижной насадкой, как известно, являются: обеспечение интенсивной турбулизации газожидкостных потоков; однородность структуры слоя с целью предотвращения проскока газа и жидкости; высокая износостойкость; низкая стоимость.

Основываясь на опыте использования нерегулярных насадок из объемных текстильных структур с высокоразвитой поверхностью, получаемых трикотажным способом из синтетических монокристаллов [1], был разработан и изготовлен принципиально новый тип сетчатых насадок. Насадочные тела (рис. 1) изготавливались из серийно выпускаемого полиэтиленового рукава: они просты по конструкции и методу изготовления и имеют низкую стоимость. Достоинства такой насадки состоят в том, что она имеет развитую удельную поверхность контакта фаз, малую насыпную плотность, обладает большой порозностью (свободным объемом) и способностью накапливать значительное количество жидкости внутри объема насадки.

Основные характеристики нового типа сетчатых насадок представлены в табл. 1.

При проведении исследований гидродинамики аппаратов с трехфазным псевдооживленным слоем с насадкой ОСПН двух модификаций был выбран определенный

диапазон работы аппарата, в частности $\frac{L}{G} = 0,15 \pm 0,9$ (где L, G – нагрузка по жидкой и газовой фазам), характерный для процессов абсорбционной очистки хорошо растворимых газов.

Таблица 1 – Основные характеристики нового типа сетчатых насадок

| Модификация насадки | I | II |
|--|-------|-------|
| Характеристика насадки | | |
| Удельная поверхность, м ² /м ³ | 336 | 367 |
| Свободный объем | 0,99 | 0,875 |
| Вес одного элемента насадки, г. | 6,2 | 7,6 |
| Число насадочных тел в единице объема, м ⁻³ | 9131 | 12500 |
| Плотность насыпная, кг/м ³ | 68,29 | 95,0 |
| Габаритные размеры: | | |
| длина одной нити сетки, мм | 750 | 350 |
| наружный диаметр одного элемента насадки, мм | 50 | 50 |
| высота элемента насадки, мм | 50 | 38 |
| толщина нити, мм | 0,2 | 0,6 |



Насадка I модификации



Насадка II модификации

Рисунок 1. Образцы насадочных тел

Исследования гидродинамики аппарата с трехфазным псевдооживленным слоем проводили на полупромышленном экспериментальном стенде в колонне диаметром 400 мм на системе вода – воздух с опорно-распределительной решеткой провального типа с отверстиями диаметром 8 мм со свободным сечением 12%.

Колонна была выполнена из органического стекла, что позволяло наблюдать за трехфазным псевдооживленным слоем, а также измерять высоту динамического газожидкостного слоя. Кроме того, в ходе исследований измеряли расходы газа и жидкости, гидравлическое сопротивление тарелки с трехфазным псевдооживленным слоем и объем жидкости, удерживаемой в слое.

Наличие на провальной тарелке сухой сетчатой насадки увеличивает гидравлическое сопротивление аппарата всего на 20-75 Па в диапазоне скоростей газа 1,5-3,5 м/с, следовательно, сухая насадка обладает крайне низким гидравлическим сопротивлением.

При обработке полученных данных по скорости перехода сетчатых насадок в режим развитого псевдооживления принимались во внимание работы, выполненные проф. Таратом Э.Я. с сотрудниками [2] для расчета скорости начала псевдооживления неорошаемой шаровой псевдооживленной насадки:

$$w_{0,кр} = A \sqrt{\frac{d_{ш} \rho_{ш}}{\rho_{г}}} \quad (1)$$

где $d_{ш}$ – диаметр шара, м;

$\rho_{ш}$ – плотность (кажушаяся) шара, кг/м³.

С использованием полученных экспериментальных данных уравнение (1) было преобразовано с учетом принципиального отличия нового типа насадочных тел от известных шаровых насадок (насадка из полиэтиленовых сеток имеет ячеистую структуру, а шары – закрытую внутреннюю полость).

В качестве определяющего параметра вместо диаметра шара $d_{ш}$ в уравнении (1) была принята величина, обратная удельной поверхности насадки – $F_{уд}$ ($\text{м}^2/\text{м}^3$), а вместо плотности шаров $\rho_{ш}$ введена насыпная плотность насадки из полиэтиленовой сетки $\rho_{н}$. Тогда с учетом полученных экспериментальных данных уравнение для расчета скорости перехода всей насадки в режим развитого псевдооживления примет вид:

$$w_{0,кр} = 6,28 \sqrt{\frac{1}{F_{уд}} \frac{\rho_{н}}{\rho_{г}}} \quad (2)$$

где $\rho_{н}$ – плотность насадки, $\text{кг}/\text{м}^3$;

$F_{уд}$ – удельная поверхность насадки, $\text{м}^2/\text{м}^3$.

Опытным путем установлены два основных гидродинамических режима работы новой насадки ОСПН двух модификаций:

1) при скорости газа более 1 м/с насадка находилась в подвижном состоянии (из-за низкой насыпной плотности), пристеночные слои насадочных тел переходили в движение и начинали перемещаться в центральную часть аппарата, но их движение у стенок было заторможено – режим начала псевдооживления;

2) с увеличением скорости газа насадочные тела полностью переходили во взвешенное состояние, они концентрировались в центральной части аппарата, при этом возрастало количество удерживаемой жидкости в газожидкостном слое и, как следствие, увеличивалась его высота – режим развитого псевдооживления.

Каждая из двух изученных модификаций насадки переходит в режим развитого псевдооживления при различных скорости газа и удельной нагрузки по жидкости (рис.2).

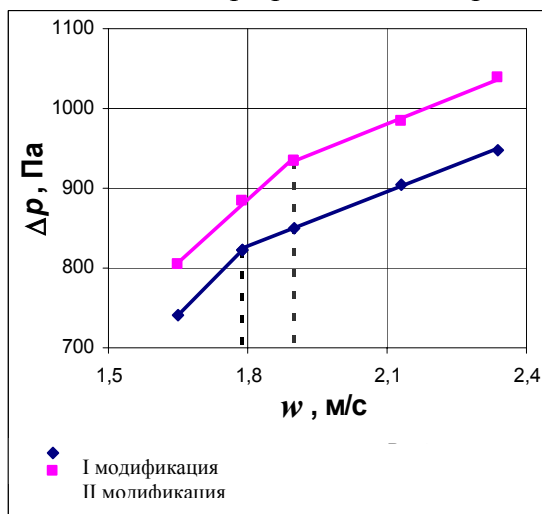


Рисунок 2. Зависимость гидравлического сопротивления трехфазного слоя от скорости газа в колонне для сетчатой насадки двух модификаций (при $L_{уд}=2,14 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{ч}$)

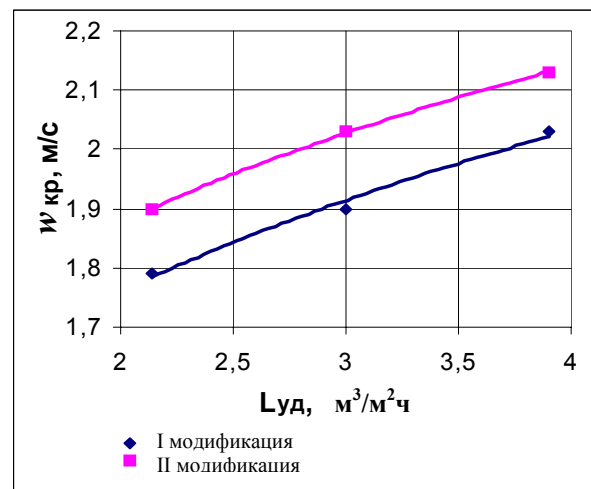


Рисунок 3. Зависимость скорости перехода орошаемой насадки двух модификаций в режим развитого псевдооживления от удельной нагрузки по жидкости

При обработке экспериментальных данных первоначально изучили зависимость скорости перехода в режим развитого псевдооживления от нагрузки по жидкости для насадок ОСПН двух модификаций (рис.3). Объединение $w_{кр}$ для различных модификаций сетчатой насадки целесообразно производить с введением $F_{уд}$, что позволяет с точностью $\pm 10\%$ получить расчетное уравнение:

$$w_{кр} = 0,0045 L_{уд}^{0,20} F_{уд} \quad (3)$$

В соответствии с этим уравнением можно разграничить два режима работы колонны.

Гидравлическое сопротивление аппарата является одним из основных факторов при расчете схем абсорбции и выборе оборудования, так как от него зависят энергетические затраты на проведение процесса.

Гидравлическое сопротивление аппарата Δp равно сумме гидравлических сопротивлений орошаемых тарелки и насадки:

$$\Delta p = \Delta p_t + \Delta p_n \quad (4)$$

где Δp_t – гидравлическое сопротивление орошаемой тарелки, Па;

Δp_n – гидравлическое сопротивление орошаемой насадки, Па.

Гидравлическое сопротивление тарелки Δp_t хорошо изучено, поэтому представляло интерес определение гидравлического сопротивления насадки ОСПН.

Гидравлическое сопротивление исследуемой сетчатой насадки Δp_n определялось, как разница сопротивления аппарата и тарелки. Опытные значения Δp_n для насадки первой модификации представлены на рис. 4. Аналогичные зависимости получены для насадки второй модификации. Опыты показали незначительное увеличение гидравлического сопротивления насадки ОСПН с ростом скорости газа от 1,6 до 2 м/с с последующим выходом на автомодельность.

Обработка всего объема экспериментальных данных по насадкам обеих модификаций в широком диапазоне скоростей газа и нагрузок по жидкости позволила получить общее уравнение Δp_n для рабочего режима работы аппарата с орошаемой насадкой ОСПН:

$$\Delta p_n = 247 w_k^{0,26} L_{уд}^{0,32} \quad (5)$$

где w_k – скорость газа в аппарате, м/с.

Незначительное влияние скорости газа на гидравлическое сопротивление орошаемой насадки нового типа в режиме развитого псевдооживления (степень влияния 0,26), по-видимому, объясняется порозностью сетчатых насадок.

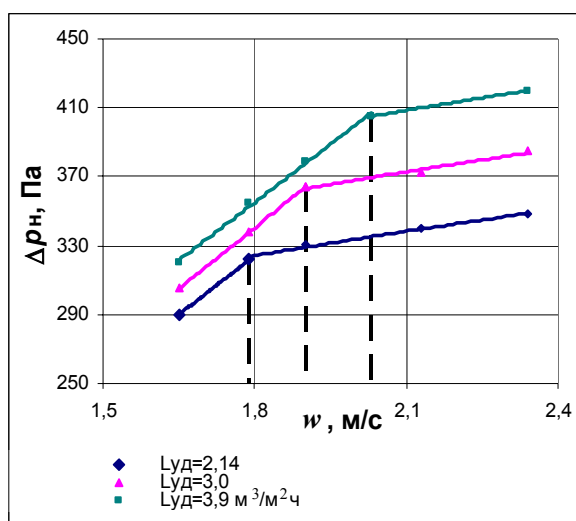


Рисунок 4. Зависимость гидравлического сопротивления орошаемой насадки Δp_n от скорости газа w при различных удельных плотностях орошения $L_{уд}$ (насадка I модификации)

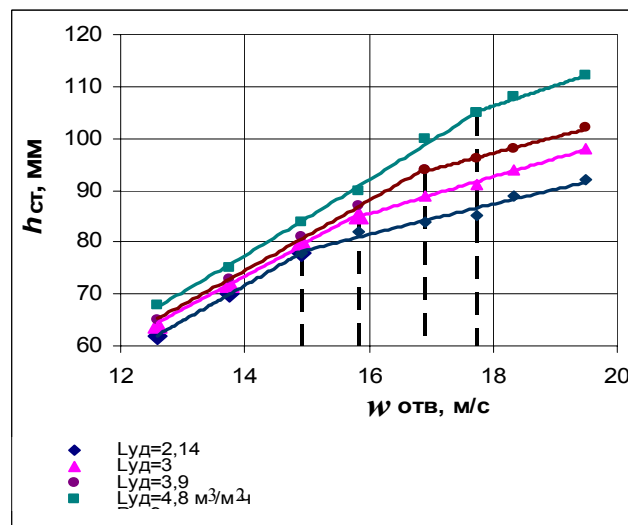


Рисунок 5. Зависимость $h_{ст}$ от скорости газа в отверстиях $w_{отв}$ при различных удельных нагрузках по жидкости для двух режимов работы провальной тарелки с насадкой ОСПН I модификации

Отклонение значений гидравлических сопротивлений насадки ОСПН двух модификаций Δp_n , рассчитанных по уравнению (5) с экспериментальными значениями Δp_n не превышало $\pm 15\%$.

Известно, что при вынужденном движении жидкости безразмерный перепад давления зависит от числа Рейнольдса Re и может быть выражен числом Эйлера Eu :

$$Eu \equiv \frac{\Delta p}{\rho w^2} = f(Re) \quad (6)$$

При критериальной обработке полученных результатов в качестве характерного размера вместо эквивалентного диаметра насадки в критерий Re для газовой фазы с учетом сложной объемной структуры насадки нами была введена величина удельной поверхности сетчатой насадки $F_{уд}$,

$$Re_{\Gamma} = \left(\frac{w \rho_{\Gamma}}{\mu_{\Gamma}} \cdot \frac{1}{F_{уд}} \right) \quad (7)$$

где μ_{Γ} – вязкость газа, Па·с.

а для жидкой фазы – количество удерживаемой в трехфазном слое жидкости $h_{ст}$:

$$Re_{ж} = \left(\frac{L_{уд} \rho_{ж} h_{ст}}{\mu_{ж}} \right) \quad (8)$$

где $\mu_{ж}$ – вязкость жидкости, Па·с.

Полученное критериальное уравнение для определения гидравлического сопротивления орошаемой насадки из полиэтиленовых сеток ОСПН двух модификаций имеет вид:

$$Eu = 3,9 Re_{\Gamma}^{0,26} Re_{ж}^{0,32} \quad (9)$$

Важным гидродинамическим параметром, влияющим на процесс массообмена, является объем находящейся в слое жидкости. Поэтому в данной работе проведены исследования методом отсечки влияния скорости газа и плотности орошения на объем задержанной жидкости, представленной в виде высоты статического слоя жидкости $h_{ст}$ ($h_{ст} = \frac{V_{з.ж.}}{F_{\Gamma}}$).

Известно, что на величину объема удерживаемой жидкости оказывает влияние свободное сечение провальной тарелки. Поэтому на рис. 4 представлена зависимость высоты статического слоя жидкости от скорости газа в отверстиях провальной тарелки, что позволяет исключить влияние свободного сечения.

Для всей совокупности экспериментального материала получена общая расчетная зависимость для определения объема удерживаемой жидкости через $h_{ст}$ в рабочем режиме:

$$h_{ст} = 11,2 w_{отв}^{0,65} L_{уд}^{0,26} \quad (10)$$

где $w_{отв}$ – скорость газа в отверстиях решетки, м/с.

Вторым важным гидродинамическим параметром является газосодержание трехфазного слоя ϕ . Поскольку сетчатая насадка принципиально отличается от ранее исследованных типов насадок, то применение известных уравнений для определения газосодержания трехфазного слоя орошаемой насадки нуждалось в проверке. Нами был использован поэтапный подход к изучению газосодержания трехфазного газожидкостного слоя. Сначала была исследована провальная тарелка со свободным сечением 12%, и на втором этапе - та же тарелка с насыпанной на нее поочередно насадкой ОСПН двух модификаций.

Газосодержание ϕ связано с относительной плотностью газожидкостного

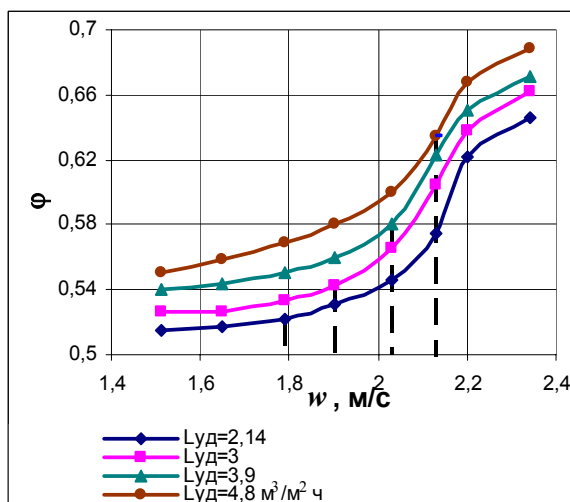


Рисунок 6. Зависимость газосодержания трехфазного слоя с насадкой ОСПН I модификации от скорости газа при постоянной удельной нагрузке по жидкости для двух режимов работы

слоя k ($\varphi=1-k$). Во время опытов величина относительной плотности газожидкостного слоя экспериментально замерялась как отношение высоты газожидкостного слоя к высоте статического слоя жидкости $h_{ст}$ (вычисленной из замера объема удерживаемой жидкости).

Анализ известных уравнений для расчета относительной плотности пены показал наилучшее совпадение ($\pm 10\%$) наших экспериментальных данных для провальной тарелки по k с уравнением Соломахи Г.П. и Оспанова М.Ш [3].

$$k = 1,81h_{ст}^{0,16}(w\sqrt{c_r})^{-0,33}\mu_L^{0,16}\sigma^{0,12} \quad (11)$$

где σ – поверхностное натяжение, Н/м.

При визуальном наблюдении в ходе проведения эксперимента работы провальной тарелки с сетчатыми насадками ОСПН было установлено, что в режиме начала псевдооживления влияние скорости газового потока на величину φ незначительно. В режиме развитого псевдооживления наблюдается более интенсивный рост высоты газожидкостного слоя (рис.6).

Как видно из анализа уравнения (11) на величину относительной плотности пены существенное влияние оказывает скорость газа в колонне (F -фактор= $w\sqrt{c_r}$) и удельная нагрузка по жидкости, выраженная через высоту статического слоя жидкости.

Влияние вязкости μ_L и поверхностного натяжения σ жидкости на относительную плотность газожидкостного слоя в настоящей работе не исследовалось, поскольку было выполнено ранее в работе Оспанова М.Ш., что позволило в результате обработки всего объема экспериментальных данных по относительной плотности газожидкостного слоя получить следующую зависимость для рабочего режима:

$$k = 2,4h_{ст}^{-0,47}(w\sqrt{\rho})^{-0,88}\mu_L^{0,16}\sigma^{0,12} \quad (12)$$

Таким образом, данные обработки результатов гидродинамических исследований аппаратов с новым типом насадок ОСПН позволили получить расчетные уравнения для характеристики трехфазного газожидкостного слоя (статический слой жидкости и относительная плотность пены или газосодержание), а также оценить увеличение гидравлического сопротивления насадки ОСПН двух модификаций при использовании ее на провальной тарелке в режиме развитого псевдооживления.

Использование насадки ОСПН улучшило структуру газожидкостного слоя на тарелке, что должно повысить эффективность процесса массообмена.

Литература

1. Витковская Р.Ф., Зыбина Н.Ф. Полимерные контактные устройства из объемных структур для тепло-массообменных аппаратов. Вестник С.-Петербургского государственного университета технологии и дизайна, 1998, №2, с. 120-127.
2. Тарат Э.Я., Буркат В.С., Дудорова В.С. К вопросу о гидродинамике аппаратов с орошаемой взвешенной шаровой насадкой. Прикл.хим., 1974, Т47, №1, с. 106-110.
3. Оспанов М.Ш. Канд. дис. Исследование влияния гидродинамических и физико-химических параметров на массоотдачу в жидкой фазе на беспереливных тарелках. МИХМ, 1979.

УДК 628.492:620.4

ИССЛЕДОВАНИЯ СМЕСЕЙ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ И СМОЛИСТЫХ ОТХОДОВ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Калинихин О.Н., Краснянский М.Е.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Проведены исследования смесей твердых бытовых отходов (ТБО) с отходами коксохимического производства - фусами и кислой смолкой, а также (для сравнения) с антрацитом с целью создания топливных брикетов для промышленных печей. Измерены зольность, выход летучих, теплоты сгорания; исследованы ИК-спектры и дериватограммы

Проблема поиска оптимальных методов переработки твёрдых бытовых отходов (ТБО) является одной из актуальных общемировых проблем. В мире накопилось огромное количество ТБО (только в Украине - св. 5 млрд м³!), причем все эти ТБО складированы без предварительной сортировки; при этом ежегодно имеет место увеличение объёмов ТБО на 1-2 м³/чел.

Т.к. 65-75% компонентов ТБО имеют органическую природу, термическая утилизация ТБО является распространённым методом решения проблемы муниципальных отходов (см. табл. 1 [1]). Огромная проблема состоит однако в том, что человечество обязано научиться сжигать (или осуществлять пиролиз) ТБО не только с выгодой для экономики, но, главное, без нанесения ущерба природной среде.

Таблица 1 - Способы удаления ТБО (%)

| Технология | США | Англия | Франция | Германия | Япония |
|------------|-----|--------|---------|----------|--------|
| Складир. | 84 | 89 | 55 | 73 | 27 |
| Сжигание | 15 | 10 | 35 | 25 | 70 |
| Компостир. | 1 | 1 | 10 | 2 | 3 |

Необходимо также развеять иллюзии о том, что если ТБО не сжигать, а просто складировать, то природная среда почти не "страдает". В толще ТБО быстро возникают и интенсивно разрастаются колонии различных микроорганизмов, которые перерабатывают органическую часть ТБО в десятки токсичных газов и паров - метанол, формальдегид, сероводород, аммиак, HCN, HCL, трихлорэтилен, этилбензол, ацетон и др., а также в "парниковые" газы метан и CO₂ [2]. Еще одна "полуправда" - это выделение диоксинов. Да, при сжигании ТБО могут выделяться диоксины; однако если придерживаться жесткого температурного режима 950 °С и достаточного избытка воздуха - можно добиться почти 100%-ного их выгорания - а их остаток в дымовых газах нужно улавливать специальными адсорбентами [3]. Однако максимум образования диоксинов приходится на интервал температур 250-400 [4] - а это как раз температуры горения (в летнее время) или тления (в более прохладные периоды) сотен свалок ТБО по всей Украине. Вот это и есть основной источник поступления диоксинов в атмосферу!

Опыт термической переработки бытового мусора в развитых странах мира показывает, что всё большее значение приобретают технологии, направленные на сжигание так называемых комплексных смесей, сочетающих в своём составе как горючие компоненты ТБО, так и некоторые виды промышленных отходов, обладающих достаточно высокой теплотой сгорания. Поэтому нами исследованы физико-химические характеристики смесей ТБО (использовались ТБО усреднённого, но постоянного состава) и жидких отходов коксохимического производства. Соотношение ТБО и смолистых отходов КХЗ находилось в диапазоне от 60% к 40% до 90% к 10%, т.к. конечная цель всей работы - крупномасштабная утилизация ТБО.

Морфологический состав бытовых отходов, используемый в предпринятых исследованиях, взят как средний по Украине (после частичной ручной сортировки).

Таблица 2 – Соотношение компонентов рабочих смесей

| Компонент смеси | Содержание в смеси, мас.% | | | | | | |
|---|---------------------------|----|----|----|----|----|----|
| | 90 | 85 | 80 | 75 | 70 | 65 | 60 |
| ТБО | | | | | | | |
| Добавка (фусы, кислая смолка, антрацит) | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |

Исследованы смеси, имеющие состав по табл. 1. Смешивание бытовых и смолистых отходов КХЗ осуществлялось после предварительного нагрева последних на водяной бане в течение 15 минут. Для сравнения и более глубокого анализа получаемых данных использовались контрольные смеси ТБО и антрацита (марки А).

Результаты определения теплотехнических показателей исходных смесей представлены в таблицах 3-5.

Нами исследованы спектры поглощения ряда отходов и их смесей в ИК области. Для исследований использован спектрометр "IR-75" (КВг, таблетирование). Наиболее интересно проследить за полосой С=О валентных колебаний карбонильной группы: 1730 см⁻¹ для ТБО, 1690 для фусов и 1700 для кислой смолки. Смещение этой полосы вправо для смесей ТБО + фусы (1640 см⁻¹) и ТБО + КС (1625 см⁻¹) свидетельствует о присоединении к этой группе фрагмента-акцептора при смешивании двух типов отходов. Таким образом, анализ полученных ИК-спектров даёт основания сделать вывод, что системы ТБО + фусы и ТБО + КС не являются чисто механическими смесями, а между их фрагментами имеет место образование многочисленных и многообразных слабых химических взаимодействий.

Таблица 3 – Результаты измерения зольности (A^d) воздушно-сухих исходных смесей

| Вид добавки | Процент добавки | | | | | | |
|---------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| Антрацит | 17,16 | 17,43 | 17,81 | 17,81 | 18,01 | 18,29 | 18,48 |
| Кислая смолка | 15,8 | 15,48 | 14,54 | 14,1 | 13,56 | 13,01 | 12,31 |
| Фусы | 16,01 | 15,51 | 15,02 | 14,6 | 14,18 | 13,62 | 13,28 |

Таблица 4 – Результаты измерения величины выхода летучих веществ (Vdaf) на сухую беззольную массу исходных смесей

| Вид добавки | Процент добавки | | | | | | |
|---------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| Антрацит | 32,55 | 30,86 | 29,43 | 27,5 | 25,55 | 24,11 | 22,45 |
| Кислая смолка | 41,5 | 43,33 | 45,66 | 47,5 | 50,41 | 53,1 | 54,8 |
| Фусы | 34,69 | 34,17 | 32,64 | 32,91 | 32,19 | 31,63 | 30,21 |

Таблица 6 – Результаты измерений высшей теплоты сгорания (Qaf) топливных смесей (кДж/кг)

| Вид добавки | Процент добавки | | | | | | |
|---------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| Антрацит | 10456,1 | 11976,8 | 12346,8 | 14345,6 | 15013,1 | 16346,7 | 18109,1 |
| Кислая смолка | 9753,0 | 10221,4 | 12492,2 | 13861,9 | 14567,7 | 16601,2 | 17970,8 |
| Фусы | 9611,1 | 9967,67 | 12208,5 | 13507,2 | 14805,9 | 16104,6 | 17403,3 |

Дериватографическому анализу были подвергнуты пробы с соотношением компонентов (75% ТБО + 25% Добавки и 100% ТБО) массой 340 мг. Анализ производился на дериватографе Q-1500 фирмы "МОМ" (Венгрия). Съёмка дериватограммы производилась при слабом токе воздуха на температурном интервале 10–1000°С в открытом керамическом тигле при скорости нагрева 10°/мин. В качестве эталона использовался образец с кварцевым песком. Полученные дериватограммы представлены на рисунке 1.

Анализ кривых ДТА полученных дериватограмм показывает, что процесс термической деструкции образцов сопровождается реакциями как эндотермического, так и экзотермического характера, преобладающими реакциями являются реакции экзотермические. В общем случае анализ кривой ДТГ позволил разделить исследуемый процесс на шесть последовательных стадий, каждой из которых соответствует наличие эффекта на данной кривой. Численные показатели, характеризующие каждую из стадий, представлены в таблице 7. Следует отметить, что из таблицы исключены первые эффекты, соответствующие потере влаги исследуемыми образцами.

Как видно из таблицы 7, характерным поведением отличается термическая деструкция образца, содержащего каменноугольные фусы. Отсутствие ряда эффектов, по-видимому, следует объяснить присутствием в образце коксовой мелочи.

Анализ кривых ТГ позволяет сделать вывод о том, что температурным интервалом, на котором происходит основная потеря массы исходных образцов, является интервал температур

260-380 °С. Более высокую потерю массы образца, содержащего антрацит, по-видимому, следует объяснять интенсивным вторичным газовыделением в интервале температур 380-520°С. Наибольший интерес представляет дериватограмма системы ТБО-КС. Потеря массы при 280 °С связана, по-видимому, с испарением легких фракций кислой смолки, тем более, что аналогичный эффект (при 220°С) наблюдается на дериватограмме "чистой" КС. Экзоэффект при 378 °С связан с горением более тяжелых фракций, тем более что на кривой ДТГ при данной температуре отчетливо видна потеря массы. Однако мощный эндоэффект при 650 °С не сопровождается потерей массы, а также отсутствует как у ТБО, так и у КС. Поэтому можно утверждать, что этот эффект свидетельствует о сильном взаимодействии конденсированных фаз ТБО и КС.

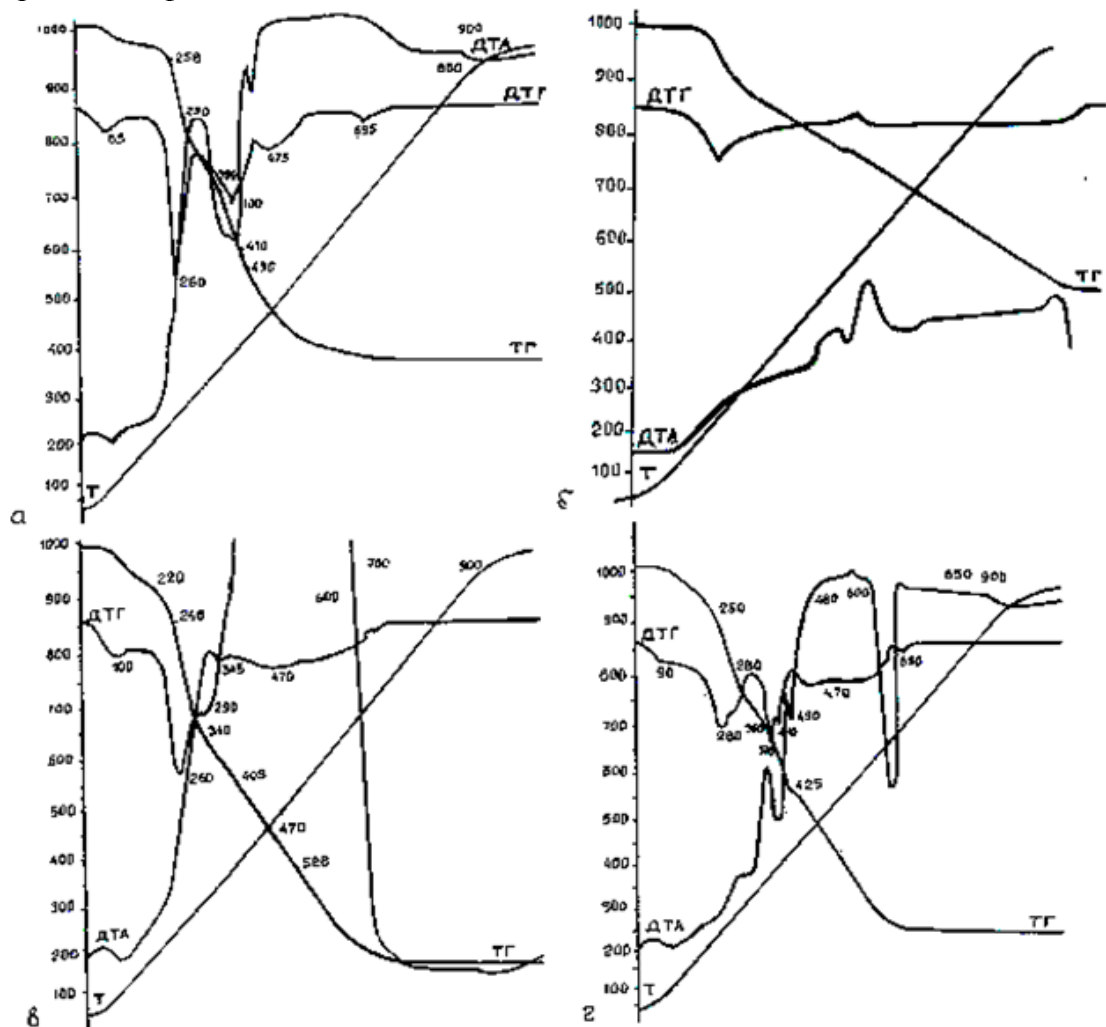


Рисунок 3 – Дериватограммы исходных компонентов и их смесей: а - ТБО; б - кислая смолка (КС); в - ТБО (75%)+ фусы (25%); г - ТБО (75%) + КС (25%).

Таблица 7. Результаты анализа дериватограмм смесей с ТБО

| № эффекта | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | t, C° | Δm, % | t, C° | Δm, % | t, C° | Δm, % | t, C° | Δm, % | t, C° | Δm, % |
| ТБО без добавки | 260 | 5,8 | 380 | 26,5 | 400 | 30,5 | 475 | 43 | 695 | 52,3 |
| Фусы | 260 | 14,6 | 345 | 34,6 | - | - | 470 | 47,5 | - | - |
| Кислая смолка | 250 | 1 | 380 | 31 | 410 | 36,4 | 470 | 44,7 | 690 | 66,8 |

Таким образом, общий вывод исследований таков: композиция ТБО-КС может быть

основой топливных брикетов для сжигания их в промышленных условиях. При этом следует тщательным образом продумать и решить весь комплекс проблем охраны воздушного бассейна.

Литература

1. Сметанин В.И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления. – М.: Колос, 2003. – с. 23.
2. A. Gendebien and others. Landfill gas. - Commission of the European Communities. - Brussels. TACIS. 1992. – 865 p.
3. Основные технические характеристики Московского мусоросжигательного завода № 2. - "Экотехпром". Москва, 1998, 22 с.
4. Haltiner E.W. Three modes of a dioxins formation. - Verfahrenstetechnik. - V. 24, № 7-8, 1990, p. 10-21.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ – НЕОБХОДИМЫЙ ФАКТОР ТЕХНОЛОГИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Власов Г.А., Плющ Б.А., Маншилина И.А.
(ОАО «Авдеевский КХЗ», Авдеевка, Украина)

В статье раскрыто значение гидробиологических исследований активного ила на внеплощадочных очистных сооружениях ОАО «Авдеевский КХЗ»

Микронаселение водных объектов, его численность и видовое разнообразие определяются прежде всего степенью загрязненности воды, т.е. наличием в ней органических веществ.

Наиболее богаты микроорганизмами производственные сточные воды. Число бактерий в 1 мл сточной жидкости может превышать 1 млрд.

Согласованность и скорость химической реакции в клетке объясняется наличием в ней особых соединений – катализаторов, именуемых ферментами.

Ферменты синтезируются самой клеткой.

Процесс превращения веществ в клетке представляет собой серию последовательных биохимических реакций, каждую из которых катализирует соответствующий фермент.

При этом продукт одной реакции служит субстратом для следующей.

Сообщество микроорганизмов, осуществляющих очистку сточной жидкости, называют активным илом.

Состав микрофлоры и микрофауны активного ила формируется в зависимости от экологических условий, основными из которых являются состав обрабатываемых сточных вод, концентрация растворенного кислорода, температура, рН, соотношение количества пищи и микроорганизмов, наличие токсинов и некоторые другие.

При биологической очистке сточных вод обычно многочисленными оказываются бактерии рода *pseudomonas*.

Важнейшее свойство ила – способность к хлопьеобразованию и седиментации.

Биомасса активного ила увеличивается за счет синтеза клеток, а также части исходных загрязнений, изъятых илом, но не окисляемых биологически, и уменьшается вследствие эндогенного окисления и выделения метаболитов в очищенную воду.

Количественное определение микроорганизмов в различных объектах (сточной воде, активном иле) проводят для оценки общей обсемененности и санитарно-эпидемиологической опасности, а также в технологических целях при биологической очистке сточных вод.

Бактерии играют основную роль в процессах изъятия и окисления органических и некоторых неорганических соединений при биологической очистке сточных вод.

Поэтому при гидробиологических исследованиях активного ила биологических бассейнов очистных сооружений помимо количественного учета индикаторных микроорганизмов осуществляется оценка их морфологического и физиологического состояния.

При морфологической оценке микроорганизмов описывается их форма, внутреннее строение и размеры клеток микроорганизмов.

Методы химического контроля определения основных элементов загрязнения

очищенных сточных вод громоздки и требуют длительного времени, что делает химический контроль трудоемким и недостаточно оперативным. Поэтому наряду с химическим был введен метод гидробиологического контроля, позволяющий оперативно оценить качество вод. Преимущество биологического метода в возможности выявления последствий разовых или прерывистых сбросов.

При биологической очистке воды в аэротенках задача этого анализа заключается в том, чтобы по численности индикаторных видов и их физиологическому состоянию в короткий срок дать заключение об эффективности очистки сточных вод, качестве активного ила.

С этой целью на внеплощадочных очистных сооружениях ОАО «АКХЗ» была создана гидробиологическая и бактериологическая лаборатория, задачей которой является ежедневные исследования активного ила аэротенков, включающие в себя микроскопирование отобранных проб ила. При удовлетворительном состоянии активного ила и высокой эффективности очистки сточных вод видовой состав активного ила насчитывает в среднем до 12 видов гидробионтов: *Vorticella alta*; *Vorticella microstoma*; *Epistylis*; *Aspidisca*; *Oxytricha*; *Litonotus*; *Paramecium*; *Philodina*; *Habrotrocha*; *Arcella*; *Zoogloae ramigera*; Нитрифицирующие бактерии.

Все гидробионты правильной формы, подвижны, с хорошо работающим ресничным аппаратом; количество цист и погибших животных минимальное.

Кроме того, проводится гидробиологический анализ рециркуляционного активного ила, где определяется величина хлопка, плотность, что обеспечивает большую поверхность для сорбции загрязнений, а также вызывает хорошее оседание ила во вторичных отстойниках.

Результаты ежедневных гидробиологических исследований активного ила предоставляются эксплуатационному технологическому персоналу, и являются основанием для принятия решений по ведению технологических процессов на внеплощадочных очистных сооружениях.

Уровень приборного и методического оснащения, соответствующая квалификация персонала позволяют проводить гидробиологические исследования на достаточно высоком уровне.

УДК 62-79

АЕРОДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФРАКЦІЙ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Малеев В.Б., Парфенюк О.С., Кудрявцев О.О., Чаус П.А.
(ДонНТУ, Донецьк, Україна)

Вирішується задача вивчення поведінки та аеродинамічних характеристик фракцій твердих побутових відходів в залежності від їх форми.

Проблема та її зв'язок з науковими і практичними задачами.

Проблема утилізації твердих відходів промислового та побутового походження набуває в теперішній час все більш гострий характер у зв'язку з тим, що об'єми виробництва відходів постійно зростають, в той час як темпи їх переробки значніше менше.

Існуюча практика поховання твердих побутових відходів (ТПВ) на звалища – мало перспективне рішення. Кількість офіційних міських звалищ на Україні перевищує 770. В багатьох містах відчувається недостатність завалочних місць. Вивіз на звалища мільйонів тон ТПВ вилучає з обороту величезні площі родючих земель.

Переробку ТПВ на Україні здійснюють лише три спеціалізованих заводи (в Києві, Харкові та Дніпропетровську), які знешкоднують менш 10% утворюваних відходів. З активних методів утилізації відходів домінуючим є спалювання (кожна тонна відходів дає місту біля 1 гікакалорії теплової енергії, що заощаджує приблизно 150 кг палива). Попереднє розділення ТПВ дасть можливість повніше використовувати енергопотенціал відходів при термопереробці. Усування пляшок, а також інших пластмасових виробів з загальної купи ТПВ

дозволить знизити шкідливі викиди при наступному спалюванні сміття та зменшити вартість очисних споруджень, що складає зараз до 50% капітальних вкладень при будівництві смиттепереробних заводів.

Аналіз досліджень та публікацій. На відміну від збагачування корисних копалин, збагачення ТПВ має безпосереднє ресурсозберігаюче значення – не потрібне проведення розвідувальних робіт і добування, а вихід хвостів збагачення завжди менше кількості вихідної сировини.

Найбільш прийнятними є “сухі” способи розділення ТПВ (дроблення проводиться “в суху”, а розділення по фракціям – за допомогою аеросепараторів, грохотів, магнітних сепараторів або іншими методами, але без застосування рідинного середовища). Перевага таких методів – це відсутність забруднених стічних вод (очищення яких або видалення вирішуються звичайно з труднощами та потребують великих фінансових затрат) та суттєве зменшення різкого неприємного запаху [1].

Різноманітність і нестабільність властивостей ТПВ негативно відбивається на роботі обладнання. Це перешкоджає створенню ефективних і універсальних засобів збагачення побутових відходів, вилучаючи сепарацію ТПВ в самостійну наукову та інженерну проблему.

Незважаючи на це, сьогодні багато фірм пропонують своє обладнання для оснащення ділянок аеросепарації твердих побутових відходів: Mogensen GmbH & Co KG, Kraus Maffei, Doppstadt (Німеччина), IFE (Австрія), British Rema (Велика Британія) та інші. Однак вартість іноземних установок дуже висока: від 500 тис. євро (б/у) до 2,5 млн. євро (нова). Продуктивність існуючих установок, розроблених в країнах СНД, складає 12-25 тонн/годину по масі, що завантажується [2] – це не зовсім відповідає промисловим об’ємам виробництва.

Відносні успіхи в роздільному зборі сміття можуть породити ілюзію, що цим методом можна вирішити проблему ТПВ. Однак численні досліди як у нашій країні (наприклад, програма “Tasic” Євросоюзу в Донбасі) так і за кордоном показали малоперспективність та нерентабельність сортування всіх ТПВ на місці їх утворення в побутових умовах (слабка активність населення, великі трудовитрати, практична неможливість повсюдного впровадження) та неможливість вирішення цим методом проблеми вже накопичених ТПВ. Очевидно, що із-за величезної кількості ТПВ проблема не може бути вирішена непромисловими методами. Тем не менш, збір у населення відсортованої, незабрудненої вторинної сировини не суперечить промисловій переробці ТПВ, а повинен розглядатися як складова частина в рішенні комплексної проблеми твердих побутових відходів.

Аналіз досліджень та публікацій [3, 4, 5, 6] показує, що над проблемою сепарації ТПВ працюють у всіх ведучих країнах світу. В раніш проведених дослідженнях [7] різними вченими застосовувались різні зразки: частинки неправильної форми, кулі, ізометричні тіла (куби, октаедри), диски. Однак в цих дослідженнях форма тіла грає другорядну роль, що не дозволяє побачити цілісну картину поведінки тіл в залежності від їх форми.

Постановка задачі. В нижченаведеній статті вирішується задача вивчення поведінки та аеродинамічних характеристик фракцій відходів (в першу чергу – коефіцієнтів лобового опору) в залежності від їх форми.

Викладення матеріалу та результати. Проектуванню будь-яких апаратів та установок для сепарації повинно передувати визначення та аналіз властивостей збагачуваних матеріалів.

Поведінка важких часток суміші при повітряній сепарації визначається в основному масовими силами – силою ваги та інерції, що пропорційні до маси частки. На поведінку легких компонентів визначальний вплив робить підйомна аеродинамічна сила – рівнодіюча всіх нормальних і тангенційних сил, розподілених по поверхні частки, що знаходиться у повітряному потоці. Аеродинамічна сила залежить як від параметрів часток, так і від параметрів повітряного потоку і пневмосепаруючої системи в цілому. До параметрів частки можна віднести форму, розміри, стан поверхні та положення в потоці, до параметрів потоку – швидкість та його напрямок, ступінь турбулентності, рівномірність та ширину потоку.

Результуюча сила тиску (опір тиску) спрямована в бік повітряного потоку та цілком залежить від форми тіла. Крім того, внаслідок в’язкості повітря виникають тангенційні сили

або сили тертя, які діють з боку потоку на обтічну частку. Сума сил опору тертя та тиску являє собою лобовий опір частки. Співвідношення між цими складовими різне і залежить в тому числі від форми тіла. Дослідження виконані на експериментальній установці. Початок досліджень полягає у вивченні поведінки циліндрів з різним співвідношенням довжини до діаметра ($l:d$). Такий підхід дозволяє дослідити поведінку та аеродинамічні властивості тіл з формою від пластинчатих (співвідношення $l:d \rightarrow 0$) до тонкострижньових (співвідношення $l:d \rightarrow \infty$).

Однією з найважливіших характеристик, що визначаються під час проведення аеродинамічних іспитів, є коефіцієнт лобового опору [1]. Він залежить від площі перерізу тіла, від його щільності та форми. В якості зразків для проведення аеродинамічних випробувань було обрано тіла з співвідношенням довжини до діаметра $l:d = 1:1, 2:1, 3:1, 4:1$ та $1:3$. Матеріал зразків - дерево (щільність $\rho = 166 \text{ кг/м}^3$). По кожному типорозміру проводилася серія з 10 досліджень. Зразки мають однакову щільність, але площа перерізу у кожного типорозміру різна. При витанні в каналі установки, зразки постійно змінювали кут нахилу до напрямку потоку. Тому площа перерізу для кожного типорозміру зразка змінювалась в межах від $\pi \cdot d^2/4$ (площа перерізу зразка, коли його вісь розташовано паралельно напрямку потоку) до $l \cdot d$ (площа перерізу зразка при розташуванні його вісі перпендикулярно напрямку потоку).

Виходячи з цього, необхідно зазначити, що й значення коефіцієнтів лобового опору будуть змінюватись у відомих границях.

При умові рівноваги сили тяжіння і підйомної сили, знаючи швидкість витання, за допомогою формул F_T та F_n [1] можна вивести рівняння для знаходження коефіцієнта лобового опору. Він буде дорівнювати:

$$C_a = \frac{2 \cdot V \cdot \rho_T \cdot g}{\rho_r \cdot V_{B2}^2 \cdot H} \quad (1)$$

де C_a – коефіцієнт лобового опору; V – об'єм матеріалу, м^3 ; ρ_T і ρ_r – щільність відповідно матеріалу і газу, кг/м^3 ; V_{B2} – швидкість витання частки, м/с ; H – площа поверхні, м^2 .

Після відповідних розрахунків були отримані результати, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Середнє значення коефіцієнта лобового опору C_a для зразків з різним співвідношенням $l:d$

| Співвідношення $l:d$ | 1:1 | 2:1 | 3:1 | 4:1 | 1:3 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| Середнє значення коефіцієнта лобового опору C_a | 38,64 | 113,5 | 222,0 | 467,2 | 6,560 |

Результати експериментальних досліджень поведінки тіл в залежності від наповненості перетину каналу сепаратора надані на рис.1. В одних завантаження складалося з $n=5$ зразків («мала серія»), в інших з $n=10$ («велика серія»). До проведення досліджень було висунуто гіпотезу про те, що швидкості віднесення останніх п'яти зразків «великої серії» будуть такими ж, як і швидкості для зразків «малої серії». Однак із рисунка 1 видно, що швидкості віднесення в «малій серії» вище.

Залежність необхідної для віднесення тіл швидкості повітря (V_{B3}) від заповнювання перетину, що продуває, зображена на рисунку 2. З нього видно, що зі збільшенням відсотка заповнення перетину швидкість віднесення тіл майже монотонно зменшується.

Це можна пояснити тим, що по мірі віднесення тіл з каналу установки відбувається зміна заповнювання його перетину в межах від $((\pi \cdot D^2/4) - n \cdot \pi \cdot d^2/4)$ до $((\pi \cdot D^2/4) - n \cdot l \cdot d)$,

де $\pi \cdot D^2/4$ – площа незаповненого перетину каналу установки;

$\pi \cdot d^2/4$, $l \cdot d$ – площа перетину циліндричного тіла, коли його вісь розташовано відповідно співосно або перпендикулярно напрямку потоку;

n – кількість зразків, що залишилися, у каналі.

При заповненні перетину на 250% і вище (три шари матеріалу) утрудняється перехід тіл

від стану спокою до витання. Крім того, при такому заповненні витання відразу переходить у масове віднесення тіл (без подальшого збільшення швидкості повітря), що унеможливило їхній поділ.

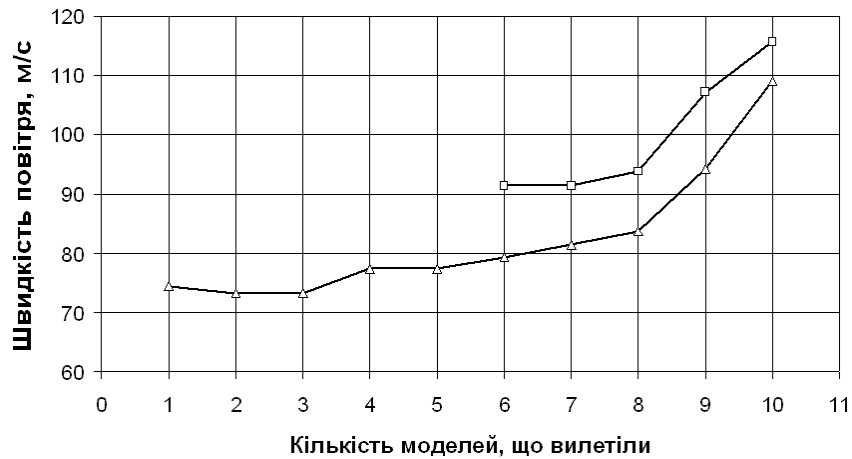


Рисунок 1 – Поведінка тіл з “малої” та “великої” серій

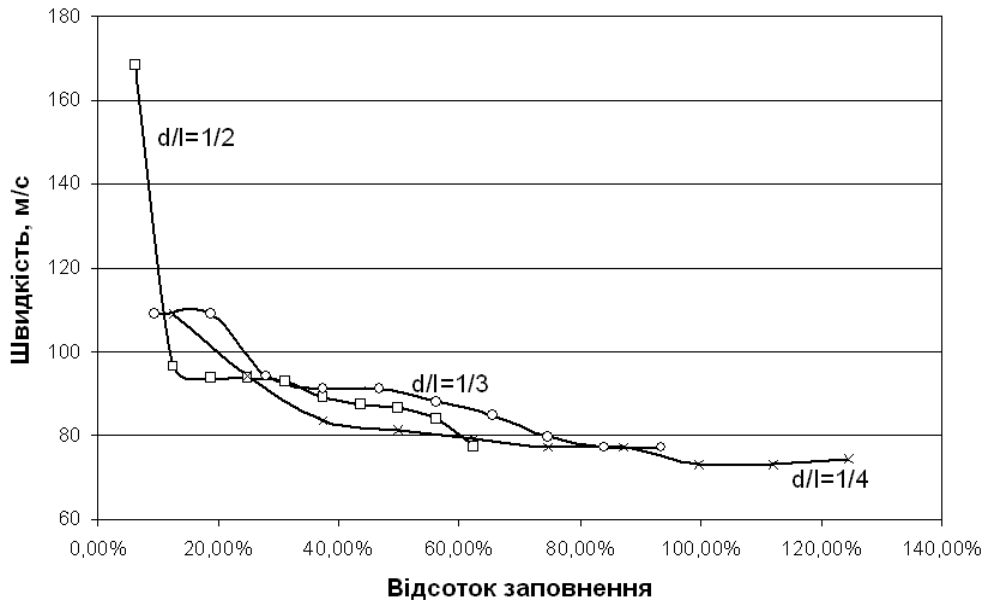


Рисунок 2 – Графік залежності швидкостей повітря від наповненості каналу сепарації

Висновки і використання результатів. Для дослідженої сукупності тіл аеродинамічний поділ з мінімальною швидкістю повітря (а отже і з найменшими витратами енергії) забезпечується при заповнюванні перетину каналу установки на (150-200)%. Ми вважаємо, що через відмінність, наприклад, адгезійних властивостей, цей відсоток може бути неоднаковим для різних сумішей. Тому метою подальших досліджень є встановлення факторів, що впливають на процес аеросепарації.

Перелік джерел

1. Шубов Л.Я., Ройзман В.Я., Дуденков С.В. Обогащение твердых бытовых отходов. – М.: Недра, 1987. – 238 с.
2. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник. Т. 3. – Калуга: Издательство Н. Бочкарёвой, 2003. – 1024 с.
3. АС № 1606208 (СССР). МКИ5 В 07 В 4/02. Пневмосепаратор/ Оpubл. 15.11.90. Бюл. № 42. – 3 с.
4. АС № 1688940 (СССР). МКИ5 В 07 В 7/04, 4/08. Установка для динамического воздушно-сухого обогащения материалов/ Оpubл. 07.11.91. Бюл. № 41. -3 с.
5. АС № 1569042 (СССР). МКИ5 В 07 В 7/04, В 02 С 21/00. Установка для обогащения материалов/ Оpubл. 07.06.90. Бюл. № 21.
6. АС № 1532089 (СССР). МКИ5 В 07 В 7/00, 4/08. Пневмосепаратор/ Оpubл. 30.12.89. Бюл. № 48.
7. Шохин В.Н., Лопатин А.Г. Гравитационные методы обогащения. М.: Недра, 1980, 400 с.

КЛАССИФИКАЦИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В ЦЕНТРОБЕЖНОМ ПОЛЕ

Малеев В.Б., Журба В.В., Кудрявцев А.А., Малеев А.В.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Получены дифференциальные уравнения относительного движения твёрдых частиц бытовых отходов и углей при их классификации на конической поверхности в поле центробежных сил.

Проблема и её связь с научными или практическими задачами. Процесс классификации в центробежном поле влажных твёрдых бытовых отходов и углей в значительной мере определяется относительным движением частиц по конической просеивающей поверхности. При этом необходимо получить условия, обеспечивающие восходящее движение частицы и изыскать рациональный метод решения уравнений движения твёрдых частиц по внутренней поверхности вращающегося ротора.

Анализ исследований и публикаций. Известный специалист в области обогащения полезных ископаемых Ф.Н. Булгаков [1-3] рассматривал процессы классификации влажных углей без учёта времени пребывания надрешётной частицы на просеивающей поверхности, не исследовал движение этой частицы в зарешётном пространстве, не определял скорости частиц угля при массовом движении их по просеивающей поверхности ротора и т.д.

Постановка задачи. Целью данной работы является составление дифференциальных уравнений относительного движения частицы твёрдых бытовых отходов или угля в центробежном поле сепараторов.

Изложение материала и результаты. Рассмотрим движение отдельной материальной точки (частицы) по внутренней поверхности кругового конуса, вращающегося вокруг вертикальной оси с постоянной угловой скоростью ω (рис. 1).

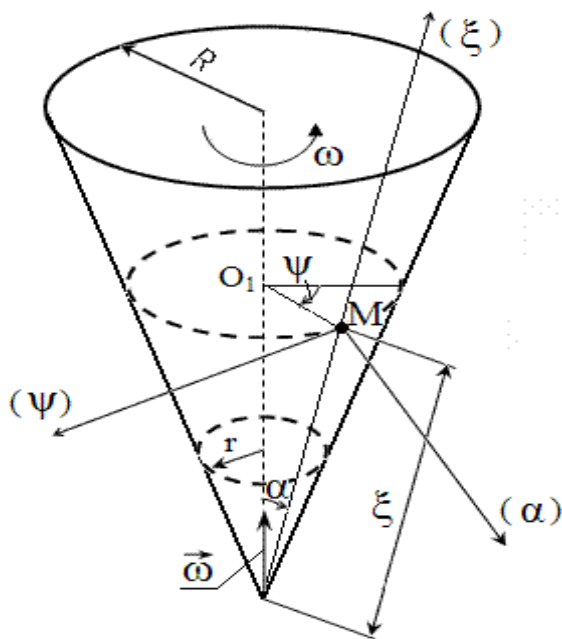


Рисунок 1 – Подвижная сферическая система координат надрешётной частицы

Считаем, как и в работе [4], координатными линиями, отвечающими координатам ψ и α будут окружности с центрами в точках O и O1 соответственно. Координатная линия, отвечающая координате ξ , совпадает с образующей конуса. На рис. 1 изображены координатные оси (касательные к координатным линиям в данной точке M) ξ , ψ и α , образующие друг с другом прямые углы. Таким образом введена жёстко связанная с корпусом сферическая система обобщённых координат ξ , ψ и α . Как следует из [5], проекции скорости \vec{V} и ускорения \vec{a} точки M на оси выбранной координатной системы:

$$V_{\xi} = \dot{\xi}; \quad V_{\psi} = \dot{\psi} \cdot O_1M = \dot{\psi} \cdot \xi \cdot \sin \alpha; \quad V_{\alpha} = \xi \cdot \dot{\alpha};$$

$$a_{\xi} = \ddot{\xi} - \xi \cdot \dot{\alpha}^2 - \xi \cdot \dot{\psi}^2 \cdot \sin^2 \alpha;$$

$$a_{\psi} = \frac{1}{\xi \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{d}{dt} (\xi^2 \cdot \dot{\psi} \cdot \sin^2 \alpha);$$

$$a_{\alpha} = \frac{1}{\xi} \left[\frac{d}{dt} (\xi^2 \cdot \dot{\alpha}) - \xi^2 \cdot \dot{\psi}^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha \right].$$

С учётом того, что при движении точки по поверхности конуса её координата α остаётся неизменной ($\alpha = const$) и производная по времени от неё тождественно равна нулю ($\dot{\alpha} = 0$), приведенные зависимости можно представить в виде:

$$V_{\xi} = \dot{\xi}; \quad V_{\psi} = \dot{\psi} \cdot O_1M = \dot{\psi} \cdot \xi \cdot \sin \alpha; \quad V_{\alpha} = 0, \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} a_{\xi} &= \ddot{\xi} - \xi \cdot \dot{\psi}^2 \cdot \sin^2 \alpha; \\ a_{\psi} &= \frac{1}{\xi \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{d}{dt} (\xi^2 \cdot \dot{\psi} \cdot \sin^2 \alpha); \\ a_{\alpha} &= -\xi^2 \cdot \dot{\psi}^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Известно, что движение материальной точки в неинерциальной системе отсчёта (вращающийся конус) описывается векторным уравнением [5]:

$$m \cdot \vec{a} = \sum \vec{F}_a + \vec{F}_{пер}^{ин} + \vec{F}_{кор}^{ин}, \quad (3)$$

где m – масса частицы, принятой за материалную точку;

$\sum \vec{F}_a$ – геометрическая сумма активных сил и реакций связей;

$\vec{F}_{пер}^{ин}$ – переносная сила инерции;

$\vec{F}_{кор}^{ин}$ – кориолисова сила инерции.

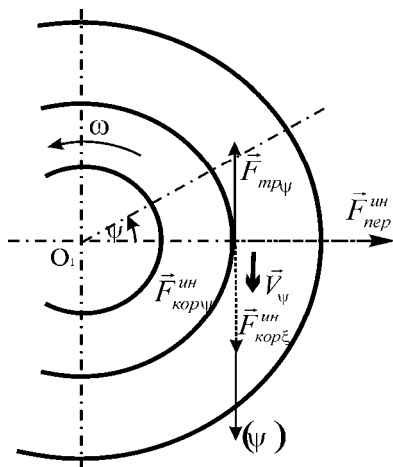
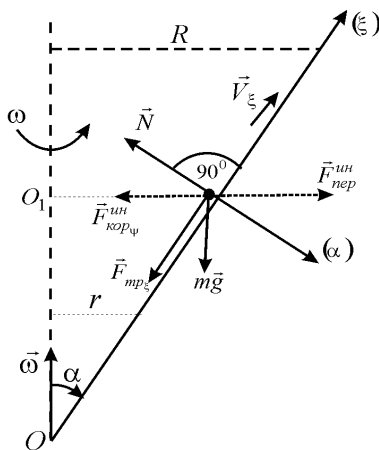


Рисунок 2 – Схема приложенных к частице сил

точки.

Все силы, входящие в правую часть уравнения, а также проекции скорости и ускорения частицы на координатные оси показаны на рис. 2.

Величина переносной силы инерции:

$$F_{пер}^{ин} = m \cdot a_{пер} = m \cdot \omega^2 \cdot O_1M = m \cdot \omega^2 \xi \cdot \sin \alpha, \quad (4)$$

Кориолисову силу инерции удобно представить в виде двух составляющих, что подтверждается следующими преобразованиями:

$$\vec{F}_{кор}^{ин} = -m \cdot \vec{a}_{кор} = -m \cdot 2(\vec{\omega} \times \vec{V}_{отн}) = -2m \vec{\omega} \times (\vec{V}_{\xi} + \vec{V}_{\psi}) = -2m \vec{\omega} \times \vec{V}_{\xi} - 2m \vec{\omega} \times \vec{V}_{\psi}$$

здесь $\vec{\omega}$ – вектор угловой скорости конуса; \vec{V}_{ξ} и \vec{V}_{ψ} – соответственно составляющие относительной скорости частицы по направлениям координатных осей ξ и ψ .

С учётом выражений (1) модули обеих составляющих кориолисовой силы инерции:

$$\left. \begin{aligned} F_{кор\xi}^{ин} &= 2m \cdot \omega \cdot \dot{\xi} \cdot \sin \alpha, \\ F_{кор\psi}^{ин} &= 2m \cdot \omega \cdot \dot{\psi} \cdot \xi \cdot \sin \alpha. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Сила сопротивления движению (кулоново трение) направлена противоположно вектору относительной скорости, т.е.:

$$\vec{F}_{тр} = -f \cdot N \frac{\vec{V}_{отн}}{V_{отн}}, \quad (6)$$

где f – коэффициент трения; N – величина нормального давления; $\frac{\vec{V}_{отн}}{V_{отн}}$ – единичный вектор (орт) касательной к траектории относительного движения

Из рисунка 3, на котором изображено положение силы трения по отношению к координатным осям ξ и ψ , видно:

$$\sin \beta = \frac{\dot{\psi} \cdot \xi \cdot \sin \alpha}{V_{\text{отн}}} = \frac{\dot{\psi} \cdot \xi \cdot \sin \alpha}{\sqrt{\dot{\xi}^2 + \dot{\psi}^2 \cdot \xi^2 \cdot \sin^2 \alpha}}, \quad \cos \beta = \frac{\dot{\xi}}{V_{\text{отн}}} = \frac{\dot{\xi}}{\sqrt{\dot{\xi}^2 + \dot{\psi}^2 \cdot \xi^2 \cdot \sin^2 \alpha}}. \quad (7)$$

Отсюда следует, что проекции силы трения на координатные оси будут определяться как:

$$F_{mp\xi} = -f \cdot N \cdot \cos \beta = -f \cdot N \frac{\dot{\xi}}{\sqrt{\dot{\xi}^2 + \dot{\psi}^2 \cdot \xi^2 \cdot \sin^2 \alpha}}, \quad F_{mp\psi} = -f \cdot N \cdot \sin \beta = -f \cdot N \frac{\dot{\psi} \cdot \xi \cdot \sin \alpha}{\sqrt{\dot{\xi}^2 + \dot{\psi}^2 \cdot \xi^2 \cdot \sin^2 \alpha}}. \quad (8)$$

Проектируя векторное уравнение (3) на оси ξ , ψ и α с учётом выражений (2), (4), (5) и (6) получим:

$$\left. \begin{aligned} m(\ddot{\xi} - \dot{\psi}^2 \cdot \xi \cdot \sin^2 \alpha) &= -m(g \cdot \cos \alpha + \omega^2 \xi \cdot \sin^2 \alpha - 2\omega \xi \dot{\psi} \cdot \sin^2 \alpha) - \\ &\quad - \frac{\dot{\xi} \cdot f \cdot N}{\sqrt{\dot{\xi}^2 + \dot{\psi}^2 \cdot \xi^2 \cdot \sin^2 \alpha}}, \\ \frac{m}{\xi \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{d}{dt}(\dot{\psi} \cdot \xi^2 \cdot \sin^2 \alpha) &= 2m\omega \dot{\xi} \cdot \sin \alpha - f \cdot N \frac{\dot{\psi} \xi \cdot \sin \alpha}{\sqrt{\dot{\xi}^2 + \dot{\psi}^2 \cdot \xi^2 \cdot \sin^2 \alpha}}, \\ -m \xi \dot{\psi}^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha &= m(g \sin \alpha + \omega^2 \xi \sin \alpha \cdot \cos \alpha - 2\omega \xi \dot{\psi} \sin \alpha \cdot \cos \alpha) - N. \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

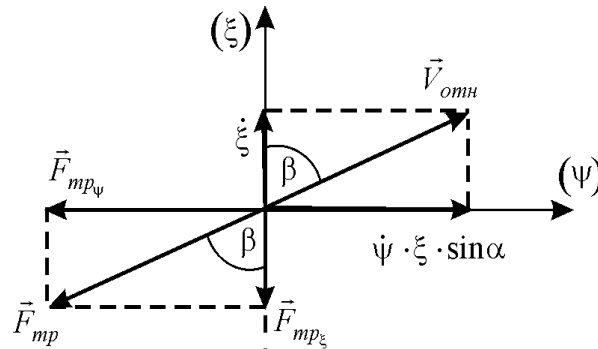


Рисунок 3. Разложение сил трения по координатным осям

Последнее уравнение системы (9) позволяет определить нормальную реакцию конуса (10).

Подставив выражение (10) в оставшиеся уравнения (9), после преобразования, получим систему (11) двух нелинейных дифференциальных уравнений относительного движения надрешётной частицы твёрдых бытовых отходов или угля по внутренней поверхности вращающегося конуса.

$$N = mg \cdot \sin \alpha + m \xi \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha (\omega^2 - 2\omega \dot{\psi} + \dot{\psi}^2) = m(g \cdot \sin \alpha + \xi (\omega - \dot{\psi})^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha), \quad (10)$$

$$\ddot{\xi} - \xi \cdot \sin^2 \alpha \cdot (\omega - \dot{\psi})^2 + f \left[g \cdot \sin \alpha + \xi (\omega - \dot{\psi})^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha \right] \cdot \frac{\dot{\xi}}{\sqrt{\dot{\xi}^2 + \dot{\psi}^2 \xi^2 \sin^2 \alpha}} + g \cdot \cos \alpha = 0, \quad (11)$$

$$\ddot{\psi} - 2 \frac{\dot{\xi}}{\xi} (\omega - \dot{\psi}) + f \left[g \cdot \sin \alpha + \xi (\omega - \dot{\psi})^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha \right] \cdot \frac{\dot{\psi}}{\sqrt{\dot{\xi}^2 + \dot{\psi}^2 \xi^2 \sin^2 \alpha}} = 0.$$

Полученная система уравнений (11) имеет смысл для описания восходящего движения твёрдых частиц.

Выводы и направление дальнейших исследований. Анализ результатов позволяет сделать вывод о целесообразности разделения твёрдых бытовых отходов и углей в поле центробежных сил путём создания восходящих потоков надрешётных частиц.

Предметом дальнейших исследований является установление функциональной связи между коэффициентом трения твёрдого и параметрами конуса (угол наклона образующей конуса и угловая скорость его вращения).

Список литературы

1. В.В. Журба, Ф.Н. Булгаков, Б.Б. Зельдин, Л.Н. Горохова Баллистическое обогащение полезных ископаемых // Обогащение полезных ископаемых, Выпуск 35, 1985
2. Ф.Н. Булгаков Некоторые вопросы теории центробежного струйного грохота. Труды Донецкого промышленного института, том XXIX, 1959
3. Ф.Н. Булгаков, Б.Б. Зельдин Классификация углей в центробежном поле // Сб. «Обогащение полезных ископаемых», Техніка, К., 1972

4. Малеев В.Б., Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Журба В.В., Кудрявцев А.А. Условия движения твердых частиц твердых промышленных и бытовых отходов через щели сепараторов. Машиностроение и техносфера XXI века // Сборник трудов XII международной научно-технической конференции в г.Севастополе 12-17 сентября 2005г. В 5-ти томах. – Донецк: ДонНТУ, 2005, т.4. – с.211-215
5. Л.Г. Лойцянский, А.И. Лурье Курс теоретической механики. Том 1. Госиздат технико-теоретической литературы, К., 1957

УДК 620.22.004.18:502

ЭФФЕКТИВНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ТВЕРДЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ

Филатов Л.Г., Галушка С.А.

(Сумской национальный аграрный университет, Сумы, Украина)

Эффективность промышленных производств возрастает при экономном расходе природных сырьевых и энергетических ресурсов. Основой рационального природопользования и решения многих экологических проблем охраны окружающей среды являются комплексные ресурсосберегающие технологии производства строительных материалов с использованием твердых отходов.

В большинстве производств при переработке природного сырья основной продукт составляет небольшую часть его объема, наибольшая же часть приходится на отходы [1]. Поэтому значительные затраты энергии, топлива, времени и человеческого труда расходуются на измельчение, обогащение, нагревание и хранение производственных отходов. Эти отходы хранятся в отвалах, занимающих большие земельные территории и наносят существенный урон окружающей среде и экономике народного хозяйства. Эффективность производства повышается при экономном расходе природных ресурсов и переработке отходов. Большая часть отходов благодаря содержанию в них силикатов и алюмосиликатов кальция, магния, калия и натрия, сульфатов кальция, алюминия и железа, лигносульфонатов кальция, а также поверхностно-активных и газообразующих веществ представляет собой потенциальное сырье для стройиндустрии. Производство строительных материалов, как и многие другие, относится к химической технологии, поскольку основой его является химическое превращение сырья. Это производство является материальной базой строительной промышленности и завершающим звеном комплексной технологии переработки некоторых видов природного сырья. При соответствии качественных характеристик техническим и технологическим требованиям стройиндустрии производственные отходы становятся попутными продуктами или техногенным сырьем для производства экологически безопасных строительных материалов [2]. Таким образом, основой рационального природопользования и решения многих экологических проблем охраны окружающей среды являются комплексные ресурсосберегающие технологии различных производств, включающие получение строительных материалов.

Рациональное использование природного сырья достигается в замкнутых безотходных технологиях с полным вовлечением в производство всех попутных продуктов или находящихся в отвалах отходов. Разработка и освоение ресурсосберегающих технологий комплексной переработки сырья являются важнейшими вопросами экономики. С позиции и рационального природопользования производственные отходы целесообразно применять в качестве сырья для стройиндустрии, являющейся наиболее материалоемкой отраслью с повсеместно размещенными предприятиями. Комплексная переработка природного сырья включает несколько производств, продукция которых удовлетворяет предъявляемым требованиям по свойствам, качеству и стоимости, и пользуется спросом в данном регионе. В соответствии с *экономикой* региона необходимо соблюдать баланс между производством и потреблением, нарушение которого приводит к образованию отходов или увеличению расходов на транспортирование продукции. При комплексной переработке природного сырья полностью используются его свойства, все продукты становятся целевыми и технология обеспечивает им соответствие предъявляемым требованиям.

При производстве любой продукции происходят безвозвратные потери сырья, энергии и времени. С экономической точки зрения наиболее эффективной является технология, которая обеспечивает больший выход продукции при меньших безвозвратных потерях сырья, энергии и времени на единицу продукции.

Промышленное производство основных химических продуктов и материалов базируется на природных сырьевых и энергетических ресурсах. Сырьевой базой многих органических химических продуктов и материалов является нефть и природный газ. В периоды нефтяных кризисов для получения жидкого и газообразного топлива используется в качестве сырья каменный уголь. Однако процессы его переработки не достигли такой степени совершенства, чтобы производимые продукты были конкурентоспособными на рынке. Применение же бурого угля в качестве сырья неэкономично и приводит к дополнительному загрязнению окружающей среды.

Развитие промышленности должно базироваться на экологических, а не техногенных приоритетах. Главный принцип его заключается в экологизации всех технологических стадий с учетом природных особенностей сырьевых ресурсов. Применение этого принципа позволит осуществить переход от техногенного типа развития промышленности к эколого-сбалансированному. Для этого необходимо создать систему рыночных (льготы, кредиты, налоги и др.) и директивных регуляторов для изменения приоритетов в распределении ресурсов и инвестиций, а также усилить роль природоохранных затрат за счет экономии общих производственных затрат.

Практически единственной отраслью промышленности, обеспечивающей решение многих из рассмотренных задач, является стройиндустрия, использующая в широких масштабах отходы различных производств и, тем самым, сберегающая природные сырьевые ресурсы. Сырьем для производства целого ряда материалов (цемента, шлако-щелочного вяжущего, пемзы, минеральной ваты, шлакоситалла и шлакокаменного литья) служат металлургические шлаки. Стройиндустрия использует около половины доменных шлаков металлургического производства. Около ряда металлургических комбинатов расположены цементные заводы, вырабатывающие на базе металлургических шлаков высококачественный шлакопортландцемент, а также заводы и цехи, производящие шлакоситалл. Благодаря высоким показателям эксплуатационных свойств шлакоситалл используется в строительстве в виде особо прочных и химически стойких облицовочных плит, труб и электроизоляторов.

В структуре ряда металлургических заводов имеются цехи по производству из огненно-жидких шлаков минеральной ваты и шлакового литья.

Список литературы:

1. Боженков П.И. Комплексное использование минерального сырья и экология. - М.: АСБ, 1994. - 264 с.
2. Филатов Л.Г., Царенко А.М. Основы экологического материаловедения (теория и практика). - Сумы: ИПП "Мрія - 1", 2000. - 532 с.

УДК 669.162.252.468

ПОДАВЛЕНИЕ БУРОГО ДЫМА ПРИ ПЕРЕЛИВАХ ЧУГУНА

Недопекин Ф.В.^{**}, Кравец В.А.^{*}, Бодяга В.В.^{**}

(УкрНТЭК^{*}, ДонНУ^{**}, Донецк, Украина)

Разработана технология подавления бурого дыма газообразным азотом при переливах чугуна, обеспечивающая снижение выбросов.

Введение. По существующей на Украине технологии, чугун на пути от домны до сталеплавильного агрегата переливается 4 раза: при выпуске из доменной печи и разливке по ковшам, при заливке в миксер, при сливе из миксера и при заливке в конвертер или мартен. Каждый перелив сопровождается выбросом пыли в количестве 0,03-0,07% от массы переливаемого металла. Пыль состоит из двух основных компонентов: на 10-20% из крупнодисперсной графитсодержащей пыли (ГСП) и на 75-85% из мелкодисперсных оксидов

железа (бурого дыма) Для снижения выбросов применяются аспирационные системы большой мощности с пылеулавливающими аппаратами [1,2].

Очистка отведенных выбросов на литейных дворах доменных печей Украины и в миксерных отделениях осуществляется в циклонах, электрофильтрах либо в рукавных фильтрах. Циклоны хорошо улавливают крупнодисперсную графитсодержащую пыль, но практически не улавливают бурый дым, поэтому применение одних циклонов не соответствует современным требованиям к газоочистке. Фильтры обеспечивают высокую эффективность улавливания, но требуют значительных капитальных и эксплуатационных затрат, кроме того фильтры обладают большими габаритами, что создаёт проблемы с их размещением в действующих цехах [3].

Эти недостаток привел к тому, что значительная часть литейных дворов, миксерных отделений и все конвертеры (при заливке), вообще не оснащены системами газоочистки и являются крупными неорганизованными источниками выбросов. Поэтому актуальной является проблема разработки методов подавления бурого дыма при переливах металла.

Теория дымообразования. В работах [1, 2] изучался механизм дымообразования при переливах чугуна. Теоретически и экспериментально было установлено, что бурый дым образуется в результате взаимодействия *брызг металла с кислородом* газовой фазы. Процесс дымообразования включает в себя следующие стадии:

1. Образование закисной плёнки на поверхности брызг.
2. Взрыв крупных брызг в результате выделения пузырька монооксида углерода на поверхности пластин графита в объёме капли. Установлено экспериментально, что вероятность взрыва зависит от размера капли. Брызги крупнее 250 мкм взрываются всегда, брызги менее 32 мкм – не взрываются, брызги промежуточных размеров взрываются с тем большей вероятностью, чем больше их размер. Вероятность взрыва связана с вероятностью наличия в объёме капли частицы графита.
3. Окисление капель диаметром менее 32 мкм, образующихся в результате взрыва крупных капель. Происходит разогрев капель до температур более 2500°C, близких к температуре кипения расплава, что вызывает разрушение закисной плёнки, интенсивное испарение железа и его оксидов с поверхности капли. Окисление мелких капель идёт в режиме тотального горения.
4. Завершающим, этапом является окисление паров железа и закиси железа в газовой фазе до Fe_2O_3 , конденсация и образование частиц бурого дыма.

Непосредственной причиной образования бурого дыма является взаимодействие мелких капель чугуна диаметром менее 32 мкм, образующихся в результате взрыва более крупных капель, с кислородом газовой фазы. Лимитирующим звеном этого процесса является диффузия кислорода из газовой фазы к поверхности капли. Следовательно, снижая концентрацию кислорода в зоне образования брызг, например, вдувая туда нейтральный газ, можно воздействовать на процесс окисления мелких капель и уменьшить количество бурого дыма.

Технология пылеподавления. Разработана технология подавления бурого дыма, которая успешно применяется на литейных дворах доменных печей и в миксерных отделениях конвертерных цехов.

Суть технологии – в предотвращении окислительных процессов, приводящих к образованию бурого дыма, путём подачи в зону дымообразования газообразного азота. Применение технологии позволяет снизить выбросы бурого дыма на 90%, однако выбросы графитной пыли при этом не снижаются. Возможно применение пылеподавления как самостоятельно, так и в сочетании с аспирацией и пылеочисткой. Предлагаются следующие варианты внедрения технологии.

1. Применение только пылеподавления азотом.

Этот вариант успешно опробован на ДП-3 меткомбината «Азовсталь». При расходе азота около 6000 м³/ч достигнуто подавление бурого дыма на 90%. Выделение графита не изменилось, поэтому общее снижение выбросов составило 60%. Это позволило обеспечить санитарные нормы и отказаться от сооружения аспирационной системы. Затраты на

сооружение установки пылеподавления составили около 30 тыс. евро (без учёта стоимости подвода азота к доменной печи).

2. Применение пылеподавления в сочетании с графитоулавливанием в циклонах.

Этот вариант осуществлён в миксерном отделении ККЦ комбината «Азовсталь» и в отделении перелива чугуна ККЦ-2 Западно-Сибирского металлургического комбината. Крупнодисперсная графитная пыль практически полностью улавливается циклонами ЦН, а бурый дым подавляется азотом, поэтому выбросы в атмосферу снижаются на 93%. *Дополнительной выгодой* является высокое качество улавливаемой циклонами графитной пыли. За счёт пылеподавления снижается содержание оксидов железа в пыли и содержание углерода составит 30-40% (без пылеподавления – 11-13%). Такая пыль является товарным продуктом и покупается Мариупольским графитовым заводом. Затраты на установку пылеподавления – 30 тыс. евро, затраты на циклоны – примерно 1 евро на м³/ч очищаемого газа. Пылеподавление в сочетании с графитоулавливанием в циклонах является оптимальным решением с точки зрения экологического эффекта на единицу затрат.

3. Применение пылеподавления в сочетании с фильтрами

В случае сочетания пылеподавления азотом с электрофильтрами или рукавными фильтрами облегчаются условия работы оборудования за счёт снижения начальной концентрации пыли. Межремонтный период рукавных фильтров должен возрасти не менее чем в два раза, что приводит к соответствующему снижению эксплуатационных затрат, а уловленная пыль становится товарным продуктом.

Перечень ссылок

1. Кравец В.А. Образование и подавление бурого дыма при переливах чугуна // Вестник Приазовского ГТУ, 1999, №8, С.18-28.
2. Кравец В.А. Подавление бурого дыма при переливах чугуна: Монография. – Донецк: Издательство «УкрНТЭК», 2002-186 с.
3. Толочко А.И., Филиппев О.В., Славин В.И., Гурьев В.С. Очистка технологических и неорганизованных выбросов от пыли в чёрной металлургии. - М.: Металлургия, 1986 - 208 с.

УДК 662.442

О ПРОБЛЕМЕ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Шаповалов В.В., Ванин В.И., Шевченко А.Ю.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Рассмотрены перспективы утилизации отходов гальванических производств с получением ценных компонентов. Экспериментально установлено, что сочетание методов щелочной экстракции и электролиза является перспективным для выделения металлического цинка, кадмия, никеля достаточно высокой чистоты.

На протяжении 90-х гг. в Украине фиксировалось уменьшение абсолютных показателей образования всей совокупности отходов, которое было вызвано экономическим кризисом и не связывалось с технико-технологическим прогрессом. Начиная с 1999—2000 гг., вместе с ростом промышленного производства наблюдается обратная тенденция – к увеличению абсолютных объемов образования отходов. Соответственно прогрессирует и процесс их накопления, как в промышленном, так и в бытовом секторах. Объем образования 53 видов отходов (которые учитываются по форме статистической отчетности) составил в 2004 г. 215,13 млн. т. В сравнении с 2003 г. фиксируется их увеличение на 10,8%, что обусловлено возрастанием промышленности и ВВП в целом]. [1]..

Только в Донецкой области количество накопленных промышленных отходов достигло в 2004 году 423 млн. т., т.е. на одного жителя области, включая грудных детей, приходится около 100 т отходов. Объем образования промышленных отходов неуклонно увеличивается в среднем за год на 2 %. В больших городах имеет тенденцию к возрастанию и образование бытовых отходов на душу населения составляющее 0,6-0,7 кг/сутки, или 220—250 кг/год.

Площадь, занятая отходами, приближается к 2 % территории области. Отходы оказывают на окружающую природную среду мощное техногенное воздействие, ухудшая и без того сложную экологическую ситуацию в области. Анализ динамики образования отходов в расчете на единицу ВВП указывает на отсутствии прогресса в показателях образования отходов на единицу ВВП. Это свидетельствует о структурной и технологической консервации в народнохозяйственном комплексе. Неизменными в динамике последних 8-10 лет остаются показатели использования и обезвреживания токсичных отходов (на уровне около 30%). Это говорит об отсутствии прогресса в соответствующем инфраструктурном обеспечении (специализированных полигонов, установок) [1]. [2].

Большая часть отходов, которые образуются в Донецкой области, являются вторичными ресурсами, поэтому одним из возможных путей решения данной проблемы может быть их утилизация. Особую ценность представляют отходы электрохимических производств, которые в настоящее время в основном складываются, но содержат большое количество таких тяжелых и ценных металлов, как никель, цинк, кадмий, кобальт и др. и по сути являются источниками важного для Украины сырья. Решение проблемы извлечения цветных металлов из отходов весьма выгодно с экономических позиций и в то же время актуально с точки зрения улучшения экологической ситуации в регионе.

Цель данной работы состояла в разработке способов извлечения ценных металлов из отхода. Проведенные исследования позволили предложить технологическую схему переработки отходов электрохимических производств, по которой возможно получение цинка, никеля, кобальта и кадмия в качестве товарного продукта. В основу разработки экономически выгодной и гибкой технологии разделения и извлечения ценных компонентов нами было поставлено условие использования максимально дешевых и доступных химических продуктов и хорошо разработанных приемов, например, электролиза для выделения чистых металлов. В процессе исследования нами установлено, что эта химически сложная задача разделения многокомпонентной смеси, с последующим выделением ценных металлов, может быть решена при использовании в технологии таких тривиальных продуктов как серная кислота, гидроксид натрия или калия, а также сульфат аммония, что предопределяет экономическую целесообразность процесса переработки отхода.

Типичный твердый отход гальванического производства, содержащий ценные компоненты, получается обычно после обработки гальванических растворов содой или известью. Вследствие высокой влажности и содержания легкоразлагаемых компонентов он характеризуется нестабильным составом, зависящим от места отбора проб и способа его хранения. Массовая доля некоторых элементов составляет в среднем (в %): медь – 0.30, никель – 5.90, цинк – 13.20, серебро – 0.0002, платина – 0.0002, кобальт – 0.80, марганец – 0.015, кадмий – 4.60, олово – 0.05. Для технологической переработки отхода необходимы стадии усреднения, отмывки от солей натрия и прокаливания при температуре около 450 °С. Обработка исходного отхода водой позволяет при минимальных затратах получить такой ценный компонент для стекольной промышленности как сульфат натрия. После прокаливания оставшегося сырья основными компонентами отхода являются оксиды цинка, кадмия, никеля и кобальта.

При выщелачивании цинка из прокаленного отхода растворами гидроксидов калия и натрия извлекается практически только цинк в виде цинката натрия или калия при следовых количествах меди, кадмия, никеля и кобальта. Степень извлечения цинка сильно зависит от концентрации щелочи. Повышение же температуры сокращает продолжительность процесса, но существенным образом не влияет на полноту извлечения цинка. Это позволяет в широких пределах оперировать процессом извлечения цинка. Для улучшения качества товарного цинка целесообразно проводить очистку раствора от примесей меди, кадмия и никеля путем цементацией их порошком цинка или алюминия. Нами установлено, что вытяжку цинка из сырья лучше проводить растворами щелочей концентрацией 20-40 %. При этом максимальная степень извлечения цинка достигает 90-92 % и на нее не влияет ни время, ни температура, ни ультразвуковое воздействие. Оставшийся цинк, который не удается извлечь, входит, по-

видимому, в кристаллическую решетку других оксидов. Электролитическое выделение цинка из щелочного раствора необходимо проводить при плотности тока 0,01-0,026 А/см². На качество цинка, который получается на катоде, определяющее влияние оказывают качество поверхности катода и наличие поверхностно-активных веществ. При электролитическом выделении удается получать цинк чистотой 99.8-99.9%. Раствор щелочи после выделения цинка способен экстрагировать из исходного сырья такое же его количество, как и свежий исходный раствор. Это позволяет осуществить непрерывный циклический процесс извлечения цинка.

Выделение железа, никеля, кобальта и кадмия из твердой фазы необходимо осуществлять после извлечения цинка и растворения твердой фазы в серной кислоте. Очистка раствора от железа, которое не представляет интереса как товарный продукт, легко осуществляется путем пропускания воздуха через раствор при pH = 4-5 с выделением железа в виде Fe(OH)₃.

Для извлечения кобальта может быть рекомендовано окисление растворимых соединений двухвалентного кобальта в нерастворимый Co(OH)₃ при pH около 5 хлорной известью, которая может прибавляться в раствор или в сухом виде, или в виде предварительно приготовленной суспензии. Количество хлорной извести зависит от содержащегося в ней активного хлора.

Раствор после извлечения цинка и кобальта и железа содержит преимущественно сульфаты кадмия, никеля с примесью сульфатов цинка. При определенных условиях, путем электролиза из него практически на 100% извлекается металлический кадмий чистотой 99.99%

Осаждение ионов никеля из раствора серной кислоты лучше всего проводить сульфатом аммония в виде двойной соли NiSO₄·(NH₄)₂SO₄·6H₂O. На осаждение влияет температура процесса и исходная концентрация ионов металлов, а концентрация серной кислоты практически не влияет, что весьма важно для гибкости технологии, предназначенной для переработки отходов с переменным содержанием ценных компонентов. В связи с тем, что в растворе присутствуют ионы остаточного цинка, соединения никеля несколько загрязнены солями цинка типа ZnSO₄·(NH₄)₂SO₄·6H₂O. Стадия очистки их путем щелочной обработки позволяет получить практически чистые соединения никеля, которые сами по себе представляют коммерческую ценность, либо выделить из них металлический никель

Таким образом, предлагаемая технологическая схема переработки отхода гальванического производства включает такие основные стадии: а) промывание отхода от хлорида и сульфата натрия; б) прокаливание отхода; в) экстракция цинка гидроксидом натрия на первой стадии; г) растворение осадка в кислоте; д) электролиз цинка из щелочных растворов; е) очистка раствора от железа; ж) вытяжка кобальта; з) электролиз кадмия; и) общее осаждение никеля и остаточного цинка сульфатом аммония; к) экстракция остаточного цинка гидроксидом натрия.

Предлагаемая технология утилизации отходов при нынешней стоимости извлекаемых металлов ($\$/m$) – Ni ≈ 14000-15000, Zn (Cd) ≈ 1000-1200, Co ≈ 16000) представляется весьма перспективной как с экономической, так и с экологической точек зрения.

Перечень ссылок

1. Міщенко В.С., Виговська Г.П. Відходи: Реалії і феномени статистики // Матеріали ІІІ Міжнарод. конф. “Сотрудничество для решения проблемы отходов”. – Харьков: НГО “ЭкоИнформ”. 7-8 февраля 2006. – С. 17-19.
2. Горлицкий Б.А. ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗМЕНЕНИЯ СТРАТЕГИИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В УКРАИНЕ, // Матеріали ІІІ Міжнарод. конф. “Сотрудничество для решения проблемы отходов”. – Харьков: НГО “ЭкоИнформ”. 7-8 февраля 2006. – С. 33-35.

УДК 681.586

**МНОГОСЕНСОРНЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ГАЗОАНАЛИЗАТОРЫ НА ОСНОВЕ
СОВРЕМЕННЫХ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ КАК ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

Харитонов А.Ю., Аверин Г.В.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Изучены тенденции развития технической базы многосенсорных интеллектуальных газоанализаторов на основе современных твердотельных датчиков.

Существующая методология экологического мониторинга атмосферы была разработана 70-х годах, в свою очередь на ней основываются базовые нормативные документы [1], которые датированы 80-ми годами. Эта методология ориентирована на применение методов и средств контроля показателей загрязнения атмосферного воздуха, распространенных в то время. В основном, рекомендуемые методики рассчитаны на отбор проб с последующим лабораторным исследованием химического состава воздуха.

За последние 10 лет наблюдаются тенденции изменения некоторых подходов в экологическом мониторинге атмосферы. Появился целый ряд новых автоматизированных систем контроля состояния атмосферного воздуха. Эти системы ориентированы на применение современных типов сенсоров и датчиков, главное преимущество которых – способность производить быстрый и точный анализ непосредственно на месте сбора данных. На данный момент такие системы являются дорогостоящими, однако уже видны тенденции к удешевлению и миниатюризации оборудования, что позволяет ожидать через 5-10 лет широкое применение газоанализаторных технических средств нового поколения.

Исходя из вышесказанного, следует, что в ближайшее время возможно и совершенствование всей нормативно-технической базы в области экологического мониторинга. Указанные тенденции модернизации технических средств можно подтверждают следующие факты.

1. В г. Москве организацией ГПУ «Мосэкомониторинг» была разработана, внедрена и функционирует глобальная система мониторинга атмосферы, основанная на сети из 28 автоматических станций, контролирующая в общей сложности перечень ингрдиентов из 18 веществ [2]. Подобная система позволяет контролировать состояние атмосферы целого города в режиме реального времени. В настоящее время газоанализаторы первого поколения заменяются более современными системами контроля.

2. На концерне ЗАО «СТИРОЛ» в 1993 г. была введена в действие автоматизированная система контроля окружающей среды LSMC-2, которая включает в себя 4 стационарных поста [3]. Это первая на Украине автоматизированная система экологического мониторинга атмосферного воздуха длительно эксплуатируемая на промышленном предприятии.

3. В настоящее время появились компактные автономные системы контроля состояния воздуха по нескольким показателям. Пример такой системы – комплекс Airpointer австрийской фирмы Recordum [4], который при своих размерах (80*60*50см) обладает способностью в автоматическом режиме контролировать следующие ингредиенты: O₃, NO_x, CO, SO₂, а также температуру, влажность воздуха, скорость и направление ветра. Система позволяет длительно хранить данные и передавать информацию по проводному каналу связи или радиоканалу. Нужно отметить, что такие фирмы стран бывшего СНГ, как ЗАО «Украналит», ООО НПВП "ИВА", ООО Бюро аналитического приборостроения «ХРОМДЕТ-ЭКОЛОГИЯ», ЗАО «ОПТЭК» [5] также стремятся к миниатюризации и универсализации своих газоанализаторов.

4. Бытовой японский модуль AirSense фирмы Hitachi, при своих миниатюрных размерах [6], способен определять степень загрязненности, влажность и температуру воздуха, а также

определять сейсмические колебания почвы. Модуль обладает способностью по радиоканалу связи выводить полученные данные на терминал размером с наручные часы.

Указанные системы в основном используют твердотельные и пленочные датчики. Они являются более дешевыми по сравнению с инфракрасными сенсорами и фотодатчиками, а так же электрохимическими сенсорами. Именно применение таких сенсоров, зачастую, является главным условием удешевления и миниатюризации газоанализаторных систем.

Сегодня передовые фирмы мира работают над созданием современных многосенсорных газоанализаторов нового поколения. Это должны быть компактные приборы (до 0.5 м³), способные измерять концентрацию 4-8 ингредиентов и, в частности, O₃, NO₂, CO, HC, SO₂, NO_x и др. Такие технические решения возможны, если в газоанализаторах применять миниатюрные твердотельные датчики, например, фирмы Microchemical Systems (Швейцария) [7] или твердотельные датчики фирмы "Honeywell" (Германия) [8], разместив их на одном измерительном участке. Действующая система должна комплектоваться четырех-восьмиканальным аналого-цифровым преобразователем (АЦП), а так же контроллером для приема информации с АЦП, хранения и передачу данных на ПЭВМ. Например, система может комплектоваться микроконтроллером PIC16F876 с встроенным четырехканальным АЦП и универсальным асинхронным приемопередатчиком. Опционально можно установить микросхему ППЗУ для хранения больших объемов данных. Структурная схема подобного устройства представлена на рисунке 1.

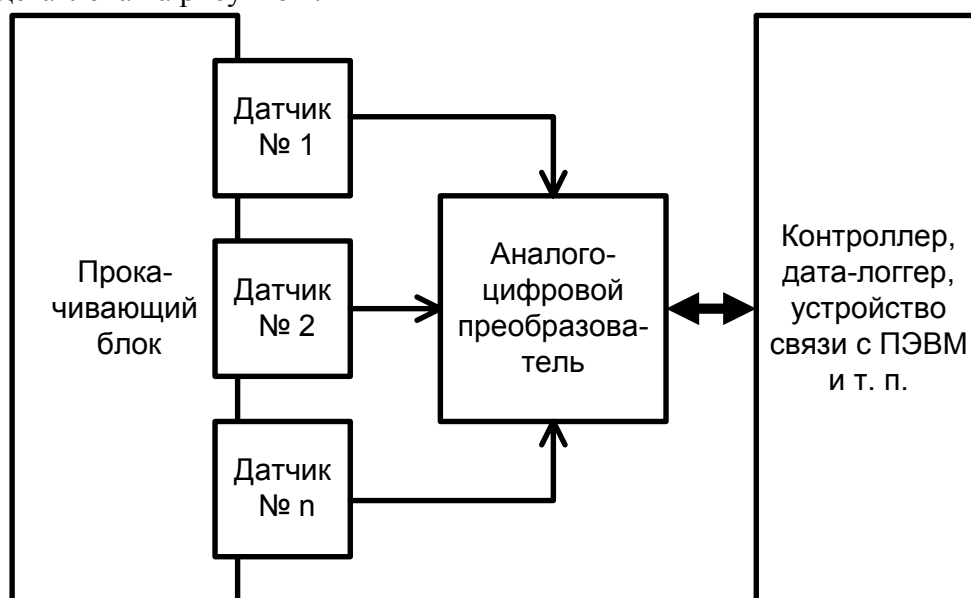


Рисунок 1 – Структурная схема газоанализатора на основе твердотельных датчиков

Исходя из низких цен на твердотельные датчики, контроллеры и микросхемы памяти (цены на твердотельные датчики составляют от 5 до 20 долларов США [9], контроллер PIC16F876 стоит 20 гривен), мы имеем общую цену порядка-150-200 долларов США (с учетом стоимости программного обеспечения).

Интеллектуальность системы заключается в том, что она способна в автоматическом режиме принимать и обрабатывать информацию, хранить ее и передавать на ПЭВМ. Кроме этого, система в состоянии самостоятельно принимать решения о превышении норм концентраций загрязнителей атмосферы.

Появление подобных недорогих многосенсорных интеллектуальных газоанализаторов на основе современных твердотельных датчиков может кардинально изменить рынок в области систем экологического мониторинга.

Список литературы:

1. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.104.196-89. М: Государственный комитет СССР по гидрометеорологии. 1991. – 682с.
2. Бюллетень о состоянии воздушной среды г. Москвы за 2004 г. М: ГПУ «Мосэкомониторинг», 2005г. – 48с.

3. Фунтов И.Л. Опыт внедрения автоматизированной системы контроля окружающей среды в горловском ОАО «Концерн «СТИРОЛ». // «Менеджер». Вестник ДонГАУ, № 1 (22)*2002.
4. <http://www.recordum.com/> (17.03.06)
5. http://www.optec.ru/mkomp_kaskad.html (17.03.06)
6. <http://www.mobiledevice.ru/AirSense-Hitachi-Technology.aspx> (17.03.06)
7. <http://www.microchemical.com/coandnox.htm> (17.03.06)
8. Датчики фирмы "Honeywell": справочник. М: ДОДЭКА, 2000г.
9. Стукалов В. В. Твердотельный датчик газов как элемент системы дистанционного мониторинга воздушной среды : Диссертация. 05.27.01 : Воронеж, 2005 123 с. РГБ ОД, 61:05-5/4105

УДК 662.32

ВОПРОСЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОПАСНОСТИ И ДЕКЛАРИРОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ КОКСОХИМИЧЕСКИХ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Москалец В.М., Аверин Г.В.

(ГП «Донецкий экспертно-технический центр», ДонНТУ, Донецк, Украина)

Рассмотрены вопросы идентификации опасностей и декларирования безопасности крупных промышленных объектов, также комплекс связанных с этим организационных, правовых и технических вопросов на примере коксохимических и металлургических предприятий Донбасса

Проблема техногенной безопасности для индустриальных областей носит выраженный региональный характер, так как тесно связана с уровнем промышленного развития региона. Для Донецкой области, которая является индустриальной областью с высокой плотностью размещения потенциально опасных производств, необходима формулировка концепции региональной техногенной безопасности. Специалистами области определены основные направления обеспечения природно-техногенной безопасности на промышленных предприятиях и производствах, на основе которых строится региональная политика в области охраны труда и защиты окружающей среды.

В настоящее время число промышленных аварий в развитых странах остается более или менее постоянным, несмотря на увеличение интенсивности промышленной деятельности. В Донбассе аварийность на предприятиях не уменьшается, хотя длительное время наблюдался спад промышленного производства. Один из способов определения надежности техногенных систем связан с оценкой рисков технологического и природного характера. Такой подход получает распространение в Европе для оценки техногенной опасности многих видов деятельности. Например, считается, что директива SEVEZO II, имеющая широкий охват, интегральный характер и направленная на предотвращение аварий, помогает создать определенную основу для более эффективного регулирования ситуаций, связанных с риском.

Применение подходов, основанных на методологии оценки рисков, является одним из способов совершенствования региональной политики в области техногенной безопасности. В свою очередь важными процедурами в общей оценке безопасности является идентификация и декларирование объектов повышенной опасности. Многие нормы Директивы Европейского Совета [1] были приняты и учтены в отечественных нормативных документах [2, 3, 4]. При этом не всегда учитывалась специфика и особенности отечественных предприятий и менталитет работающего персонала.

Практика применения процедуры идентификации показала несовершенство ряда существующих методов и подходов. Проблема заключается в присвоении класса повышенной опасности объектам, совсем не представляющим такой опасности для населения и других объектов заботы.

Так многим потенциально опасным объектам, в частности, металлургическим и коксохимическим предприятиям Донбасса, был присвоен класс опасности из-за присутствия больших количеств серной кислоты. Существующая процедура идентификации определяет это вещество как токсичное согласно ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ и ГОСТ 12.1.007-76*ССБТ.

Статья 3 Директивы Совета 96/82/ЕС дает следующее определение: «крупная авария» означает такое событие, как мощный выброс, пожар или взрыв, произошедшее в результате неконтролируемых изменений в ходе эксплуатации предприятия, охваченного настоящей Директивой, ведущее к серьезной опасности - непосредственной или с замедленным эффектом - для здоровья людей и/или для окружающей среды на территории предприятия или за его пределами и связанное с одним или несколькими опасными веществами.

Проливы серной кислоты при разрушении оборудования или трубопроводов или переливе продукта представляют опасность, в основном, при непосредственном воздействии жидкости на кожные покровы и слизистые оболочки людей; при этом возможна интоксикация персонала, находящегося рядом с проливом, парами веществ. Из-за низкого давления насыщенных паров проливы данного вещества не дают токсичной волны. Поэтому вещество не представляет значительной опасности по отношению к «третьим лицам».

Однако, попадая в класс опасности, предприятие обязано страховать свой объект повышенной опасности за вред, который может быть причинен авариями на нем. Так, например, ОАО «Константиновский металлургический завод», большинство цехов которого пришло в негодность после развала СССР, вынуждено страховать свое предприятие как объект 2-го класса опасности именно из-за присутствия серной кислоты на объекте. ЗАО «Макеевский металлургический завод» застраховало цех ЦЭВС как объект 1-го класса опасности по той же причине.

Для решения данной проблемы необходимо внести изменения в существующие нормативные акты касательно таких веществ как серная кислота, расширить список индивидуально опасных веществ ДНАОП 0.00-3.07-02, включить туда аналогичные опасные химические вещества и определить для них индивидуальные нормативы.

Важной проблемой для многих предприятий является несоответствие состояния санитарно-защитной зоны действующим нормам. Согласно п. 5.10. ДСП 173-96 «Государственные санитарные правила планирования и застройки населенных пунктов» в санитарно-защитных зонах нельзя допускать размещения жилых домов, охранных зон источников водоснабжения. Однако требование данного документа не всегда выполняется. Так в санитарно-защитной зоне ЗАО «Макеевкокс» находится частный жилой сектор на расстоянии 120 м от предприятия, аналогично для ОАО «Ясиновский коксохимический завод» - Макеевская исправительная колония (200 м). Канал «Северский Донец-Донбасс» находится в санитарно-защитной зоне ОАО «Ясиновский коксохимический завод» на расстоянии 360 м от территории предприятия. Из-за таких нарушений объекты предприятий получают класс повышенной опасности при учете расстояния к «третьим лицам».

Для решения данной проблемы необходимо законодательно определить процедуру вынесения из санитарно-защитной зоны проблемных объектов и определить источники финансирования.

Существует некоторая неопределенность процедуры идентификации объектов по расстоянию к «третьим лицам». Согласно ДНАОП 0.00-8.21-02, если суммарная масса опасных веществ на объекте превышает норматив пороговой массы, процедура идентификации считается законченной, а если не превышает – производится перерасчет пороговой массы по расстоянию к «третьим лицам». Так, например, если на объекте находится 50 т серной кислоты, объекту автоматически присваивается 2-й класс опасности. Если же хранится 49 т, производится перерасчет, и если окажется, что расстояние к «третьим лицам» не превышает 247м, объекту присвоится 1-й класс опасности.

Следует заметить, что процедура пересчета класса опасности по расстоянию отсутствует в Европе и в России [1, 8]. Данная норма только снижает качество документа и вызывает нарекания специалистов. Следует отметить наличие также целого ряда других проблемных вопросов нормативной базы.

Существует крайне нечеткие нормы по порядку разработки деклараций безопасности для проектируемых и реконструируемых объектов. Имеется необоснованное требование о необходимости нотариально заверять ряд документов, идущих приложением к декларации

безопасности: ПЛАС (плана локализации и ликвидации аварий и аварийных ситуаций), разрешительной документации, договоров страхования и т.д. Отсутствуют требования к квалификации специалистов организаций-разработчиков деклараций (в настоящий момент выполнение этой работы не требует разрешительных документов), не определен четкий порядок проведения экспертизы деклараций безопасности и т.д.

Практика разработки деклараций безопасности металлургических и коксохимических производств показала, что возникают значительные проблемы, связанные с количественной оценкой рисков для различных видов воздействий, однозначной оценкой ущербов, необходимостью выполнения предприятием крайне затратных мероприятий по снижению уровня риска, которые несоизмеримы с платежами по страхованию гражданской ответственности субъекта хозяйственности, что приводит к формализации отдельных разделов декларации. Сколько бы предприятие не вкладывало финансовых средств в реализацию мероприятий по промышленной безопасности, по существующему законодательству только класс опасности определяет уровень страховых взносов. Отсюда явная незаинтересованность руководства осуществлять такие мероприятия.

Для того, чтобы процедура декларирования безопасности не превратилась в формальность и служила повышению безопасности предприятий, необходимо:

- определить квалификационные требования к разработчикам деклараций и создать механизм лицензирования этого вида деятельности;
- определить порядок проведения экспертизы деклараций;
- разработать отраслевые руководящие документы по идентификации и декларированию безопасности, учитывающие специфику разных отраслей промышленности;
- разработать межотраслевые методические указания по количественной оценке риска промышленных производств, ориентированные на практическое применение у специалистов;
- создать централизованную базу данных по авариям на предприятиях, промышленным рискам, 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 доступное программное обеспечение для автоматизации работ по оценке безопасности и риска;
- совершенствовать статистическую отчетность в области промышленной безопасности для предприятий, имеющих на своем балансе объекты повышенной опасности;
- улучшать действующую систему страхования объектов повышенной опасности.

Существующая система идентификации и декларирования безопасности является важным инструментом технической политики в области промышленной безопасности. Поэтапное совершенствование этих процедур и отработка на практике действующих норм позволит в свою очередь повысить качество отечественного законодательства по промышленной безопасности.

Список литературы:

1. Директива Европейского Совета 96/82/ЕС от 09.12.1996г «О сдерживании опасностей крупных аварий, связанных с опасными веществами».
2. ДНАОП 0.00-3.07-02 «Нормативы пороговых масс опасных веществ для идентификации объектов повышенной опасности».
3. ДНАОП 0.00-8.21-02 «Порядок идентификации и учета объектов повышенной опасности».
4. ДНАОП 0.00-8.22-02 «Порядок декларирования безопасности объектов повышенной опасности».
5. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ.
6. ГОСТ 12.1.007-76*ССБТ.
7. ДСП 173-96 «Государственные санитарные правила планирования и застройки населенных пунктов».
8. РД-03-260-99, ПБ 03-260-99 «Методические рекомендации по идентификации опасных производственных объектов».

ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Топоров А.А., Парфенюк А.С., Власов Г.А.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

В статье представлены основные направления оценки техногенной безопасности технологических комплексов и предложен ряд комплексных критериев, использующих энергетический и информационный подходы.

В настоящее время в связи с увеличением энергопотоков и усложнением современных комплексов технологического оборудования и повышением общего уровня требований безопасности возникает необходимость оценки их техногенной опасности [1]. Как правило, в таких технологических объектах создают условия, которые значительно отличаются от условий окружающей среды (давления, температуры, концентрации веществ, действующих нагрузок, напряжений и т.п.). Неравновесное состояние или наличие разности потенциальных величин внутри и снаружи объекта, делает технологический объект в той или иной степени потенциально опасным. При возникновении цепочки неблагоприятных событий растет вероятность неконтролируемого высвобождения накопленного потенциала, что может привести к возникновению техногенно опасных ситуаций и аварий. К техногенно опасным ситуациям относят такие изменения в функционировании и структуре технического объекта, которые могут вызвать нарушения технологического режима, уменьшение уровня надежности ниже заданной величины, появлению возможностей выбросов, утечек, возгорания, взрывов, а также нанесения ущерба человеку, окружающей среде и другим техническим объектам.

Для современных технологических комплексов ситуация осложняется тем, что большинство из них исчерпали ресурс, и деградация продолжается, зачастую не учитываются взаимовлияние близрасположенного оборудования и т.д. [2]. Существующие методики оценки уровня опасности технологических комплексов, в основном, основаны на экономических показателях и направлены на оценку риска, что не дает достаточных обоснований для принятия решений при проектировании таких объектов.

Для эффективной оценки уровня безопасности технологических комплексов необходимо решить ряд задач:

- представление технологического комплекса в обобщенном виде;
- выбор комплексного, пригодного для различных по типу объектов, критерия;
- оценка деградации объекта на всех стадиях его работы;
- определение показателей опасности;
- зонирование территории по уровням опасности;
- оптимизация структуры и работы комплекса.

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.

Так, например, на основе статистической информации службы охраны труда и техники безопасности коксохимического производства был проведен комплексный анализ травматизма в коксовых цехах, который позволил установить основные причины опасностей, наиболее опасные профессии и опасные зоны на территории коксового цеха. В результате обработки статистической информации установлено, что наиболее травмоопасными профессиями являются (в %): деревянные – 26, слесари-ремонтники – 18, люковые и барильетчики – 16, машинисты коксовых машин – 8 %, ИТР. На десяток других профессий приходится – 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: лёгкие травмы – 36, тяжёлые травмы – 33, смертельные травмы – 26, групповые травмы – 5. В /3/ представлены описания наиболее характерных аварийных и травмоопасных ситуаций в коксовом цехе и предложены мероприятия по их предотвращению.

Одним из наиболее эффективных путей изучения процесса функционирования сложных технических объектов является системный анализ /4/. В соответствии с принципами системного анализа любой техникой объект можно представить как систему - совокупность элементов, обладающих связями и свойствами, которых не было до объединения элементов в систему. Учет современных требований к уровню безопасности при системном подходе, требует рассмотрения видов возможных изменений в структуре системы и ее функционировании, а также причины их вызывающих. Для оценки общего состояния системы представляется целесообразным принять информационную энтропию, которая для систем с непрерывным изменением величины параметров принимает вид:

$$H = - \int p_i(x) \log p_i(x) dx,$$

где $p_i(x)$ - вероятность состояния x для i -го параметра.

При определении уровня опасности представляется целесообразным основываться на технических параметрах, характеризующих объект. Эти параметры можно разбить на три группы: физические, отражающие физические свойства объекта; химические, характеризующие химические свойства среды в объекте и геометрические, отражающие соотношения характерных размеров объекта. К физическим параметрам можно отнести перепад давлений внутри и снаружи объекта ΔP , разность температур внутри и снаружи объекта ΔT , величина общей кинетической энергии движущихся частей в объекте E . К химическим параметрам относят количество химически активного вещества в объекте V и его предельно допустимые концентрации (ПДК). Если вещества в объекте являются пожаро- и взрывоопасными, то вместо ПДК используется величина минимальной взрывоопасной концентрации. К геометрическим параметрам относят объем объекта V_0 , гидравлический радиус R и периметр Π стыковочных узлов, величина удельной поверхности объекта A .

На основании этих технических параметров разработан ряд показателей влияющих на уровень опасности U технических объектов. В общем виде уровень U определяется по формуле:

$$U = P * Q * V,$$

где P - показатель потенциала опасности; Q - показатель состояния объекта (вероятность реализации потенциала опасности); V – уровень тяжести последствий.

Для техногенной зоны уровень техногенной опасности можно определить по формуле:

$$P_L = \frac{P * \varphi}{L^3},$$

где: φ - коэффициент, зависящий от среды распространения опасного техногенного воздействия; L - расстояние от объекта до рассматриваемой точки пространства.

Если в пространстве техногенной зоны находится несколько техногенно-опасных объектов то уровень техногенной опасности в каждой точке пространства определяется как:

$$P_L = \sum P_{Li},$$

При создании технических объектов обычно рассматриваются несколько вариантов их конструкций. В этих условиях возникает необходимость определения наилучшего варианта, т.е. оптимального.

В качестве показателя, позволяющего оценить уровень техногенной опасности производства (объекта), на этапе его эксплуатации, может быть принят критерий уровня опасности объекта (U), который состоит из произведений показателей потенциала опасности и состояния.

Условно уровень U подразделен на шесть подуровней: состояние объекта оценивается как отличное – 1; хорошее – 2; нормальное – 3; опасное – 4; аварийное – 5, катастрофическое – 6.

$$U = \left. \begin{array}{l} 1, \text{ если } P \cdot Q \cdot V \leq n_1; \\ 2, \text{ если } P \cdot Q \cdot V \leq n_2; \\ 3, \text{ если } P \cdot Q \cdot V \leq n_3; \\ 4, \text{ если } P \cdot Q \cdot V \leq n_4; \\ 5, \text{ если } P \cdot Q \cdot V \leq n_5; \\ 6, \text{ если } P \cdot Q \cdot V \leq n_6. \end{array} \right\}$$

где - $n_1 \dots n_6$ – порог уровня опасности.

Показатель состояния объекта отражает склонность объекта к реализации накопленной энергии в техногенно-опасных состояниях и влияет на уровень опасности.

Сам объект, можно рассматривать как техническую систему, состоящую из множества элементов (опоры, обшивка, каркас, болтовые соединения, теплообменные поверхности и т.п.), каждый из которых вносит вклад в уровень опасности объекта. Все эти элементы обладают набором параметров (толщина стенки, площадь поперечного сечения, коэффициент запаса прочности и т.п.), которые с течением времени изменяются - деградируют. Поэтому, показатель состояния объекта определяется как средне арифметическое показателей состояния элементов:

$$Q = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{n},$$

Деградация элементов для большинства агрегатов заключается в изменении геометрических размеров и формы (толщины стенок, пары трения) элементов объекта под действием внешних и внутренних сред, т.е. происходят процессы коррозии и трения. В более редких случаях происходят изменения физико-механических и химических свойств материала, из которого изготовлены эти элементы.

Для этого предлагается использовать гамма – процентный ресурс. Эта методика реализует традиционно сложившийся подход, базирующийся на предположении, что средняя скорость коррозии, определенная на момент прогнозирования, сохранится и в будущем. Однако практика доказывает, что скорость коррозии, как правило, не постоянна, а реальная картина развития коррозионного процесса выглядит следующим образом.

Поскольку в каждой точке поверхности элемента происходит случайный процесс изменения толщины металла во времени, то изменение толщины металла есть функция от времени $S = f(t)$. Тогда показатель состояния каждого элемента:

$$Q = \frac{T_{\text{э}}}{T_{\text{общ}}},$$

где $T_{\text{э}}$ – время эксплуатации элемента;

$T_{\text{общ}}$ – общий срок службы элемента, определяющийся по показаниям истинной скорости деградации.

При приближении величины Q к единице состояние объекта приближается к аварийному состоянию, а следовательно и техногенная опасность производства возрастает.

В технологических агрегатах присутствуют узлы стыковки футеровочных и металлических элементов, обеспечивающие загрузку-выгрузку сырья и продукта, отвод-подвод газов, контроль, очистку, ремонт и т.д. Стыковочные узлы находятся в контакте с внутренними рабочими объемами и внешней средой и работают в условиях постоянных температурных перепадов, механических и химических воздействий.

Общей для всех этих конструкций является проблема обеспечения надежности и герметичности. Их элементы в общем случае находятся в поле воздействия различных по характеру нагрузок: давление перерабатываемого материала и газов, образующихся в процессе переработки; нагрузки от воздействия обслуживающих машин; температурные перепады при загрузке - выгрузке материала; при изменении направления тепловых потоков в отопительной системе; воздействие агрессивной среды при высоких температурах. Кроме того, в узлах протекают термомеханические процессы, представляющие собой взаимодействие элементов в переменном температурном поле при циклическом нагреве и охлаждении, в результате чего происходит изменение напряженно-деформированного состояния с постепенным разрушением материала. Это усложняет учет влияния перечисленных выше факторов на состояние элементов узла.

Для оценки уровня техногенной опасности стыковочных узлов использована система критериев работоспособности конструкции, учитывающая влияние конструктивных, температурно-механических и технологических факторов.

В качестве параметра принят показатель прочности элементов узла σ^* , для огнеупорных элементов - это предел прочности на растяжения, для металлических элементов - предел выносливости:

$$y^* = f_1(y^m, t, T_{\max}, T_{\min}, V_s, l);$$

$$\frac{y^M}{y^*} = F_1\left(\frac{t_{\max}}{\Delta t}, \frac{V_s T}{l}\right)$$

Критерий для оценки прочности элементов:

$$y^M_{i=1 \dots n} \leq y^* \cdot K_1;$$

где σ^M - действующие напряжения, МПа;

K_1 - комплексная функция, учитывающая влияние на прочность узла основных действующих факторов: температурного, механического, технологического.

В общем виде критерий разрушения представляет собой:

$$K_1 = f\left(\frac{t_{\max}}{\Delta t}; \frac{V_s T}{l}\right)$$

Оценка состояния стыковочных узлов по критериальному уравнению позволяет выявить неработоспособные участки и моменты времени их отказа.

Для получения численных критериев работоспособности использована математическая модель температурного и напряженно-деформированного состояния узла.

Так как в настоящее время основным требованием, предъявляемым к техническим объектам, является низкий уровень техногенной опасности, то выберем его в качестве целевой функции:

$$\left. \begin{aligned} U &= P * Q * V \rightarrow \min \\ G &= \Sigma(f(E, \Delta P, \Delta T) = a) \\ 0 &\leq V, E, \Delta P, \Delta T \leq \infty \end{aligned} \right\}$$

В этом случае ограничениями служит показатель производительности технического объекта, капитальные затраты на создание, себестоимость получаемой продукции, энергозатраты на производство и др. Граничными условиями являются пределы изменения входящих в модель технических параметров, характеризующих объект.

Оптимизация технического объекта по показателю уровня техногенной опасности U , позволяет определить наиболее приемлемый вариант при заданных ограничениях.

Разработанный подход является универсальным, как для проектируемого оборудования, так и для существующего. В частности, численные исследования различных технологических комплексов по показателю U для заданных технологических процессов и проектных параметров, их структур, размещения в пространстве и внешних условий показали значительные преимущества ряда новых и модернизированных технологий и конструкций

основных агрегатов коксового производства, комплексов по переработке твердых промбытотходов, систем магистральных трубопроводов для транспортирования жидких и газообразных энергоносителей, прежде всего в части их безопасности.

Список использованной литературы:

1. Белов П.Г. Теоретические основы системной инженерии безопасности –М.: ГНТБ “Безопасность” МИБ СТС. –1996, 424с.
2. Чубенко А.В., Топоров А.А. Оценка техногенной безопасности урбанизированных территорий / Экологические проблемы индустриальных мегаполисов: Материалы международной научно-практической конференции. В 2-х томах. Донецк, 2004. Т.1. С.269 – 274.
3. Семеренко С.В., Парфенюк А.С., Топоров А.А. Пути повышения техногенной безопасности в коксовых цехах / Экологические проблемы индустриальных мегаполисов: Материалы международной научно-практической конференции. В 2-х томах. Донецк, 2004. Т.1. С.287 – 291.
4. Топоров А.А. Новый подход к анализу техногенно опасных ситуаций на технологических производствах. // Наукові праці ДонНТУ. Серія: Хімія і хімічна технологія. Випуск 95 / Донецьк: ДонНТУ, 2005. С.126 – 130.

УДК 622. 5

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ МЕГАПОЛИСА В АСПЕКТЕ УПРАВЛЕНИЯ ТВЁРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ

Чубенко А.В., Топоров А. А., Диденко Н.П. *

(ДонНТУ, УГНИИЦМ*, Донецк, Украина)

Дан анализ основных мировых тенденций по управлению ТБО. Предлагается как перспективное направление внедрение технологии “ТЭРО” в рамках региональной программы проекта Тасис EuropeAid/118732/C/SV/UA

Сфера экологической безопасности становится всё более актуальной для функционирования как государства, так и частного бизнеса. Экологический фактор всё больше влияет на структуру разделения труда, на конкурентоспособность производимой продукции, в целом на экономическое развитие.

Анализ показывает, что общемировые стратегии реагирования в решении экологических проблем на местном уровне проявляются стихийно и неравномерно. К проблемам, ограничивающим возможности местного экологического сотрудничества относятся: отсутствие чёткой локальной экологической политики, ограниченный доступ к экологической информации, низкая заинтересованность в решении местных экологических проблем, часто трафаретные методы их развязания, разрозненность субъектов сотрудничества, приоритет экономических интересов, эпизодическое привлечение наиболее активной и творческой части общества (молодёжи) и др.

Перечисленные проблемы, как в зеркале, отражаются на разрешении вопросов управления твердыми бытовыми отходами (ТБО) в условиях больших городов. Утилизация и переработка ТБО для мегаполиса сложная и многофакторная экономическая, экологическая, технологическая и социальная проблема. Большинство учёных, политических и общественных деятелей с сожалением констатируют, что спустя годы после принятия Закона Украины “Про відходи”, призванного существенно изменить экологическую ситуацию, в стране практически ничего не сделано для его реализации. Как и ранее, использованные упаковочные материалы в лучшем случае горят на мусоросжигательных заводах (МСЗ), в худшем – на протяжении десятилетий оседают на свалках, отравляя среду обитания.

В мировой практике существует несколько направлений решения вопросов утилизации и переработки ТБО.

Первое направление – сжигание. Один из наиболее апробированных методов. При этом считалось, что этот метод является решением проблемы уничтожения ТБО. Однако при эксплуатации на МСЗ образуются большие количества вредных выбросов и отходов. Сжигание не уничтожает отходы, а перераспределяет их в геологической оболочке Земли. Очень

высокими являются эксплуатационные расходы МСЗ. Инвестиции в сооружение МСЗ мощностью 400 тыс. т ТБО / год составляют по данным фирмы “Имабе - Америка” не мене 200 – 400 млн. евро [1]. Кроме того, при сжигании ТБО выделяются стойкие органические загрязнители (СОЗ), являющиеся одними из самых опасных загрязнителей. СОЗ даже в самых малых дозах нарушают нормальные биологические функции организма. Большая их доза может привести к развитию болезней иммунной, нервной, репродуктивной систем, онкологическим заболеваниям, аллергии, гиперчувствительности ногтей, кариесу. Положение усугубляется тем, что минимальный срок полураспада СОЗ в среднем равен 10 годам [2].

В 1994 году экологами США, Канады, Японии и ряда европейских государств был установлен перечень 12 самых опасных веществ. В 2001 году 92 страны подписали Стокгольмскую конвенцию о СОЗ. По этой конвенции с 2004 года СОЗ должны быть полностью запрещены для использования, их производство прекращено, а все запасы уничтожены.

Второе по практическому применению направление – эксплуатация мусороперерабатывающих заводов (МПЗ), работающих по технологии аэробного биотермического компостирования. При этом ТБО вступают в естественный круговорот вещества в природе, обезвреживаются и превращаются в компост. Низкая рентабельность из-за, в первую очередь, большого количества стекла и солей тяжёлых металлов в компосте ограничили перспективы МПЗ в системе управления ТБО. Также данные предприятия отличаются весьма сложным технологическим циклом, требуют значительных капитальных затрат. Инвестиции в строительство и эксплуатацию МПЗ на порядок меньше, чем МСЗ и составляют десятки млн. евро[1].

Третье направление – традиционные свалки и полигоны. Они занимают огромные площади, часто плодородных земель. К этому необходимо добавить неприятные запахи, газы, загрязнение водоносных слоёв, присутствие птиц и грызунов – как потенциальных переносчиков заразы и болезней. В последнее время это и толпы людей, оказавшихся за чертой бедности на территории свалок. При захоронении теряются ценные вторичные ресурсы. Из-за неконтролируемых на свалках возгораний и пожаров, они также опасны и по образованию СОЗ. По данным Департамента экологической безопасности Министерства охраны окружающей природной среды Украины захоронение одного кубометра отходов обходится казне в 15, а сжигание 1 т ТБО – в 65 гривен.

Четвертое направление – стремительно развивающаяся технология управления ТБО путем прессования в брикеты после сортировки на мусоросортировочных комплексах (МСК). Сущность метода прессования с сортировкой отходов достаточно подробно изложены в различных печатных изданиях[1,3,4].

В целом, в Украине известно много проектов, которые сданы в различные организации, представляющие гранты. Эти проекты, в том числе и в Донецкой области, предназначены для внедрения опыта передовых стран по сбору и переработке ТБО. Главное направление в таких проектах это закупка или производство бункеров для отдельного сбора мусора, закупка специализированных машин. Однако очень часто в них не учитывается необходимость создания единой инфраструктуры системы обращения с ТБО. Акцент делается на отдельный блок деятельности, вырванный из общей структуры.

В условиях такого мегаполиса, как Донецк при выборе метода и технологии обращения с ТБО необходимо учитывать экономические, экологические, организационно – правовые и социальные факторы, а также местные условия и особенности. К социальным факторам следует отнести низкую экологическую культуру населения, что не позволяет в настоящее время эффективно внедрить систему селективного сбора ТБО в местах их образования. При прогрессирующем увеличении объёма ТБО на душу населения (по некоторым данным 1 кг / день и более) [5,6], увеличение расстояния между центрами их образования и предприятиями по их захоронению, для города Донецка факторы транспортировки и экономии земельных площадей становятся решающими.

Чтобы получить выигрыш во времени, и внедрить процессы по организации управления

ТБО в условиях Донецка, последнее направление, из перечисленных, заслуживает особого внимания. При этом для эффективного решения проблемы необходимо долгосрочное взаимодействие между экологическими и экономическими структурами, системой образования и средствами массовой информации под руководством муниципалитета. Ведь парадоксально, что богатые страны как Германия или Швеция перерабатывают ТБО на 80 %, а бедные страны не только выбрасывают все это на ветер, но и отравляют почву, воздушный и водный бассейны токсичными веществами. Сегодня нам не нужны контейнеры для раздельного сбора мусора, как предлагают [4] потому что еще нет заводов и цехов по его переработке, да и наше сознание не готово к этому процессу.

Анализируя как отечественные, так и зарубежные научные публикации [1,3,4] для такого города, как Донецк наилучшим вариантом является эксплуатация нескольких МСК, использующих метод прессования с сортировкой ТБО, суммарной производительностью до 100 тыс. т / год. По крайней мере, переработка такого объема позволит управлять текущими поступлениями ТБО. Представляет интерес еще одна выгодная сторона утилизации ТБО путем прессования на МСК.

Так, на кафедре “Машины и аппараты химических производств” Донецкого национального технического университета (ДонНТУ) занимаются разработкой нового метода индустриальной крупномасштабной термолизно – энергетической рекуперации твердых углеродистых отходов промышленного и бытового происхождения (метод “ТЭРО”). Основа этой технологии – управляемый процесс термолиза смесей отходов в герметичных наклонных термолизных печах (НТП) с получением энергетического топлива, газа и другой различной полезной товарной продукции [6]. Среди многих преимуществ метода “ТЭРО” часто упускается из вида то, что предлагаемая технология *целиком* реализуется на вторичных запасах (так называемых “техногенных месторождениях полезных ископаемых”) ТБО, которые создаются при утилизации ТБО путем прессования или как предлагают[4].

При создании в крупном городе технологической цепочки: “МСК” – “ТЭРО-комплекс” – “товарная продукция” коэффициент чистой рентабельности, как показывают расчёты [7] может составить до 25 %. Другими словами, если соединить посредством комплекса “ТЭРО” все этапы от сбора ТБО до производства товарной продукции из вторичного сырья, то сфера ТБО становится доходной и инвестиционно привлекательной.

Учитывая огромный промышленный потенциал и возможности г. Донецка, представляется целесообразным создание специализированного предприятия по производству МСК и их надзору на базе машиностроительного (-ых) завода (-ов) для удовлетворения как потребностей города, так и потребностей области и других регионов Украины в разрешении проблем управления ТБО.

Таким образом, перечисленные проблемы показывают, что они вызваны неразвитостью экологического менеджмента отдельных объектов и городского социума вообще, отсутствием системно организованной структуры и взаимодействия субъектов экологического сотрудничества, ограниченностью финансовых ресурсов существующих элементов экологического общественного взаимодействия, недостаточным уровнем экологического образования. Если эти причины не будут преодолены, то увеличится разрыв усилий между государственным и местным уровнями принятия решений. Улучшения экологической ситуации на городской территории можно добиться, если планомерно устранять причины проблем экологического сотрудничества и создавать условия для эффективного взаимодействия всех заинтересованных местных слоёв и организаций.

Список литературы.

1. Медиокритский Е. Л., Богурадский К. Концепция решения проблемы утилизации твёрдых бытовых отходов в Польше, направленная на предупреждение и ликвидацию опасностей / “Риски в современном мире: идентификация и защита”. – Изд – во МАНЭБ, СПб, 2004. – С. 119 – 121.
2. Цудечкис В. М., Емельянов А. П. Пожары твёрдых бытовых отходов – риск для здоровья людей / “Риски в современном мире: идентификация и защита”. – Изд – во МАНЭБ, СПб, 2004. – 405 с.
3. Медиокритский Е. Л., Колодзейчак А. Снижение экологического риска при решении проблемы утилизации твердых бытовых отходов в Кузбассе / “Риски в современном мире: идентификация и защита”. – Изд –

во МАНЭБ, СПб, 2004. – 405 с.

4. Плэж Б., Бородай Г. И. О региональной стратегии управления ТБО в Донецкой области / Материалы III Международной конференции “Сотрудничество для решения проблемы отходов”. – Харьков, 2006. – С. 146 – 148.

5. Чалабов В. Г., Восканян А. В., Григорян А. Г. И др. Общество и рисайклинг / “Риски в современном мире: идентификация и защита”. – Изд – во МАНЭБ, СПб, 2004. –С. 124 - 126.

6. Парфенюк О. С., Топоров А. А., Кутняшенко І. В. Ефективний шлях вирішення проблеми твердих відходів в Україні – індустріальна термолізно – енергетична рекуперація / Безпека життєдіяльності, 2005 р, № 12.

7. Горлицкий Б. А. Перспективы изменения стратегии обращения с отходами в Украине / Материалы III Международной конференции “Сотрудничество для решения проблемы отходов”. – Х., 2006. – С. 336 – 35.

УДК 622.232.72.

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ШНЕКОВЫХ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ В УСЛОВИЯХ ТОНКИХ ПОЛОГИХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Нечепаев В.Г., Пархоменко Н.В.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Шнековые исполнительные органы очистных комбайнов наиболее предпочтительны в условиях тонких угольных пластов, однако их применение определяет существенную экологическую нагрузку на рабочее пространство очистного забоя и на окружающую среду в целом. Для решения этой проблемы разработана высокопроизводительная и экологически безопасная система активной выгрузки угля.

Основой топливно-энергетического комплекса Украины является каменный уголь, разведанные запасы которого оцениваются в 110 млрд. тонн. На ближайшие годы потребность народного хозяйства Украины в угле оценивается в 150...180 млн. т. в год. При этом 83 % промышленных запасов угля сосредоточено в весьма тонких и тонких пологих пластах, значительная часть которых отличается беспокойной гипсометрией и другими особенностями, практически исключающими возможность выемки их стругами и агрегатами. Потенциальными объектами использования очистных комбайнов являются 88,4% пологонаклонных шахтопластов мощностью от 0,55 до 2,5 м, что определяет значительный приоритет последних как первоочередных объектов совершенствования. Приведенные данные хорошо коррелируются с обобщенными данными по странам СНГ, где очистными узкозахватными комбайнами добывается 86 % угля от общей добычи из очистных забоев.

Отечественный и зарубежный опыт эксплуатации и проектирования очистных комбайнов показывает, что шнековые исполнительные органы обладают рядом принципиальных преимуществ по сравнению с другими их типами и на современном уровне развития техники создают наиболее благоприятные предпосылки для выполнения требований к высокопроизводительной выемочной машине, в том числе и предназначенной для работы в условиях тонких пластов. Поэтому абсолютное большинство современного мирового парка очистных комбайнов оснащено шнековыми исполнительными органами. Изложенное позволяет сделать вывод о том, что применение шнековых исполнительных органов является доминирующей сегодня и перспективной на будущее тенденцией при разработке перспективных образцов очистных комбайнов во всем диапазоне условий их использования.

В то же время шнековые комбайны, работающие в условиях тонких пологих пластов характеризуются органическим недостатком – недостаточным потенциалом системы выгрузки разрушенного угля. Производительность комбайнов в этих условиях значительно снижается из-за недостаточной погрузочной способности шнековых исполнительных органов.

Кроме того, в рабочей зоне шнековых исполнительных органов имеет место значительная циркуляция угля, которая вызывает дополнительное измельчение разрушенного угля и снижение его сортности, интенсивное пылеобразование. Это определяет ряд негативных, с позиций экологической безопасности, факторов.

1). Интенсивное пылеобразование определяет значительную запыленность замкнутого рабочего пространства очистного забоя, в котором постоянно присутствует обслуживающий персонал. Наличие большого количества пыли в рабочей атмосфере является причиной профессиональных заболеваний дыхательных путей горнорабочих. Использование индивидуальных средств защиты дыхательных путей не устраняет проблему полностью, а кроме того, ограничивает физические кондиции рабочих, и как следствие – снижает производительность труда.

2). Запыленность рабочего пространства очистного забоя определяет потенциальную повышенную опасность взрыва угольной пыли.

3). Наличие значительного объема мелких фракций в измельченном угле вызывает значительные потери угля при его перевозке (вследствие распыления в воздухе) и соответствующее загрязнение окружающей среды. Наиболее актуальна эта проблема при перевозках угля железнодорожным транспортом на большие расстояния.

4). Сжигание разнородных фракций энергетических углей в неоптимальных режимах вызывает дополнительное загрязнение атмосферы на тепловых электростанциях.

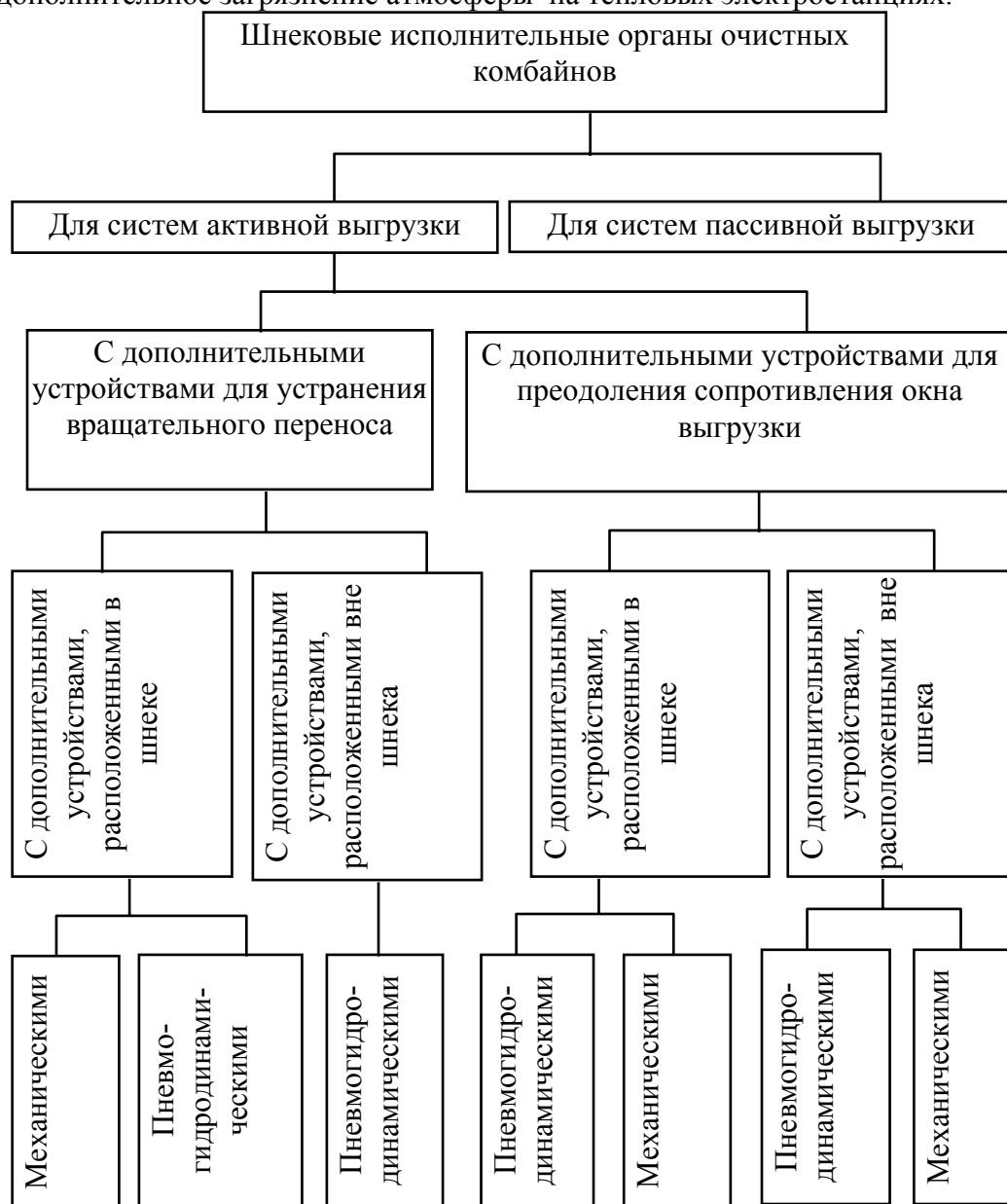


Рисунок 1. Классификационная схема шнековых исполнительных органов как транспортирующих устройств активной выгрузки

Таким образом, недостаточная погрузочная способность шнековых исполнительных органов очистных комбайнов не только ограничивает производительность выемки тонких угольных пластов, повышает опасность труда горнорабочих, но и определяет существенную экологическую нагрузку как на рабочее пространство очистного забоя, так и на окружающую среду в целом.

Для решения этой проблемы на основе устранения ограничения по выгрузке разрушенного угля разработан ряд концептуальных конструктивных решений шнековых исполнительных органов активной выгрузки для очистных комбайнов (АС СССР №1624124, АС СССР №11537803, АС СССР №1624124, АС СССР №1320408, АС СССР №1300148, АС СССР №13117132, патент Украины №37855 А, патент Украины №37855 А и др.).

Разработанные органы классифицируются по следующим признакам (рис.1):

- по назначению – с дополнительными устройствами для устранения вращательного переноса и с дополнительными устройствами для уменьшения сопротивления окна выгрузки;
- по месту расположения дополнительных устройств – расположенные в шнеке и расположенные вне шнека;
- по виду энергии, используемой для функционирования дополнительных устройств – механические, гидродинамические, пневмо-гидродинамические, комбинированные.

Применительно к совокупности разработанных исполнительных органов созданы основы теории рабочих процессов шнековых систем активной выгрузки угля, базирующейся на интегральной математической модели их функционирования [1]. Математическое моделирование рабочего процесса впервые основано на представлении выгружаемого шнеком угля в виде сплошного несжимаемого потока, подверженного активизирующему воздействию и преодолевающего сопротивление окна выгрузки.

На основе выполненных натуральных и вычислительных экспериментов разработана методика расчета и выбора оптимальных параметров систем активной выгрузки угля (давления рабочей жидкости, диаметра насадок струеформирующих устройств, геометрических параметров шнеков, частоты их вращения, угла подъема лопастей, параметров состояния поверхностного слоя рабочих зон, производительности процесса выгрузки, расхода рабочей жидкости и др.), обеспечивающих повышение погрузочной способности очистных комбайнов в 2-3 раза при снижении уровня удельных энергозатрат выгрузки примерно в 2 раза, а также существенное снижение экологической нагрузки на рабочее пространство очистного забоя и на окружающую среду в целом.

Применение высокопроизводительных и экологически безопасных систем активной выгрузки угля обеспечивает значительное повышение технического уровня очистных комбайнов и уровня их конкурентоспособности на этой основе.

Список литературы

1. Нечепаяев В.Г. Механо-гідродинамічні шнекові системи вивантаження і транспортування. - Донецьк: ДонНТУ, 2005. - 215 с.

УДК 621.9: 519 256

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗАКРЫТЫХ ПРОФИЛЬНЫХ ПАЗОВ

Нечепаяев В.Г., Пархоменко Н.В.

(ДонНТУ, г. Донецк)

Высокопроизводительная и точная обработка закрытых профильных пазов определяет необходимость применения экологически небезопасных смазывающе-охлаждающих жидкостей. Разработан режущий инструмент, позволяющий минимизировать расход жидкости при одновременном повышении производительности обработки.

Обязательным условием высокопроизводительной и точной обработки заготовок в условиях современного автоматизированного производства является своевременная эвакуация стружки из зоны резания. Невыполнение этого условия приводит к снижению производительности и точности обработки.

Особую актуальность своевременная эвакуация стружки имеет при фрезеровании закрытых профильных пазов (Т-образных, типа «ласточкин хвост» и др.). Ограниченное пространство закрытого паза очень быстро (за несколько оборотов фрезы) заполняется отделенной стружкой, которая осуществляет подпор режущему инструменту и вследствие этого повторно затягивается в зону резания. Поскольку отделенная стружка имеет твердость, большую твердости обрабатываемого материала (вследствие наклепа и закаливания), то при ее повторном резании имеет место возрастание сил резания, интенсивный износ и разрушение режущих кромок лезвий фрезы. Это определяет ускоренную потерю работоспособности инструмента, снижение его ресурса, точности обработки, повышение шероховатости и увеличение затрат энергии. Решение проблемы обеспечивается своевременной эвакуацией стружки из зоны резания.

Известно несколько способов эвакуации стружки из зоны резания - удаление с помощью гидросмыва, пневмоотсоса и др. При использовании гидросмыва стружка удаляется потоком жидкости. Недостатком этого метода является большой расход СОТС (смазывающе-охлаждающей технологической среды), что нецелесообразно в экологическом, экономическом и энергетическом аспекте. Уборка стружки пневмоотсосом для металлической стружки, особенно стальной и чугуновой, неэффективна.

Для металлической стружки наиболее эффективна эвакуация стружки напорными струями СОТС, которая более производительна в отношении экономических, энергетических и эксплуатационных показателей.

Однако применение СОТС, наряду со многими положительными моментами, является экологически небезопасным. При использовании масляных активных жидкостей, как, например, осерненных и сульфированных масел, возникает опасность отравления рабочих при вдыхании паров сернистых соединений. Аэрозоли, образующиеся при подаче СОТС в рабочую зону станка, оказывают токсическое действие также на кожный покров и внутренние органы.

Предупреждение дерматитов и профессиональных заболеваний при работе с СОТС обеспечивается соблюдением ряда требований:

- содержание вредных веществ в эмульсиях не должно превышать заданных пределов (нафтеновых кислот - 1%, кальцинированной соды - 0,3%, свободного едкого натра - 0,025%, триэтаноламина - 0,4%, нитрита натрия - 0,3%);

- для паров керосина и предельных алифатических углеводородов максимально допустима концентрация 300 мг/м³ (в перерасчете на углерод), хлора 0,1 мг/м³, аэрозолей едких щелочей 0,5 мг/м³ (в перерасчете на NaOH);

- перед началом работы станочники должны использовать специальные мази типа "невидимых перчаток" и т.п.

Устранение или ослабление токсического воздействия СОТС возможно при строгом выполнении комплекса конструктивных, технологических и организационных мероприятий по технике безопасности и промышленной санитарии при приготовлении, хранении, транспортировании, применении, регенерации и разложении СОТС перед спуском в сточные воды.

Поэтому обеспечение эффективного своевременного удаления стружки напорными струями без превышения допустимого уровня вредного влияния отравляющих компонентов СОТС, ее расход следует минимизировать. Минимизация расхода СОТС определяет также уменьшение энергетических и экономических затрат.

Общим недостатком существующих устройств для удаления стружки устройств является значительное удаление источника гидравлической энергии (насадков, излучающих напорные струи СОТС) от объекта воздействия – отделенной стружки. Это обуславливает

повышенные значения основных параметров источника гидравлической энергии - давления и расхода жидкости.

Для устранения этого существенного недостатка существующих устройств удаления стружки разработан режущий инструмент с непосредственной подачей напорных струй СОТС в зону резания при фрезеровании закрытых пазов (рис. 1).

В корпусе 1 фрезы выполнены каналы 3 с насадками 4, расположенные у ножек зубьев 2 вне их затылков и направленные на переднюю поверхность этих же зубьев 2. Оси насадков 4 отклонены на угол α от передней поверхности зубьев 2 фрезы и ориентированы касательно к их режущим кромкам. По высоте инструмента у ножек зубьев 2 вне их затылков расположены каналы 3 с насадками 4 для подачи напорных струй СОТС с целью удаления стружки 10 из пространства между зубьями и охлаждения их передней поверхности.

Количество каналов 3 с насадками 4 принимается исходя из условия полного охвата передней поверхности зубьев инструмента струями СОТС.

При функционировании предлагаемого инструмента осуществляется силовое гидродинамическое воздействие напорных струй СОТС на отделенную стружку 10, находящуюся в пространстве между зубьями 2, и на переднюю поверхность зубьев 2 фрезы. Для этого СОТС по осевому каналу 9 подается через кольцевую полость 7 в каналы 3 фрезы, затем через насадки 4 на переднюю поверхность каждого зуба 2 и в полость между зубьями 2. Силовое воздействие напорных струй СОТС на отделенную стружку 10 обеспечивает ее своевременное удаление из пространства между зубьями 2, а воздействие на переднюю поверхность зубьев 2 – их охлаждение.

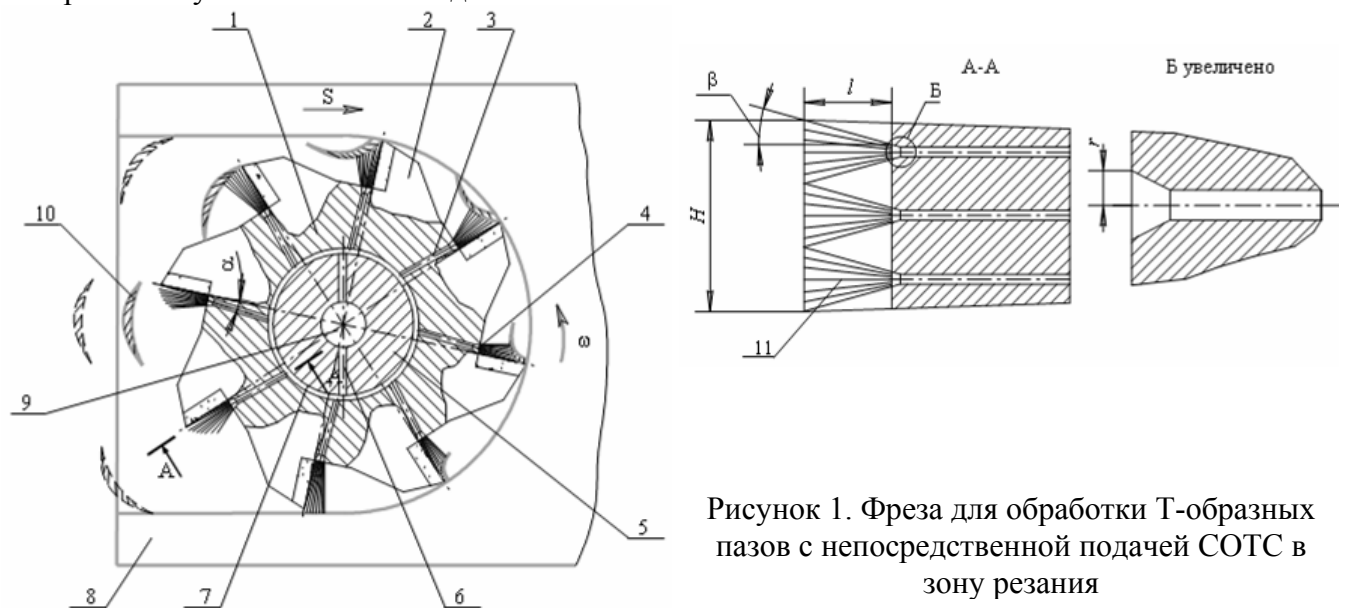


Рисунок 1. Фреза для обработки Т-образных пазов с непосредственной подачей СОТС в зону резания

Своевременное удаление стружки из пространства между зубьями исключает ее перемещение вместе с фрезой при вращательном движении и, соответственно, повторное попадание в зону резания. Это определяет исключение повышенного износа кромок зубьев режущего инструмента и их поломку, а следовательно повышение стойкости. Повышение стойкости определяет повышение производительности обработки. Предотвращается также повреждение (микрорезания закаленной стружкой) обрабатываемых поверхностей заготовки, а следовательно повышается их качество. Полный охват передней поверхности зубьев струями СОТС обеспечивает их эффективное охлаждение непосредственно в процессе резания.

Таким образом, рассматриваемый режущий инструмент позволяет повысить производительность и качество обработки при одновременном повышении экологической безопасности механической обработки закрытых профильных пазов.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ И РЕМОНТАМИ НА БАЗЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА “TRIM” – ФАКТОР БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

Топоров А.А., Третьяков П.В., Худошин А.А., Снегирь А.В., Боровлев В.Н.
(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Современные промышленные предприятия химической промышленности создают высокий уровень техногенной нагрузки на окружающую среду, особенно в техногенно насыщенных регионах, таких как Донбасс. Известно [1], что существует прямая зависимость между возникновением аварий и уровнем технического состояния основных фондов предприятия. Аварии приводят не только к жертвам и экономическим потерям, но и экологическому ущербу. Поэтому острыми остаются вопросы управления техническим состоянием и обеспечения надлежащего уровня надежности и безотказности технологического оборудования. Это особенно актуально в условиях коксохимического производства, где оборудование работает с агрессивными и абразивными рабочими средами, при высоких температурах и давлениях. Интенсивно протекают процессы коррозии, старения и износа оборудования.

В настоящее время надежность и безотказность оборудования на производстве обеспечивают, в основном, проведением планово-предупредительных ремонтов (ППР). Несмотря на достоинства такого подхода, выявлены и такие существенные недостатки, как несвоевременное проведение ремонтов и нерациональное использование ресурсов, что приводит к снижению безопасности оборудования и эффективности работы предприятия. На предприятиях, имеющих повышенный уровень техногенной опасности, для устранения причин возникновения аварий и защиты от поломок сокращают период между ремонтами и выполняют замену деталей, которые даже не выработали свой номинальный ресурс. Все это в конечном итоге приводит к нерациональному использованию имеющихся на предприятии основных фондов и экономическим убыткам.

Одним из наиболее эффективных путей устранения приведенных недостатков и решения проблемы является переход от системы ППР к ремонтам по фактическому состоянию. Однако внедрение ремонтов по состоянию требует качественной реорганизации существующей системы технического обслуживания и ремонтов (ТОиР) по ряду причин. В первую очередь – это необходимость оперативного получения и анализа информации о состоянии оборудования для планирования и оптимизации ремонтов.

Эти и другие задачи эффективно можно решить только с использованием современных вычислительных систем и соответствующего программного обеспечения. Наиболее функциональными и информационно насыщенными автоматизированными системами ТОиР являются ЕАМ системы (Enterprise Asset Management – управление активами предприятия) [2,3]. Программные продукты класса ЕАМ охватывают пределы всего предприятия и поддерживают связь с другими информационными системами, внедрёнными на предприятии (финансовыми, управлением складом, персоналом и др.). Таким образом, различные подразделения предприятия находятся в едином информационном пространстве. Соответственно расширяется и круг задач решаемых с помощью ЕАМ систем.

Можно выделить четыре основные задачи, которые решают при помощи ЕАМ систем.

Первая задача это управление фондами предприятия, их эксплуатацией и обслуживанием. Решение данной задачи включает: подробное описание оборудования предприятия с учетом иерархической структуры; составление графиков обслуживания и ремонта; статистический анализ производительности и надежности оборудования; электронный мониторинг основного оборудования; управление проектами строительства и монтажа; подготовка перечня деталей, необходимых для проведения ремонтов; подготовка всей сопутствующей документации.

Вторая – управление материально-техническими ресурсами. Соответствующие модули, как правило, интегрируются с системами управления закупок и позволяют регистрировать поступление/списывание комплектующих и деталей на склад/со склада, вести спецификации на материалы, управлять заказами на доставку.

Третья – управление персоналом, позволяющее назначать персонал на работы по обслуживанию в соответствии с компетенцией, навыками и опытом.

Четвёртая – оптимизация использования финансовых ресурсов. Для этого производят анализ эффективности использования ресурсов при ремонтах и целесообразности ремонтов конкретного оборудования в сложившихся условиях.

Одной из наиболее эффективных ЕАМ-систем является программный комплекс “TRIM” [4], разработанный российским научно-производственным предприятием “СпецТек”. Программный комплекс “TRIM” разбит на ряд взаимосвязанных модулей, каждый из которых выполняет ряд задач, описанных выше, а именно:

- составление и сопровождение реестра оборудования;
- использование единой базы данных предприятия различными службами от мастеров по ремонту до высшего руководства с разграничением прав использования информации;
- создание и ведение каталогов запасных частей и расходных материалов, вспомогательного оборудования;
- составление планов-графиков ремонтных работ;
- планирование составов ремонтных бригад;
- ведение необходимой документации по ремонтам и эксплуатации оборудования (от инструкций по проведению конкретных ремонтных работ до сводных ремонтных ведомостей);
- проведение анализа надежности оборудования;
- выдача рекомендации по дальнейшей эксплуатации конкретной единицы оборудования на основе экономического анализа (например, некоторое оборудование выгоднее заменить на новое, чем постоянно ремонтировать).

Как было отмечено, любая ЕАМ система объединяет различные подразделения в единое информационное пространство. Поскольку специфика производства, даже на предприятиях одной отрасли промышленности, могут значительно различаться, поэтому эффективное внедрение на производстве систем такого класса как “TRIM” выполняется в несколько этапов. Внедрение начинают с подготовительных работ. Определяют цеха и участки для внедрения, составляют списки и формы выходной документации. На втором этапе создают каталоги оборудования с указанием параметров и технической документации. После чего приступают к реализации пилотного проекта, который протекает от 6 до 9 месяцев и включает в себя:

- внедрение системы в пределах одной технологической линии;
- создание 15 – 20 компьютеризированных рабочих мест;
- отработка форм отчетной документации;
- обучение персонала.

После того, как отработаны принципы работы в системе, отчетная документация, обучен персонал, приступают к заключительному этапу – реализации основного проекта:

- распространение отлаженной системы ТОиР по нескольким основным цехам и службам управления предприятием;
- управление плановым и внеплановым ТОиР, связь цехов и сервисных организаций в процессе работ;
- разработка и анализ нормативов, регламентов обслуживания;
- организация комплектации и снабжения, планирование, учет и контроль запасных частей и расходных материалов распределенных складов;
- передача сотрудникам АСУ методологии внедрения “TRIM”.

Процесс внедрения “TRIM” сопровождается созданием электронной базы данных оборудования и систем документооборота на предприятии, в частности:

- ведение каталогов оборудования (схемы, чертежи, описания, номенклатура);
- ведение справочников (ресурсы, классификация работ, статус и состояние оборудования, типы счетчиков, поставщики, субподрядчики и др.);
- ведение реестра и формуляров оборудования, зданий, сооружений и т.д.;
- ведение эксплуатационной документации;
- управление реестром работ и регламентами;
- регистрация и контроль эксплуатационных параметров оборудования;
- ведение журналов по монтажу, демонтажу, перемещению оборудования.

Основным результатом внедрения системы “TRIM” является оперативное планирование ремонтных работ:

- автоматическое планирование работ по ТОиР с учетом наработки, календарной периодичности, значений контролируемых параметров на заданный период (год, квартал, месяц);
- формированием план-графика и журнала плановых работ;
- изменение сроков и продолжительности плановых работ;
- ведение внеплановых работ;
- формирование сложных работ и контроль их проведения;
- учет и контроль исполнителей, ресурсов, стоимости работ и других экономических параметров;
- ведение журнала дефектов (отказов) по конкретному оборудованию;
- настройки графиков и журналов, представление выходных форм;
- накопление данных о функционировании, простоях, отказах оборудования необходимых для дальнейшей эффективности эксплуатации оборудования и принятия решения.

Эффект, который достигается после внедрения системы “TRIM” можно отметить:

- сокращение затрат на рабочую силу и запчасти;
- уменьшение простоев основного оборудования;
- сокращение затрат на ТОиР;
- единые справочники предприятия: каталог запчастей, вспомогательный инструмент, расходные материалы и т.п.;
- документация по всем видам проводимых ремонтных работ: инструкции, схемы смазки, схемы оборудования, карты технического обслуживания и т.п.;
- готовность предприятия к сертификации на стандарты ISO 9000:9001;
- связь системы с уже существующими на предприятии система АСУ и базами отдела кадров и бухгалтерии.

Опыт внедрений ЕАМ - систем в отечественной и мировой практике свидетельствуют об их чрезвычайно высокой отдаче. Подавляющее большинство проектов окупается менее чем за полтора-два года. Затраты на ремонтные работы сокращаются в среднем на 20%. Для крупных предприятий экономия может исчисляться миллионами долларов.

В настоящее время на кафедре “Машины и аппараты химических производств” Донецкого национального технического университета сотрудниками и студентами на базе системы “TRIM” выполняется разработка ои схемы оборудования коксового цеха, созданы необходимые справочники запасных частей, вспомогательных приспособлений. Планируется разработка карт обслуживания оборудования и оптимизация планирования ремонтов с целью увеличения надёжности и экологической безопасности производства.

Список использованной литературы:

1. Белов П.Г. Теоретические основы системной инженерии безопасности –М.: ГНТБ “Безопасность” МИБ СТС. –1996, 424с.
2. Якименко А. Автоматизированные системы технического обслуживания и ремонтов // ММ. Деньги и технологии. №4. 2004. – с. 58 – 61.
3. Антоненко И. Управление техобслуживанием и ремонтом оборудования: для чего нужна автоматизация // Химическая техника. №3. 2004.
4. <http://trim.ru/ru/products.html> – Комплекс программных средств TRIM

СОЧЕТАНИЕ МЕТОДОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ И ЭКСПЕРТНЫХ РАБОТ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОБОРУДОВАНИЯ

Колтунов В.В., Кузнецова И.А., Попов Ю.П.

(МГУИЭ, Москва, Россия)

Показано взаимное влияние подходов экспертных работ для выбора начальных условий и ограничений в задачах технической механики.

1. Общий подход: рационализация сочетания методов исследования

Практика работ показывает, что любой метод, применяемый для широкого использования должен быть разумен (достаточно обоснован или признаваем) и практичен.

При всех известных упрощениях действующие методики не так просты, как кажется на первый взгляд. Убедиться в этом можно на примере применения методов технической механики и экспертных работ.

2. Прочность конструкций технологического оборудования

При разработке технологического оборудования всегда предусматривается достаточная его прочность. Оценка выполнения этого, на первый взгляд ясного и простого требования, сопряжена с целым рядом практических трудностей. В первую очередь, с определением и выбором схем нагружения, установлением расчетных нагрузок, потенциально опасных участков и выбором коэффициентов запаса прочности конструкции.

В отдельных случаях выбор схем нагружения стандартизован. Однако для большинства видов оборудования применимость общепринятых методов по определению расчетных нагрузок и методы расчета на прочность в каждом конкретном случае должны быть обоснованы и подтверждены.

Другой задачей при определении прочности конструкции является назначение расчетных нагрузок (расчетных параметров).

Для различных видов оборудования расчетные нагрузки связаны с планируемыми условиями эксплуатации, но в ряде случаев определение расчетных нагрузок не оговорено правилами или рекомендациями, что также требует обоснования и находится в сфере внимания экспертизы.

2.1. Контрольные точки при проверке прочности

В общих случаях с применением стандартов (ГОСТ 25.001 “Расчеты и испытания на прочность в машиностроении. Комплекс нормативно-технической и руководящей документации. Общие положения”, ГОСТ 27609 “Расчеты и испытания на прочность в машиностроении. Основные положения и требования к проведению и нормативно-техническому обеспечению”) или без них при анализе прочности конструкция может быть быстро проверена в случае, если хотя бы предположительно известны наиболее опасные точки конструкции.

Предложенный метод очевиден и основан на сочетании основных выводов механики и приемов практики технической экспертизы. Оценка включает поиск потенциально опасных участков, которые являются контрольными и как бы реперными при анализе прочности конструкции.

Можно указать, что наиболее напряженными участками и потенциально опасными элементами конструкции являются места сочленения конструктивных элементов, места врезок и изгибов материалов, места конструктивных и технологических утонений, места контакта (соединения) различных материалов. Кроме того, потенциально опасны места возможного действия щелевой коррозии и локального уменьшения сечения рабочего пространства, места расположения границ раздела фаз рабочей среды, зоны эрозионного воздействия и сварные швы.

2.2. Прочность емкостного оборудования

Для расчета элементов емкостного оборудования наиболее часто используют решения задач изгиба и кручения балки, расчета элементов сосудов: цилиндрического или овального

полого цилиндра под внешним и внутренним давлением, круглой плиты под давлением, конуса, плоского днища и т.п. Для всех этих случаев известно расположение экстремальных значений напряжений.

2.3. Прочность и устойчивость листовых конструкций (например, резервуаров)

Известны величины и положение главных напряжений оболочек, находящихся в безмоментном напряженном состоянии под давлением жидкости, газа или сыпучего материала; под внутренним равномерным давлением; условия равномерно сжатых замкнутых оболочек.

2.4. Прочность машинного оборудования

Для машинного оборудования набор сведений иной, но ясно, что использование информации такого характера существенно облегчает экспертизу, ускоряя ее и делая более осмысленной за счет обоснованного выбора контрольных точек без опасения пропустить потенциально опасный участок.

2.5. Прочность металлоконструкций

Расчет таких объектов нормируется СНиП и выполняется с учетом неупругих деформаций. Для статически неопределимых конструкций, методики расчета которых с учетом неупругих деформаций не разработаны, расчетные усилия (изгибающие и крутящие моменты, продольные и поперечные силы) определяют в предположении упругих деформаций по недеформированной схеме.

2.6. Ограничения

Во всех случаях решающую роль занимает правильность назначения коэффициентов запаса прочности, величины допускаемых напряжений, а так же критерии, ограничивающие ресурс работы оборудования и величины отбраковочных значений параметров.

3. Надежность

С точки зрения потребителя и при экспертизе понятно стремление обезопасить производство за счет исключения отказов технических средств. Не каждый отказ приводит к аварии или аварийной ситуации, но практически большинство из них создает нештатный режим работы обслуживающего персонала, необходимость его вмешательства и принятия решений и мер, которые могут быть, и не предусмотрены документацией. Это, в свою очередь, может привести к ошибкам и усугублению опасной ситуации.

Следует признать, что эта категория качества оборудования наиболее неопределенна и для оценки, и для ее обеспечения.

Ясно, что рекомендации норм и стандартов по методам расчета, конструктивному исполнению и режимам эксплуатации, обеспечивающим надежность оборудования, должны быть использованы. Но стандарты и нормы устанавливают общие положения и значения характеристик конструктивных элементов. Конкретные условия эксплуатации часто могут резко изменить эти расчетные, справочные (табличные) характеристики и надежность комплектующих изделий, узла или оборудования в целом.

Установление практического норматива по надежности усложняется тем, что обычно задаются допустимые пределы выходных параметров для оборудования в целом, но для обеспечения этих показателей необходимо задать допустимые значения для узлов и деталей. При этом эксплуатационный параметр машины должен быть заменен для детали на параметры ее повреждения или допуска (отбраковочные параметры), которые могут быть связаны между собой по-разному.

3.1. Учет условий эксплуатации

Известно, что конструкция оборудования должна учитывать возможные условия эксплуатации (что оговаривается в паспорте) и характерные для них особенности производственной среды (влажность, запыленность, температуру и т.п.), которые могут оказать влияние на обеспечение надежности.

3.2. Учет функционального характера и структуры конструкции

В отношении надежности так же можно сосредоточиться на поиске и оценке контрольных точек, исходя из того, что большинство нагрузок, вызывающих отказы, детерминированы.

4. Оценка технического состояния

Оценку технического состояния оборудования производят с учетом интенсивности действительного старения. Наряду с механическим, циклическим, пластическим, коррозионным и другими видами износа учитывают технологические процессы старения, вызываемые ремонтами, нарушениями технологического процесса, аварийными ситуациями.

В основу разрабатываемых методик по определению “остаточного” ресурса закладывается принцип максимальной безопасности с учетом напряженно-деформированного состояния и температурных полей в условиях эксплуатации, химического состава и параметров структуры, а так же физико-механических свойств материалов и кинетики их изменения, характеристик дефектности и интенсивности развития дефектов.

Оценка технического состояния объекта обследования проводится расчетом коэффициентов запасов прочности (с учетом фактической нагруженности элементов конструкции) и сравнением их с допускаемыми - величинами, определенными нормативными документами.

В зависимости от условий эксплуатации расчеты коэффициентов прочности проводятся по пределу текучести материала, пределу прочности, пределу длительной прочности, ползучести, а при наличии циклического нагружения - по пределу усталости.

4.1. Основные элементы оценки технического состояния

Проводится:

- анализ конструктивных особенностей и условий эксплуатации оборудования;
- натурное обследование объекта;
- лабораторные исследования материала объекта;
- определение параметров ТС объекта.

4.2. Определение параметров технического состояния объекта

В качестве обобщающих параметров, характеризующих техническое состояние объекта, принимаются запасы прочности его основных несущих элементов. Расчеты коэффициентов запаса прочности производятся по фактическому состоянию конструкции с учетом изменения геометрии ее элементов и физико-механических свойств металла. Уровень снижения коэффициентов запаса определяется классом оборудования.

По результатам обследования определяются причины, вызывающие старение оборудования и выбор параметров технического состояния, изменение которых в процессе дальнейшей эксплуатации приводит к снижению запасов прочности конструкции.

По результатам обследования неразрушающими методами контроля составляется карта дефектности конструкции, участки обследования с указанием примененных методик дефектоскопии.

В качестве параметров, определяющих состояние конструкции с дефектами, принимаются геометрические характеристики дефектов или другие параметры механики разрушения. Предельно допустимые значения этих параметров определяются из расчета по допустимым значениям вязкости разрушения, раскрытия дефекта или других критериев, определяющих начало неустойчивого роста дефектов.

Для оценки ресурса в зависимости от выбранной расчетной схемы и с учетом результатов обследования необходимо выполнение одного или (нескольких) расчетов:

- расчет по пределу текучести и прочности в условиях коррозионного утонения и эрозионного износа;
- расчет на малоцикловую усталость;
- расчет на много цикловую усталость конструкции при возможном наличии не обнаруживаемых дефектов;
- расчет на ползучесть и длительную прочность в предположении о возможном наличии дефектов.

5. Значимость контрольных точек по безопасности в общей системе качества, устанавливающей полезность оборудования

Не смотря на законодательные решения, анализ безопасности оборудования не может быть этим ограничен. В практике сертификации или оценки применимости оборудования на

опасном производстве сложилась ситуация соответствующая официальному подходу, принятому государством, но совершенно не удовлетворяющая требования рынка.

Нельзя забывать, что для потребителя в любом случае экономическая целесообразность применения оборудования является ведущей. Фактически всегда Потребитель оборудования оценивает его по функциональному назначению, главными параметрами оценки считает параметры назначения, позволяющие определить его возможности и эффективность для производственных целей, и только затем следует оценка достижения цели по техническим ограничениям.

УДК 007.52

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ АППАРАТОВ ХИМИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Лянг В.Ф.

(МГУИЭ, Москва, Россия)

При проектировании аппаратов химического машиностроения конструктору часто приходится обращаться к расчету на прочность таких элементов как обечайка, плоские или выпуклые днища, укрепление отверстий и т.д. Чтобы ускорить процесс проектирования и предоставить конструктору возможность определить методом перебора конструктивные размеры аппарата с позиции уменьшения материалоемкости была разработана программа расчета на прочность. Автоматизированный расчет на прочность проводится для гладких цилиндрических и подкрепленных кольцами жесткости обечаек, выпуклых и плоских круглых днищ, укреплений отверстий и обечаек от воздействия опор в вертикальных аппаратах. Расчет обечаек и днищ выполнен по нормам и методам, изложенным в ГОСТе 14249-89 /1/, укреплений отверстий по ГОСТу 24755-89 /2/ и влияния опор на обечайку для вертикальных аппаратов по РД РТМ 26-319-79 /3/.



Рис. 1. Модульная структура программы «Прочность»

Система автоматизированного расчета состоит из двух частей: программы по расчету на прочность элементов аппарата и папки с шаблонами протоколов по результатам расчета. Программа расчета на прочность написана на языке Visual C++6.0 и имеет модульную структуру, представленную на рис. 1. В ее состав, помимо представленных на рис. 1 модулей, входят функции записи и чтения исходных данных с жесткого диска. Подпрограммы записи и чтения исходных данных является составной частью программы расчета. Папка шаблонов протоколов содержит около 300 шаблонов. Что бы не допустить

случайного изменения пользователем любого шаблона протокола, папка шаблонов должна иметь гриф «только для чтения», который устанавливается с помощью функций операционной системы.

Управляющий модуль программы выполнен в виде окна (рис. 2). Вызов подпрограммы по расчету на прочность элемента аппарата осуществляется через падающее меню «Расчет», кнопки, расположенной на панели инструментов, или комбинации клавиш на клавиатуре. При выходе из подпрограммы управление передается главному диалоговому окну.

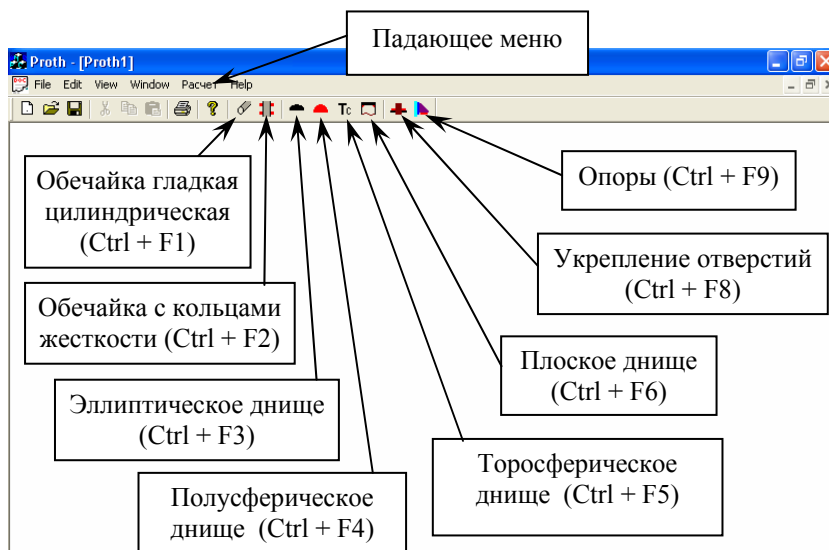


Рис. 2. Окно управляющего модуля

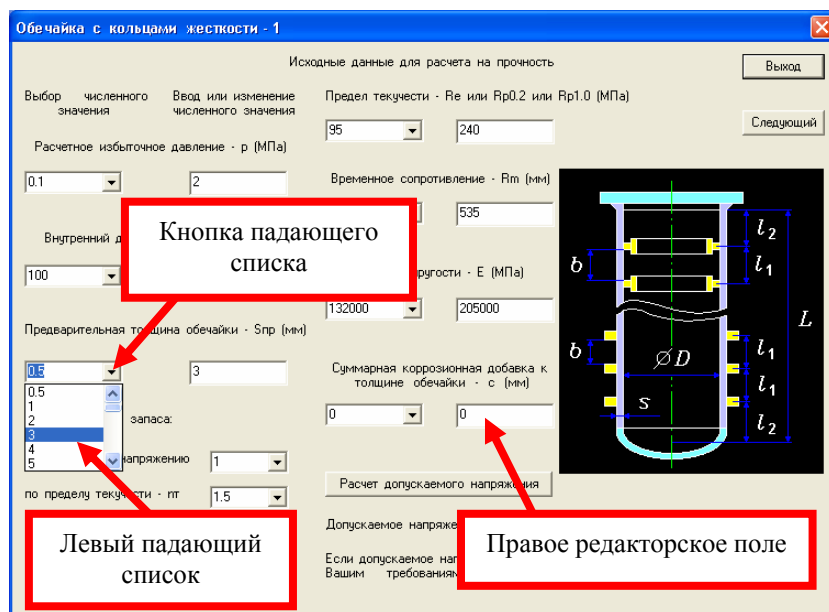


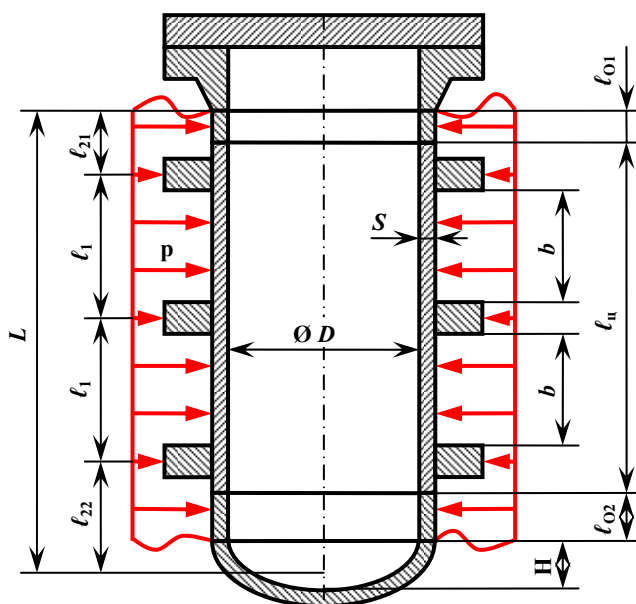
Рис. 3. Пример диалогового окна

Каждая подпрограмма состоит из системы диалоговых окон, предназначенных для ввода исходных данных, выбора расчетной схемы и особенностей конструкции элемента аппарата, расчета на прочность, вывода результатов расчета на экран монитора и по желанию пользователя, при выполнении условий прочности, на печатное устройство. Диалоговые окна содержат все необходимые поясняющие надписи и рисунки. Ввод исходных данных представлен на примере диалогового окна подпрограммы по расчету цилиндрической обечайки с кольцами жесткости (рис. 3). Левое поле в диалоговом окне предназначено для выбора численного значения из списка, а правое для ввода с клавиатуры. При вводе с клавиатуры знака вместо цифры программа выводит предупреждение об ошибке ввода численного значения. Переход от одного окна к другому и расчет на прочность производится только при правильно введенной информации. Так как количество вводимой информации большое, то для

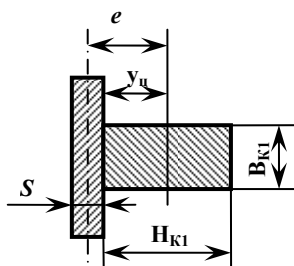
уменьшения затрат времени на повторную работу в программе предусмотрено автоматическое сохранение и вызов исходных данных на жестком магнитном диске. Файлы исходных данных находятся в строго определенном месте магнитного диска, заданного в программе. Возможность формировать путь и имена файлов исходных данных пользователем отсутствует.

Все шаблоны протоколов выполнены в Microsoft Word и находятся в специальной папке, расположенной в строго определенном месте на жестком магнитном диске. Каждый шаблон состоит из рисунка расчетной схемы и двух таблиц с пустыми полями для исходных данных и результатов расчета. Пользователь, проведя численный анализ, выбирает соответствующий протокол. После этого программа вызывает шаблон протокола и заполняет в таблицах пустые поля исходных данных и результатов расчета. Готовый протокол можно сохранить в любом месте и под любым именем в Microsoft Word и потом распечатать на специально изготовленном бланке со штампом, который используется в техпаспорте. Если при проведении расчета элемента аппарата условие прочности не выполняется, то на экран выводится предупреждение о невозможности формирования протокола. Пример первой страницы протокола для обечайки с кольцами жесткости представлен на рис. 4. На остальных страницах размещаются таблица 1 с исходными данными и таблица 2 с результатами расчета, которая здесь приведена не полностью.

Расчеты на прочность цилиндрической обечайки с ребрами жесткости, нагруженной наружным давлением p (рисунки 1, 2), проводятся по ГОСТу 14249 – 89. Исходные данные для прочностного расчета представлены в таблице 1. Результаты расчета сведены в таблицу 2.



Цилиндрическая обечайка с ребрами жесткости



Поперечное сечение кольца жесткости

Рисунок 4. Первая страница протокола для обечайки с кольцами жесткости

Таблица 1. Исходные данные

| Название параметра | Обозначение | Численное значение | Единица измерения |
|---|--------------|--------------------|-------------------|
| Расчетное наружное давление | p | 0.1 | МПа |
| Длина отбортовки | l_{O1} | 30 | мм |
| | l_{O2} | 50 | |
| Длина обечайки | $l_{ц}$ | 3000 | мм |
| Высота выпуклого днища | H | 150 | мм |
| Внутренний диаметр обечайки | D | 600 | мм |
| Исполнительная толщина обечайки | S | 2 | мм |
| Размеры поперечного сечения кольца жесткости (рисунок 2): | H_{K1} | 40 | мм |
| | B_{K1} | 20 | мм |
| Сумма прибавок на коррозию к расчетной толщине обечайки S_p | c | 0 | мм |
| Модуль упругости материала обечайки | E | 205000 | МПа |
| Допускаемое напряжение при расчетной температуре для материала: – Обечайки – Кольца жесткости | $[\sigma]$ | 160.00 | МПа |
| | $[\sigma]_k$ | 160.00 | |
| Коэффициент запаса устойчивости | n_y | 2.40 | |

Таблица 2. Результаты расчета

| Название параметра | Обозначение | Численное значение | Единица измерения |
|---|-------------|--------------------|-------------------|
| Условия применения расчетных формул: $(S - c)/D \leq 0.1$ при $D \geq 200$ мм $(S - c)/D \leq 0.3$ при $D < 200$ мм выполняются. | $(S - c)/D$ | 0.003 | |
| Расчетная длина обечайки: $L = l_{ц} + l_{O1} + l_{O2} + H/3$ | L | 3130. | мм |

Библиографический список

1. ГОСТ 14249-89. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 79 с.
2. ГОСТ 24755-89. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность укрепления отверстий. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 31 с.
3. Тимонин А.С. Основы конструирования и расчета технологического природоохранного оборудования: Справочник. Т.1. – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2001. – 756 с.

МЕТОДИКА ПРОЕКТНОГО РАСЧЁТА ТРУБЧАТЫХ ПЕЧЕЙ

Филатов Д.Г.*, Казёнов А.А.*, Карпов В.С.**

(АООТ ВНИИнефтемаш*, МГУИЭ**, Москва, Россия)

Прокомментирована блок-схема алгоритма проектного расчёта трубчатой печи. Алгоритм позволяет выявить оптимальный по принятой целевой функции вариант проекта. Показана принципиальная возможность учёта ограничений на экологические показатели трубчатого печного агрегата.

До недавних пор расчёт трубчатых печей, являющих собой неотъемлемую составную часть аппаратного оформления технологических процессов нефтепереработки, нефте- и коксохимии, некоторых других производств, мыслился только как поверочный [1]. Предлагается вариант алгоритма проектного расчёта, включающий блоки теплового и гидромеханического расчётов и расчёта на прочность труб продуктового змеевика.

Алгоритм позволяет выбрать оптимальный вариант проекта по принятой целевой функции, например переменной части приведённых затрат:

$$z_k = z_{sk} + z_{vk}, \quad (1)$$

где z_{sk} – годовые отчисления за вложенный капитал в вариант k ; z_{vk} – текущие годовые затраты на эксплуатацию и обслуживание варианта k ; k – номер варианта, $k = 1 \dots n$.

Составляющие целевой функции (1) включают (но не ограничивают приводимый перечень) стоимость материалов продуктового змеевика, тепловой изоляции и кожуха печи, затраты на топливо, форсуночный пар и электроэнергию на прокачку нагреваемого продукта. Независимыми переменными задачи оптимизации служат температура на перевале t_n и сортамент труб $d_n \times d$ топчного змеевика.

Наиболее существенные ограничения на зависимые переменные и некоторые отличительные особенности методики расчёта отмечены в комментарии к обобщённой блок-схеме алгоритма, представленной на рис.1.

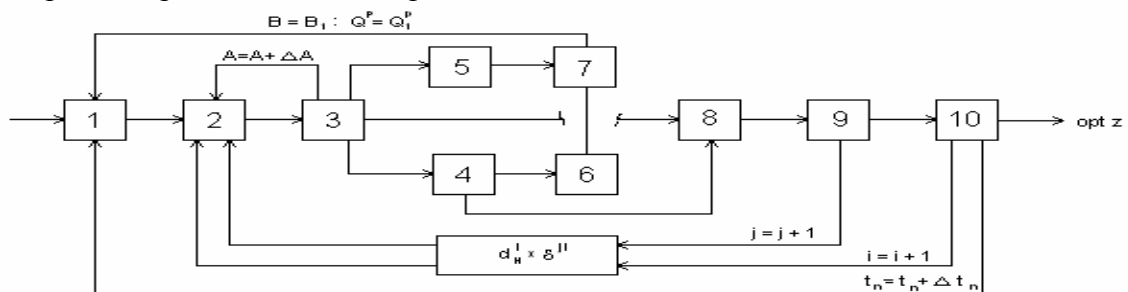


Рис1. Обобщенная блок-схема алгоритма проектного расчета трубчатой печи.

Блоки расчётов печи: 1 – теплового баланса; 2 – теплообмена в топчном змеевике; 3 – размеров топки; 4 – размеров камеры конвекции; 5, 6 – теплопотерь с поверхности печи; 7 – уточнения теплового расчёта; 8 – гидромеханического; 9 – на прочность; 10 – целевой функции.

В блоке 1 первые приближения потоков тепловых потерь Q_n^p и Q_n^k с наружных поверхностей топки и камеры конвекции приняты из допущения об их пропорциональности тепловым мощностям Q^p топки и Q^k камеры конвекции.

$$Q_n^p / Q_n^k = Q^p / Q^k \quad (2)$$

с учётом достаточно узкого интервала значений термического к.п.д. эксплуатируемых печей

$$0,92 \leq \eta \leq 0,97. \quad (3)$$

В блоке 2 расчёт площади A и расчётной температуры поверхности топочного змеевика выполнен по среднему интегральному значению теплонапряжённости топочного экрана, исходя из физических свойств нагреваемого продукта и допускаемой температуры внутренней поверхности труб, исключающей его термическое разложение. Альтернативный вариант алгоритма позволяет использовать рекомендуемое для конкретного процесса значение средней допускаемой теплонапряжённости.

Концепция расчёта размеров топочных поверхностей (змеевика и незранированных поверхностей футеровки) в блоке 3 состоит в выполнении условия стыковки

$$\Pi^{\Gamma} = \Pi^{\varrho} \quad (4)$$

результатов расчёта эквивалентной абсолютно чёрной поверхности топки Π , исходя с одной стороны из закономерностей лучистого теплообмена (Π^{Γ}), а с другой – из балансовых соотношений (Π^{ϱ}).

При этом приемлемыми (технически осуществимыми) вариантами, например для топок цилиндрических печей с объёмным факелом и вертикальным расположением труб, должны быть признаны варианты, при прочих равных условиях отвечающие значениям Π^{Γ} , которые удовлетворяют ограничениям

$$\min l \leq l \leq \max l \quad (5)$$

$$\min D \leq D \leq \max D \quad (6)$$

на высоту l труб и внутренний диаметр D змеевика, при соблюдении условия (4). Возможные случаи для одного сортамента труб проиллюстрированы рис.2.

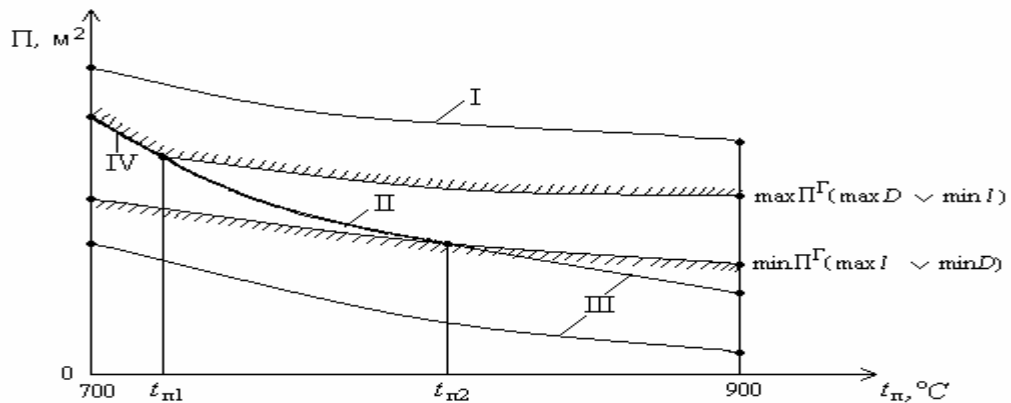


Рис.2. Характерные ситуации расчёта по блоку 3.

I, III – неприемлемые варианты ($I - \Pi^{\varrho} > \max \Pi^{\Gamma}$, $III - \Pi^{\varrho} < \min \Pi^{\Gamma}$);

II, IV – варианты, отвечающие выполнению условия (4) при соблюдении ограничений (5), (6) в диапазоне $700^{\circ}C \leq t_{\pi} \leq t_{\pi 2}$ ($II - \min \Pi^{\Gamma} \leq \Pi^{\varrho} \leq \max \Pi^{\Gamma}$, $IV - \Pi^{\varrho} = \max \Pi^{\Gamma}$).

Решение задачи в целых числах труб, кратных числу потоков топочного змеевика, достигнуто посредством итерационной процедуры $A = A + \Delta A$ с блоком 2, не нарушающей условия

$$q \leq q_m \quad (7)$$

непревышения фактической теплонапряжённости q экранных труб над допускаемой q_m , причём при $t_{\pi} < t_{\pi 1}$ имеет место только неравенство (7).

В блоке 4 аналогичная задача для труб конвекционного пучка решена посредством внутренней итерационной процедуры изменения (уменьшения) рабочей длины труб по сравнению с исходной конструктивной схемой.

Блоки 5, 6 решают задачу вычисления толщины футеровки, размеров наружных поверхностей и тепловых потерь топки и камеры конвенции при заданной (допускаемой) температуре [тс] кожуха печи. Возможна трансформация алгоритмов для случая заданных толщин футеровки при соблюдении ограничения

$$tc \leq [tc]. \quad (8)$$

Часть блока 7 реализует расчёт уточнённых значений расхода топлива B_1 и тепловой мощности Q_1^p топки. Итерационная процедура $B = B_1; Q^p = Q_1^p$ с блоком 1 обеспечивает точность этих и других результатов теплового расчёта печи, обусловленную только точностью данных для расчёта. Причём подтверждения справедливости допущений (2), (3) не требуется.

Блоки 8, 9 выполняют расчёты по известным алгоритмам. Итерационная процедура с блоком 2 через базу данных по сортаменту труб позволяет выбрать толщину D стенки труб, удовлетворяющую условию прочности.

Блок 10 реализует расчёт целевой функции (1) перебором n комбинаций дискретных значений сортамента труб и температуры на перевале с желаемым шагом Δt_n варьирования, например в диапазоне значений t_n на рис.2, и осуществляет выбор оптимального варианта проекта по условию

$$\text{opt } z = \min z_k(t_n; d_n \times d) \quad (9)$$

Программа для ЭВМ позволяет включить в список параметров оптимизации температуру дымовых газов на выходе из печи, число потоков, шаг труб и марки материалов змеевиков и т.д. и таким образом расширить проектные возможности и исследовательские функции алгоритма. В этом смысле практический интерес представляет оценка влияния на выбор оптимального варианта соотношения цен на конструкционные и теплоизоляционные материалы и энергоносители, стоимости монтажных работ и т.п.

Программа также допускает дополнение (например, блоками расчётов дымовой трубы, горения топлива, что позволяет учесть ограничения на экологические показатели трубчатого печного агрегата), модификацию или замену отдельных фрагментов, или даже целых блоков в зависимости от типа и назначения печи, при разработке новых или наличии готовых более эффективных пакетов программ. В частности, это относится к зональному методу расчёта теплонапряжённости.

Список литературы:

1. РТМ 26-02-40-77. Нормативная методика теплового расчёта трубчатых печей. ВНИИнефтемаш. 1977. 645 с

УДК 661.56

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ОБОРУДОВАНИЯ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Шубин В.С., Рюмин Ю.А., Точилкин М.А., Шерстенников А.А.

(МГУИЭ, Москва, Россия)

Продление сроков эксплуатации оборудования опасных производственных объектов, отработавшего нормативный срок службы, но обладающего внутренними резервами функционирования (запас полезных свойств, остаточный ресурс) является огромным резервом повышения эффективности использования материальных ресурсов промышленными предприятиями в РФ.

Процедура оценки остаточного ресурса технологического оборудования, относящаяся к классу задач индивидуального прогнозирования, в общем случае может включать следующие стадии:

- изучение текущего технического состояния, определение тенденций его развития;
- анализ видов, последствий и критичности отказов (матрица «вероятность – тяжесть последствий»);
- оценка риска реализации аварийных ситуаций.

На основе полученных результатов устанавливаются предельно допустимые сроки эксплуатации структурных элементов исследуемого объекта (машины, аппараты и

коммуникации) и назначается срок очередного контроля их технического состояния.

Основой для прогнозирования остаточного ресурса служит следующая информация [1]:

- - диагностические сведения, данные оперативного контроля;
- - априорные характеристики, определяющие ресурс;
- - показатели сопутствующих процессов (уровень вибрации агрегатов, величина утечки в уплотнениях, температура узлов трения и др.);
- - технологические параметры (давление, температура, расход продукта, реагентов);
- - показатели функционирования (производительность, расход электроэнергии, КПД и т.п.).

Специалистами МГУИЭ в среде Microsoft Visual Studio NET создано программное обеспечение комплексного анализа остаточного ресурса оборудования промышленных объектов.

Программный продукт представляет собой систему расчетных модулей, выполняющих вероятностную оценку остаточного ресурса на основе официально зарегистрированных и новых, подготовленных авторами методик [1]:

- при малоцикловых нагрузках;
- по критерию коррозионной стойкости;
- с учетом изменений определяющего параметра;
- по результатам испытаний объектов-аналогов;
- методом статистического моделирования наработок до предельного состояния;
- по результатам эксплуатационных наблюдений отказов;
- исходя из скорости изнашивания базовых деталей;
- при неполном восстановлении.

Научная новизна предложенных разработчиками подходов к анализу остаточного ресурса заключается в том, что они базируются на нетрадиционных в теории надежности непараметрических методах прикладной статистики устойчивого оценивания, имеющих широкие границы применимости и позволяющих изучать закономерности, обуславливающие формирование работоспособности оборудования в условиях широкого диапазона режимов функционирования и условий эксплуатации [2 – 5].

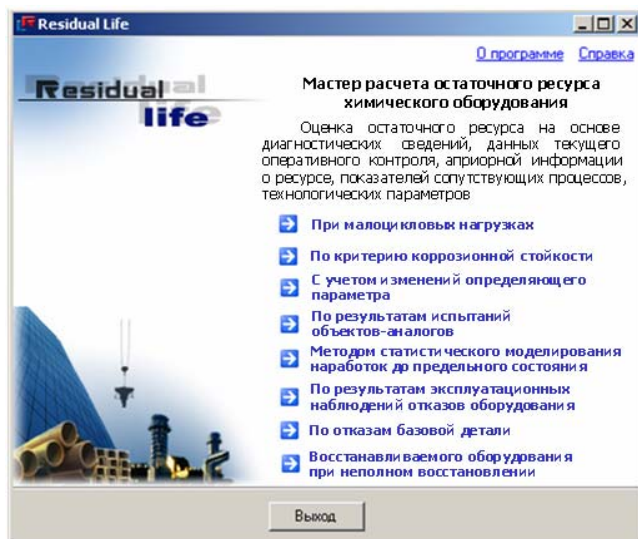


Рисунок 1. Стартовое диалоговое окно мастера расчета остаточного ресурса

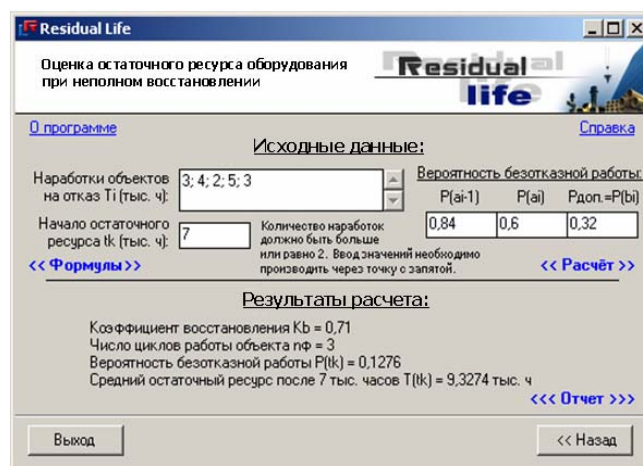


Рисунок 2. Интерфейс диалогового окна расчета остаточного ресурса оборудования при неполном восстановлении

Программное обеспечение удовлетворяет следующим критериям качества:

- простота и удобство проведения анализа, осуществляющегося посредством системы взаимосвязанных диалоговых окон (мастера), примеры которых приведены на рис. 1 и 2;
- наличие графического инструментария для визуализации необходимых промежуточных и итоговых результатов расчета;
- поддержка создания отчетов в формате Microsoft Word;

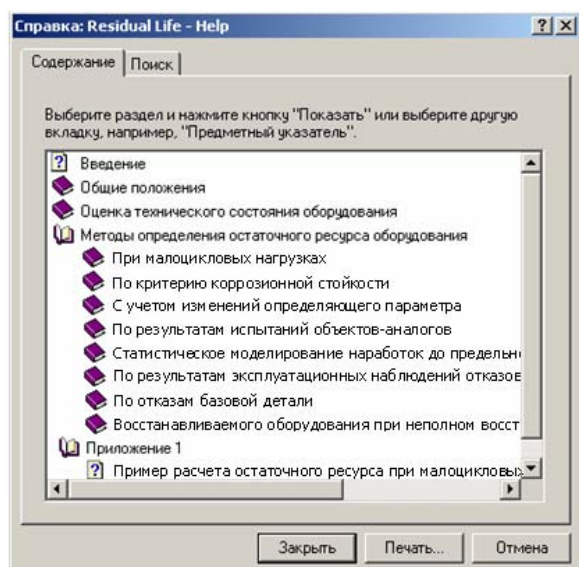


Рисунок 3. Интерактивная справочная система

- расширяемость;
- наличие интерактивного справочного руководства (см. рис. 3), содержащего информацию о концепциях и принципах оценки остаточного ресурса, подходах к анализу условий эксплуатации оборудования, критериях предельного состояния машин и аппаратов, методах оценки величины повреждений и т.д.

Технические требования к персональному компьютеру для работы с программным продуктом:

1. минимальная аппаратная конфигурация: Pentium II 450 МГц, 160 Мб RAM, HDD 1 Gb, 4 Мб VRAM;
2. операционная система: Microsoft Windows 98/2000/ME/XP;
3. дополнительное программное обеспечение: NET Framework 1.1.

Библиографический список

1. Шубин В.С. Прикладная надежность химического оборудования: учебное пособие. – Калуга: издательство Н.Бочкаревой, 2002.
2. Холлендер М., Вулф Д. Непараметрические методы статистики. – М.: Финансы и статистика, 1983.
3. Закс Л. Статистическое оценивание. М.: Статистика, 1976.
4. Кенуй М.Г. Быстрые статистические вычисления. М.: Статистика, 1979.
5. Mosteller F., Tukey J.W. Data Analysis and Regression: A Second Course in Statistics. Reading, MA: Addison-Wesley, 1977.

УДК 661.56

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕДУКТИВНОГО АНАЛИЗА НАДЕЖНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Шубин В.С., Рюмин Ю.А., Крутиков А.А., Панина Е.В.
(МГУИЭ, Москва, Россия)

Одним из ключевых направлений научно-технического развития химической индустрии в РФ является реализация практических мер в решении задач прогнозирования и оценки опасности отказов сложных многофункциональных промышленных объектов, нанесения ущерба имуществу и окружающей среде. Специалистами МГУИЭ в среде Microsoft Visual Studio NET разработано программное обеспечение исследования эксплуатационной надежности химических производств дедуктивным (по схеме «сверху вниз») методом дерева отказов.

Анализ дерева отказов (Fault Tree Analysis) – графическое представление структуры системы, упрощающее выявление комбинаций отказов оборудования, ошибок персонала и внешних воздействий, приводящих к основному событию – отказу системы или аварийной ситуации. Структура дерева отказов включает одно головное событие (отказ, аварию, инцидент), которое соединяется с набором соответствующих нижестоящих событий, образующих причинные цепи (сценарии отказа или аварии).

Разработанный программный продукт имеет двухуровневую архитектуру:

- первый уровень – MDI-приложение (файл с расширением EXE), которое реализует пользовательский интерфейс, а также осуществляет связь с модулями;

– второй уровень – графический и расчетный модули (файлы в формате DLL), организованные в виде элементов управления (control).

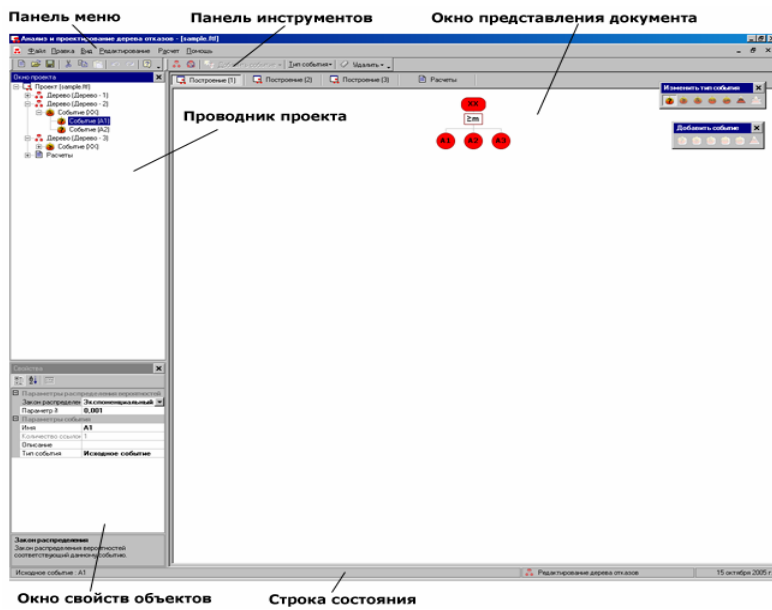


Рисунок 1. Главное окно приложения

Главное окно приложения, приведенное на рис. 1, включает шесть основных областей: панель меню, панель инструментов (содержит наиболее часто используемые команды), проводник проекта (отображение логической структуры активного проекта), окно свойств объектов (просмотр или изменение параметров активного проекта, дерева отказов, отдельных событий или методов расчета), окно документа и строка состояния.

Графический модуль обеспечивает интерактивное построение дерева отказов в окне документа, характеризующегося автоматизированным выполнением следующих действий над объектами

данных – событиями и ветвями:

- создание и удаление;
- изменение взаимного положения;
- задание типа события и закона распределения вероятности (только для исходных событий);
- копирование и перемещение с использованием технологии Drag and Drop («перетаски и отпусти») или буфера обмена;
- настройка графического представления.

Расчетный модуль представляет собой комплекс вычислительных процедур, выполняющих [1-4]:

- точечную оценку вероятности отказа системы (конечного события в дереве отказов A) в течение заданного интервала времени на основе информации об отказах ее элементов (исходных событий Z_i), распределение вероятностей которых характеризуется следующими законами: нормальный, экспоненциальный, Вейбулла, логарифмически-нормальный, равномерный, произвольный.
- точечную оценку вероятности появления аварийных сочетаний (наборов исходных событий, при которых наступает конечное событие);
- поиск минимальных аварийных сочетаний;
- расчет значимости исходных событий, т.е. их вклада в появление конечного события:

$$- I_{Z_i}^{RRW} = \frac{Q(A)}{Q(A)|Q(Z_i)=0} \text{ (значимость при } Q(Z_i)=0),$$

где $Q(A)$ – фактическая вероятность события A ;

$Q(A)|Q(Z_i)=0$ – вероятность события A , вычисленная при условии, что вероятность события Z_i равна 0;

$$- I_{Z_i}^{RAW} = \frac{Q(A)|Q(Z_i)=1}{Q(A)} \text{ (значимость при } Q(Z_i)=1);$$

$$- I_{Z_i}^{FV} = \frac{Q(A) - Q(A)|Q(Z_i)=0}{Q(A)} \text{ (значимость по Фусселю-Везели);}$$

$$- I_{Z_i}^{BM} = (Q(A)|Q(Z_i)=1) - (Q(A)|Q(Z_i)=0) \text{ (значимость по Бирнбауму);}$$

$$- I_{Z_i}^{DIM} = \frac{\frac{\partial Q(A)}{\partial Q(Z_i)} dQ(Z_i)}{\sum_n \frac{\partial Q(A)}{\partial Q(Z_n)} dQ(Z_n)} = \frac{\frac{\partial Q(A)}{\partial Q(Z_i)}}{\sum_n \frac{\partial Q(A)}{\partial Q(Z_n)}} \quad (\text{дифференциальная значимость при } \delta Q(Z_i) = \delta Q(Z_n));$$

$$- I_{Z_i}^{DIM} = \frac{\frac{\partial Q(A)}{\partial Q(Z_i)} dQ(Z_i)}{\sum_n \frac{\partial Q(A)}{\partial Q(Z_n)} dQ(Z_n)} = \frac{\frac{\partial Q(A)}{\partial Q(Z_i)} Q(Z_i)}{\sum_n \frac{\partial Q(A)}{\partial Q(Z_n)} Q(Z_n)} \quad (\text{дифференциальная значимость при } \frac{\delta Q(Z_i)}{Q(Z_i)} = \frac{\delta Q(Z_n)}{Q(Z_n)}).$$

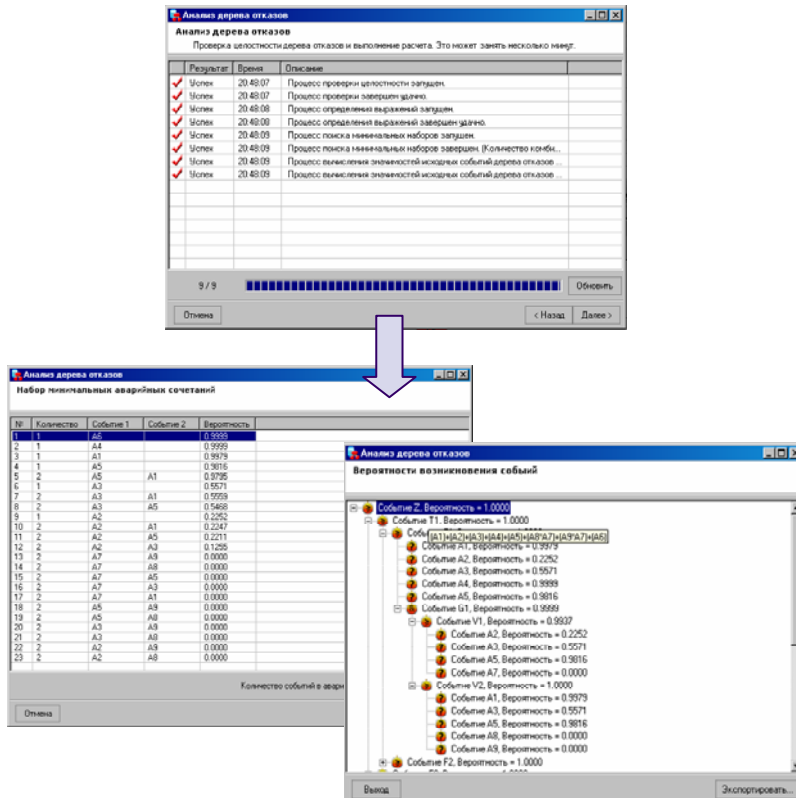


Рисунок 2. Интерфейс диалоговых окон мастеров расчета

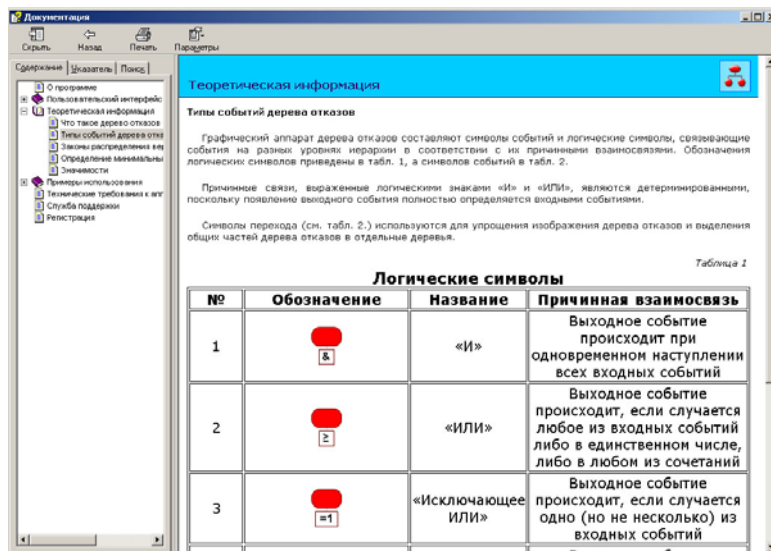


Рисунок 3. Интерактивная справочная система

- расчет значимости аварийных сочетаний;
- по Фусселю-Везели (вероятность того, что минимальное аварийное сочетание i способствует отказу системы);
- по Барлоу-Прошану (ожидаемое число отказов системы, вызываемых минимальным аварийным сочетанием i).

Реализация каждой вычислительной процедуры осуществляется посредством комплекса взаимосвязанных диалоговых окон (мастера), примеры которых приведены на рис. 2.

Графическое представление дерева отказов и результаты вычислений программный продукт, позволяет логически объединять в отдельные проекты, над которыми можно выполнять следующие действия:

- сохранение в файл;
- открытие и редактирование;
- экспорт данных во внешние форматы (результаты расчета в HTML или XML файл, а дерево отказов в графические файлы).

В программный продукт интегрирована расширенная справочная система (см. рис. 3), содержащая:

- подробное руководство пользователя;

- теоретическую информацию, необходимую для корректного построения дерева отказов и выполнения вычислительных процедур;
- набор обучающих уроков.

Технические требования к персональному компьютеру для работы с программным продуктом:

1. минимальная аппаратная конфигурация: Pentium II 450 МГц, 160 Мб RAM, HDD 1 Gb, 4 Мб VRAM;
2. операционная система: Microsoft Windows 98/2000/ME/XP;
3. дополнительное программное обеспечение: NET Framework 1.1.

Библиографический список

1. IEC 1025:1990 – Fault tree analysis (FTA)/Стандарт МЭК «Анализ дерева отказов», 1990.
2. Э.Дж. Хенли, Х. Кумамото. Надежность технических систем и оценка риска. М.: Машиностроение, 1984.
3. Шубин В.С. Прикладная надежность химического оборудования: Учебное пособие. – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2002.
4. Кенуй М.Г. Быстрые статистические вычисления. М.: Статистика, 1979.

УДК 691.175:678.747:547.665:547.728

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ МЕГАПОЛИСОВ И УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ В ПРОТИВОКОРРОЗИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Высоцкий Ю.Б., Королев В.П., Сохина С.И., Селютин Ю.В.
(ДонНТУ, ДонЦТБ, ДонНАСА, Донецк, Макеевка, Украина)

Неблагоприятная экологическая ситуация в регионе Донбасса и в целом на Украине вызвана возрастающими масштабами накопления промышленных отходов. Загрязнение окружающей среды, повышение агрессивности окружающей среды наносит, кроме того, огромный ущерб экономике страны. В частности, в результате коррозии сталебетонных и металлических конструкций нередко аварийные ситуации, которые усугубляют опасность возникновения экологической обстановки с несчастными исходами. В связи с этим, поиск способов утилизации отходов в качестве противокоррозионных материалов, в том числе ингибиторов коррозии и защитных покрытий, одновременно снизит экологическую напряженность и даст экономический эффект в результате ресурсосбережения и расширения сырьевой базы народнохозяйственного комплекса. Решение этих вопросов и предопределило цель настоящей работы.

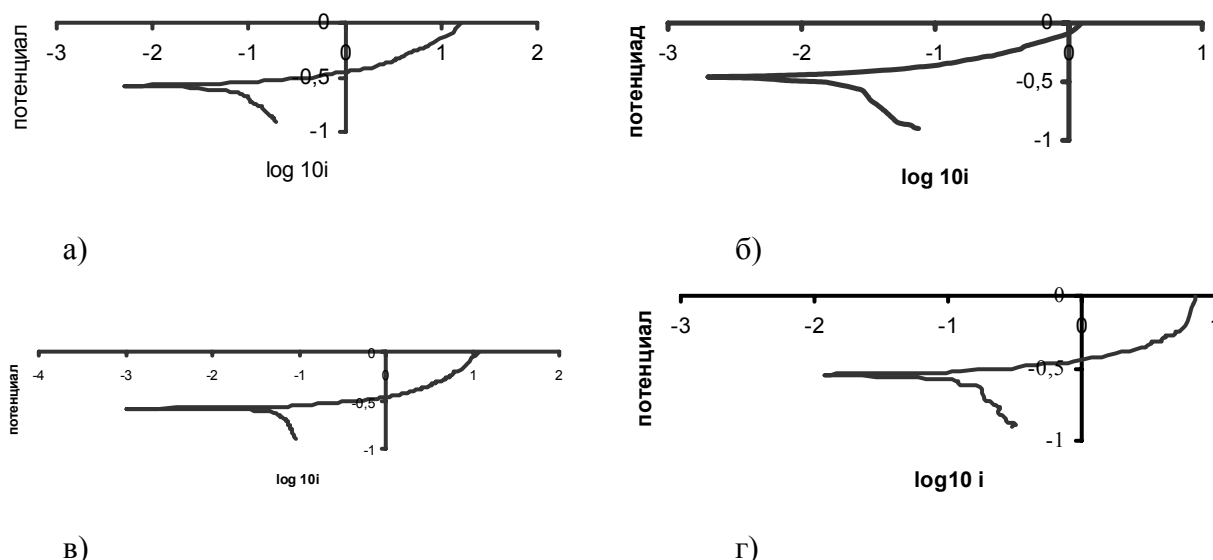
В качестве основы при получении противокоррозионных композиций нами использован полимеризат инден-кумароновых смол (ИКС), полученный термополимеризацией смолообразующих тяжелой фракции бензола коксохимического производства[1]. В качестве ингибирующих добавок использованы amino-нитросодержащие смолистые отходы Крымского ПО «Химпром» [2].

Исследования проводились на потенциостате П-5827. Долговечность покрытий оценивалась путем определения обобщенного показателя качества покрытия (Аз) по методу ускоренных испытаний в 3% растворе хлорида натрия (ускоренный метод) и по программе «Промышленная атмосфера» в камере погоды ИП-3. Эффективность защиты покрытий оценивали по ингибирующему эффекту (γ), который рассчитывали по формуле:

$$\gamma = i_c / i_c', \quad (1)$$

где: i_c – плотность тока коррозии без ингибирующей добавки,
 i_c' – плотность тока коррозии с ингибирующей добавкой.

Для сравнения сняты поляризационные кривые для образцов, защищенных чистым полимеризатом (ПМ-0) (рис. 1а), композицией, содержащей полимеризат с аминонитросмолистыми отходами. (ПМ-1) (рис.1б) и композицией, содержащей полимеризат, аминонитро-смолистые отходы и пылевидные отходы в качестве пигмента-наполнителя (ПМ-2) (рис.1в). Кроме этого для сравнения были сняты поляризационные кривые для образца без покрытия рис.1г



а) - поляризационные кривые образца на основе ПМ-0; б) - поляризационные кривые образца на основе ПМ-1; в) - поляризационные кривые образца на основе ПМ-2; г) - поляризационные кривые образца без покрытия.

Рис. 1. Поляризационные кривые, снятые в 0,1н растворе KCl

Поляризуемости на анодных (b_a) и катодных (b_k) участках коррозионного процесса определяли по наклону прямолинейных тафелевских участков поляризационных кривых. Эти прямолинейные участки в общем выражаются уравнением $\varphi = a \pm b \lg(i)$.

В таблице 1 представлены параметры математической обработки данных тафелевских участков поляризационных кривых

Таблица 1. Параметры математической обработки тафелевских участков поляризационных кривых

| Система | Анодный процесс | | | | | |
|--------------|--------------------|-------------------|----|-------|------|-----|
| | a | b_a | n | S_0 | R | F |
| Без покрытия | $-0,443 \pm 0,005$ | $0,069 \pm 0,006$ | 15 | 0,02 | 0,94 | 115 |
| ПМ-0 | $-0,457 \pm 0,005$ | $0,072 \pm 0,06$ | 17 | 0,02 | 0,94 | 130 |
| ПМ-1 | $-0,234 \pm 0,010$ | $0,106 \pm 0,009$ | 7 | 0,02 | 0,94 | 148 |
| ПМ-2 | $-0,538 \pm 0,008$ | $0,190 \pm 0,05$ | 6 | 0,01 | 0,88 | 14 |
| Система | Катодный процесс | | | | | |
| | a | b_k | n | S_0 | R | F |
| Без покрытия | $-0,671 \pm 0,020$ | $0,070 \pm 0,010$ | 10 | 0,02 | 0,86 | 20 |
| ПМ-0 | $-0,704 \pm 0,020$ | $0,080 \pm 0,010$ | 8 | 0,01 | 0,90 | 30 |
| ПМ-1 | $-0,751 \pm 0,030$ | $0,199 \pm 0,020$ | 15 | 0,02 | 0,90 | 54 |
| ПМ-2 | $-0,653 \pm 0,010$ | $0,231 \pm 0,08$ | 5 | 0,01 | 0,88 | 70 |

где: b_a и b_k – наклоны тафелевских участков поляризационных кривых, выражающие степень затрудненности протекания электродных реакций (анодная и катодная поляризуемости), n – число точек, R – коэффициент корреляции, S_0 – статистическая ошибка, F – коэффициент Фишера.

В таблице 2 представлены поляризуемости на анодных и катодных участках коррозионного процесса, ингибирующий эффект (γ) и коэффициент защиты (Z) полученных противокоррозионных материалов.

Поляризационные кривые (см.рис.1) свидетельствуют о том, что аминонитросодержащие смолистые отходы Краснопереконского бромного завода можно использовать в качестве ингибирующей добавки в противокоррозионные материалы на основе инден-кумароновой фракции ЯКХЗ, так как материалы ПМ-1 и ПМ-2 обладают достаточно высокими коэффициентами защиты.

Таблица 2. Защитные свойства противокоррозионных материалов (ПМ) на основе инден-кумароновой фракции.

| Системы | Поляризуемости | | $i_{кор} \cdot 10^3$ | Коэффициент защиты γ | |
|---------|----------------|-----------|----------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| | b_a | b_k | | $\frac{i_{кор}(б/п)}{i_{кор}}$ | $\frac{i_{кор}(ПМ-0)}{i_{кор}(ПМ)}$ |
| б/покр | 0,069±0,006 | 0,07±0,01 | 12,0±0,4 | - | - |
| ПМ-0 | 0,072±0,006 | 0,08±0,01 | 5,0±0,2 | 2,4±0,2 | - |
| ПМ-1 | 0,106±0,009 | 0,12±0,02 | 2,0±0,1 | 6,0±0,5 | 2,5±0,2 |
| ПМ-2 | 0,190±0,005 | 0,23±0,08 | 1,0±0,05 | 12,0±1,0 | 5,0±0,5 |

Кроме того, эти отходы можно отнести к ингибирующим добавкам смешанного типа, так как наблюдается увеличение поляризуемости обоих электродных процессов (см. табл. 1, 2), т.е. происходит торможение коррозионного процесса, как на анодных участках, так и на катодных.

Малые различия в значениях поляризуемости на анодных и катодных участках коррозионного процесса для образца, покрытого чистым полимеризатом (ПМ-0) по сравнению с образцом без покрытия можно объяснить отсутствием функциональных групп в макромолекуле пленкообразователя на основе инден-кумароновой фракции.

Утилизация отходов в виде антикоррозионных грунтовочных композиций позволила, с одной стороны, рекомендовать их для широкого использования для зон с малоагрессивной средой, и с другой – улучшить экологическую чистоту производства.

Литература:

1. Протикорозійна композиція ІКС-1. Пат. України N 44050A, Бюл. N1, 2002. / Є.В. Горохов, В.П. Корольов, Ю.Б. Висоцький, С.І. Сохіна, О.М. Шевченко, Ю.В. Селютін.
2. Е.В.Горохов, Ю.Б.Висоцький, В.П.Королев, С.И.Сохина, О.Н.Шевченко // Фізико-хімічна механіка матеріалів., Львів, 2000, Т.2 с.520-524

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И ОТЧЕТНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ: «ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА ДЛЯ ЕВРОПЫ»

Власов Г.А. Кирбаба В.В.

(ОАО Авдеевский КХЗ, Авдеевка, Украина)

Природоохранное законодательство Украины, как и большинства стран Европы, содержит требование об обязательном самомониторинге. Законы Украины: «Об охране окружающей природной среды» статьи 22 и 51, «Об охране атмосферного воздуха» статья 10, «Об отходах» ст. 17, Водный кодекс Украины ст.44 и другие нормативные акты требуют от предприятия системного и постоянного контроля за уровнем воздействия на окружающую среду. Ратифицированная Украиной международная конвенция об участии общественности в процессе принятия решений по вопросам охраны окружающей среды (Орхусская конвенция) и принятые правительством Украины, на основании этого, нормативные документы обязывают предприятия предоставлять информацию по вопросам экологии в соответствующие государственные органы.

Самомониторинг Авдеевского КХЗ включает в себя такие направления:

- замеры выбросов, сбросов и потоков отходов;
- замеры, позволяющие определить качество окружающей среды вблизи предприятия;
- ведение документации в целях контроля со стороны экологических и санитарных инспекций;
- представление отчетности в государственные органы.

На заводе производится периодический контроль выбросов стационарных источников загрязнения по 12-ти показателям согласно графика контроля, утвержденного местными органами Минприроды. На территории завода проводятся анализы атмосферного воздуха в

десяти точках. Регулярно проводятся обходы территории завода, с целью выявления нарушений эксплуатации оборудования, которые могут повлечь повышенные выбросы в атмосферу. Используются также расчетные методы по удельным показателям эмиссии. В выбросах в атмосферу определяются параметры газовой смеси (температура, давление, объем выброса) и следующие вещества: диоксид серы, диоксид азота, оксид углерода, диоксид углерода, суспензированные твердые частицы, серная кислота, аммиак, фенол, сероводород, пиридин, цианистый водород и др.; в атмосферном воздухе – диоксид серы, диоксид азота, фенол, сероводород, цианистый водород, аммиак и пиридин.

Контроль загрязнения атмосферы по 7-ми загрязняющим веществам: диоксиду азота, диоксиду серы, фенолу, аммиаку, пиридину, цианистому водороду и сероводороду 1-2 раза в неделю проводится под факелом предприятия, на границе санитарно-защитной зоны (1 км). В 2005 году было проведено 140 анализов.

За пределами зоны предприятия в г. Авдеевке оборудован маршрутный пост по контролю за загрязнением атмосферного воздуха. Атмосферный маршрутный пост создан в 80-е годы по предложению санитарно-эпидемиологической службы в жилом доме на поселке Химик в 3,5 км на юго-восток от промплощадки завода. Пост соответствует РД 52.04.186-89 "Руководство по контролю загрязнения атмосферы". В зимний период пробы отбираются 4 раза в неделю по 7 ингредиентам, в летний период - 2 раза в неделю, т.к. появляется возможность отобрать атмосферный воздух под "факелом" вокруг завода. В 2005 году выполнено 1169 анализов.

На предприятии осуществляется лабораторный контроль качественных показателей сбрасываемых вод. После очистных сооружений сточные воды сбрасываются в пруд-накопитель (объем буферной емкости 3,8 млн. м³), в связи с чем сброс считается установившимся. Поэтому достаточным считается отбор проб 1 раз в месяц. В сбросах сточных вод определяется порядка 25 ингредиентов, включая тяжелые металлы, содержание и химические загрязнения, характерные для коксохимического производства.

При аналитическом контроле химического загрязнения почв применяются фотоколориметрические, титрометрические и весовые методы определения.

При аналитическом контроле химического загрязнения почв контролируем 12 показателей: аммоний обменный, сера подвижная, сероводород, тяжелые металлы – цинк, кобальт, свинец, ртуть, медь, никель, кадмий, хром.

Предприятием осуществляется контроль качества воды в реке Кривой Торец выше и ниже сброса сточных вод ОАО «Авдеевский КХЗ», а также контроль воды из наблюдательных скважин, расположенных в районе пороодоотвала, накопителя жидких токсических отходов и полигона твердых бытовых отходов.

Ведется мониторинг загрязнения почв по преобладающему направлению ветра на расстоянии 9 км, 4 км, 3 км, 2 км от центрального источника выбросов; в санитарно-защитной зоне (до 1 км включительно); вокруг мест складирования отходов, являющихся собственностью предприятия.

Все исследования выполняет специализированная лаборатория защиты водного и воздушного бассейнов, аккредитованная Государственным центром стандартизации, метрологии и сертификации (Аттестат аккредитации №512 от 15 января 2003 г, численность лаборатории - 20 человек). Лаборатория оснащена приборами для определения параметров газовой смеси, газоанализаторами, фотоэлектроколориметрами, рН-метром, кислородомером, термостатом, пламенным фотометром и другим необходимым оборудованием. Заводская лаборатория применяет те же методические руководящие принципы, что и государственные лаборатории.

При взятии и анализе проб воздуха используются утвержденные методики и государственные стандарты: РД 52-04.186-89, ГОСТ 17.2.4.06-90, ГОСТ 17.2.4.07-90, ГОСТ 17.2.6.01-86 и др. Контроль за состоянием сточных вод производится согласно КНД, ГОСТов, методик выполнения измерений, разрешения на спецводопользование.

При отборе проб, пробоподготовке и аналитическом контроле химического загрязнения почв специалисты предприятия руководствуются следующими стандартами: ГОСТ 17.4.3.01-83; ГОСТ 17.4.4.02-84; ГОСТ 28168-89; ГОСТ 26489-85; ГОСТ 26490-85; ГОСТ 5180-84; СанПиН 42-128-4433-87.

Ежегодно аналитический отдел местного органа Минприроды производит совместно с лабораторией завода отбор проб и анализ выбросов стационарных источниках загрязнения атмосферы. Каждый год районной санэпидстанцией Минздрава Украины на границе санитарно-защитной зоны, под факелом завода, производится отбор проб атмосферного воздуха. Местный орган Минприроды проводит ежеквартальный контрольный отбор проб сбросов сточных вод в целях проверки правильности проведения заводского лабораторного контроля.

Ежегодно отдел аналитического контроля местного органа Минприроды осуществляет контрольный отбор проб и проведение анализа химического загрязнения почвы вокруг завода.

Экологическая отчетность Авдеевского коксохимического завода по статистическим формам:

- **2-ТП (воздух)** – «Отчет об охране атмосферного воздуха», содержит данные об объемах потенциальных выбросов загрязняющих веществ и о мероприятиях, направленных на снижение выброса загрязняющих веществ в атмосферу. Форма составляется специалистами службы охраны окружающей среды ежеквартально и по итогам года на основании утвержденных показателей эмиссии. Предоставляется в местный государственный орган статистики.

- **2ТП (водхоз)** – «Отчет об использовании воды», содержит данные о количестве использованной технической и питьевой воды, о содержании загрязняющих веществ в сточных водах. Форма составляется специалистами службы главного энергетика и охраны окружающей среды ежеквартально и по итогам года. Предоставляется в местные органы государственного комитета водного хозяйства, Минприроды, налоговой администрации.

- **№1 – опасные отходы** – «Отчет об образовании, обработки и утилизации опасных отходов», содержит количественные данные об образовании, обработки и утилизации отходов. Форма составляется специалистами технического отдела и службы охраны окружающей среды по итогам года. Предоставляется в местный государственный орган статистики.

- **№7-ГР (подземные воды)** – «Отчетный баланс об использовании подземных вод», содержит данные о скважинах подземных вод, количественных и качественных показателях подземных вод. Форма составляется специалистами службы главного энергетика по итогам года. Предоставляется в территориальную геологическую организацию Госкомгеологии Украины.

- **№1 –экологические затраты** – «Отчет об экологических сборах и текущих затратах на охрану природы», содержит данные о денежных сборах за загрязнение окружающей среды, о затратах на содержание природоохранных сооружений. Форма составляется цеховыми экономистами и специалистами службы охраны окружающей среды по итогам года. Предоставляется в местный государственный орган статистики.

Экологическая отчетность, предоставляемая природоохранным органам и санэпидемслужбе:

- **сведения по экологическим показателям для информирования общественности** – содержат данные об объемах выбросов, сбросов, образовании отходов, о выполнении заводской Программы охраны окружающей среды, об авариях и их последствиях. Информация составляется ежеквартально специалистами службы охраны окружающей среды. Предоставляется в областное управление экологии и природных ресурсов Минприроды Украины.

- **форма ОТ-4 «Инвентаризация отходов производства»** - содержит данные о количестве и хим.составе образовавшихся за год отходов. Форма составляется специалистами технического отдела и службы охраны окружающей среды по итогам года. Предоставляется в

областное управление экологии и природных ресурсов Минприроды Украины и местную санэпидемстанцию.

- **отчет о результатах анализов атмосферного воздуха** – содержит данные об уровне загрязнения атмосферного воздуха на маршрутном посту и под факелом предприятия. Форма составляется специалистами службы охраны окружающей среды ежемесячно. Предоставляется в местную санэпидемстанцию.

- **отчет о результатах анализа сточных вод** – содержит данные об уровне загрязнения сточных вод. Форма составляется специалистами службы охраны окружающей среды ежемесячно. Предоставляется в местную санэпидемстанцию.

- **отчет о результатах анализа подземных вод** – содержит данные об уровне загрязнения подземных вод в местах накопления отходов производства. Форма составляется специалистами службы охраны окружающей среды ежемесячно. Предоставляется в местную санэпидемстанцию.

- **отчет об охране окружающей среды** – содержит данные об объемах выбросов, сбросов, образовании и обращении с отходами производства; о научно-исследовательских работах по экологии; о мероприятиях по сокращению выбросов, сбросов, отходов; о выполнении заводской Программы охраны окружающей среды; о затратах на содержание природоохранных сооружений; о лабораторном контроле за загрязнением атмосферы, водной среды, почвы. Отчет составляется по итогам года специалистами службы охраны окружающей среды. Предоставляется в территориальное управление экологии и природных ресурсов Минприроды Украины, исполком городского Совета, производственное объединение «Укркокс».

Экологическая отчетность, предоставляемая местным органам управления:

- **отчет о выполнении «Программы охраны окружающей среды»** - содержит данные о плановых и фактических затратах на выполнение природоохранных мероприятий в соответствии с утвержденной Программой. Отчет составляется ежеквартально специалистами службы охраны окружающей среды. Предоставляется в исполком городского Совета.

- **отчет об экологических показателях** – содержит данные об объемах выбросов, сбросов, образовании отходов, об общих затратах на охрану природы, о сборах за загрязнение окружающей среды. Отчет составляется ежеквартально специалистами службы охраны окружающей среды. Предоставляется в исполком городского Совета.

Внутренняя экологическая отчетность Авдеевского коксохимического завода:

- **отчеты цехов об объемах образования и движения отходов** – составляют ежемесячно ответственные в цехах за обращение с отходами и передают в службу охраны окружающей среды.

- **отчеты цехов об объемах использования воды** - составляют ежемесячно ответственные в цехах за учет и использование воды и передают в службу главного энергетика.

- **отчет об объемах использования топлива** – составляют ежеквартально специалисты службы материально-технического обеспечения и передают в службу охраны окружающей среды.

- **расчет сбора за загрязнение окружающей среды** – составляют ежеквартально специалисты службы охраны окружающей среды на основании данных по выбросам, сбросам, отходам, использованному топливу и передают в налоговое бюро бухгалтерии.

- **затраты на охрану природы** – составляют ежеквартально экономисты цехов и передают в службу охраны окружающей среды.

Для информирования населения в заводской газете «Заводчанин», городской газете «Авдеевский вестник», в областной газете «Донецкие новости» и др. публикуются сообщения о состоянии загрязнения окружающей среды, о состоянии выполнения природоохранных мероприятий, о строительстве новых или реконструкции существующих объектов завода, о природоохранных инициативах, о получении разрешения на выброс.

Предоставляемая в органы государственной власти экологическая информация и отчетность используется для составления докладов о состоянии окружающей среды региона, анализа ситуации, подготовки управленческих решений.

Годовая экологическая статистическая отчетность и годовой отчет об охране окружающей среды направляется в Украинскую научно-промышленную ассоциацию «УКРКОКС» для подготовки корпоративного отчета о работе коксохимических предприятий Украины по вопросам охраны окружающей среды.

УДК 662.741

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КОКСОВЫХ БАТАРЕЙ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Алексеева О.Е., Третьяков П.В., Парфенюк А.С.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Рассмотрена проблема повышения экологической безопасности коксовых батарей, определены пути ее решения.

Экологическая безопасность в коксовых цехах в основном определяется степенью техногенной нагрузки, создаваемой батареями коксовых печей, вследствие их недостаточной герметичности при эксплуатации. Герметичность рабочего пространства камерных коксовых печей и системы их обогрева является условием ведения нормального технологического режима коксования, тепловой эффективности и экологической безопасности коксовых батарей [1].

По валовым показателям вредных выбросов коксохимия не является ведущей в металлургии, однако выбросы агрегатов коксохимии содержат токсичные и канцерогенные компоненты, оказывающие значительное неблагоприятное воздействие на здоровье людей. Коксохимическое производство многотоннажно, технологически объединяет множество разных по характеру процессов, агрегатов, аппаратов и, как следствие этого, представляет собой крупный источник загрязнения окружающей среды. Если требуемый уровень загрязнения атмосферы по количеству выбросов составляет 2 кг/т кокса, то на коксохимических предприятиях количество выбросов в среднем равно 10 кг/т кокса.

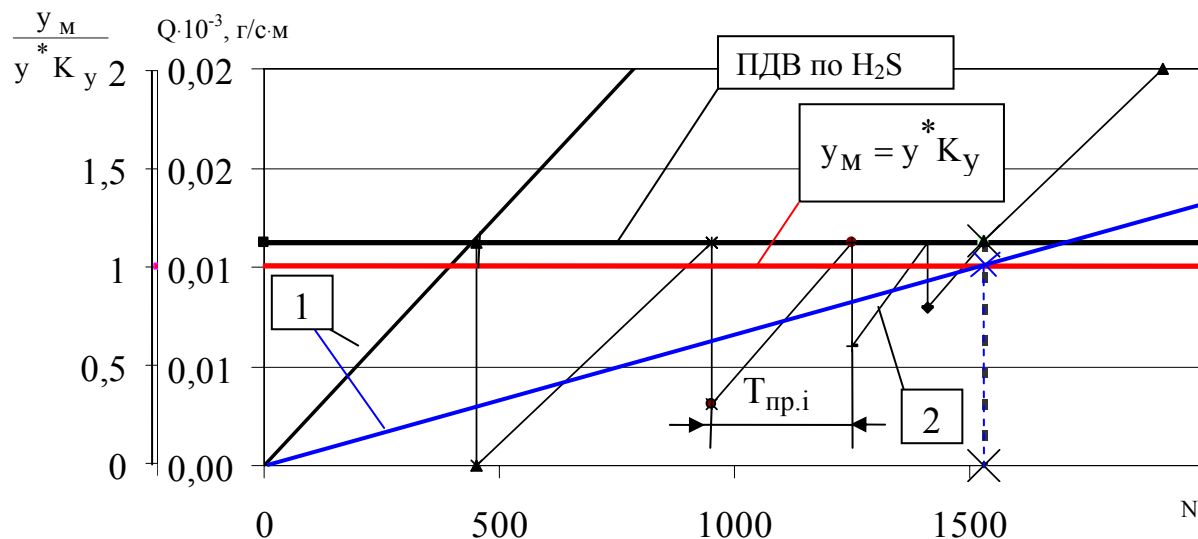
Очевидно, что различные участки и зоны коксовых батарей обладают различной степенью выбросоопасности. Самыми выбросоопасными узлами камерных печей являются узлы стыковки огнеупорных и металлических конструктивных элементов, обеспечивающие операции загрузки - выгрузки сырья и продукта, подвод коксового газа на обогрев, отвод летучих и дымовых газов, контрольные и регулировочные лючки и штуцера. Количество неорганизованных выбросов через эти узлы точно не определено, но по экспертным оценкам в 3-4 раза превышает выбросы при выдаче кокса из печи. Кроме того, эти узлы являются низко расположенными источниками выбросов, что чрезвычайно затрудняет обслуживание основного агрегата производства.

В ряде работ [2-5] предложены методики оценки долговечности и герметичности элементов коксовых печей. Однако для сравнения показателей герметичности различных конструкций выбросоопасных узлов; исследования влияние различных факторов; прогноза работоспособности и экологической безопасности на этапе проектирования необходимы более информативные критерии и соответствующие методики определения экологической безопасности.

На основе теории подобия и размерностей получены критерии экологической эффективности стыковочных узлов: критерий разрушения: $y_{i=1...n}^M \leq y^* \cdot K_{\sigma}$ и критерий

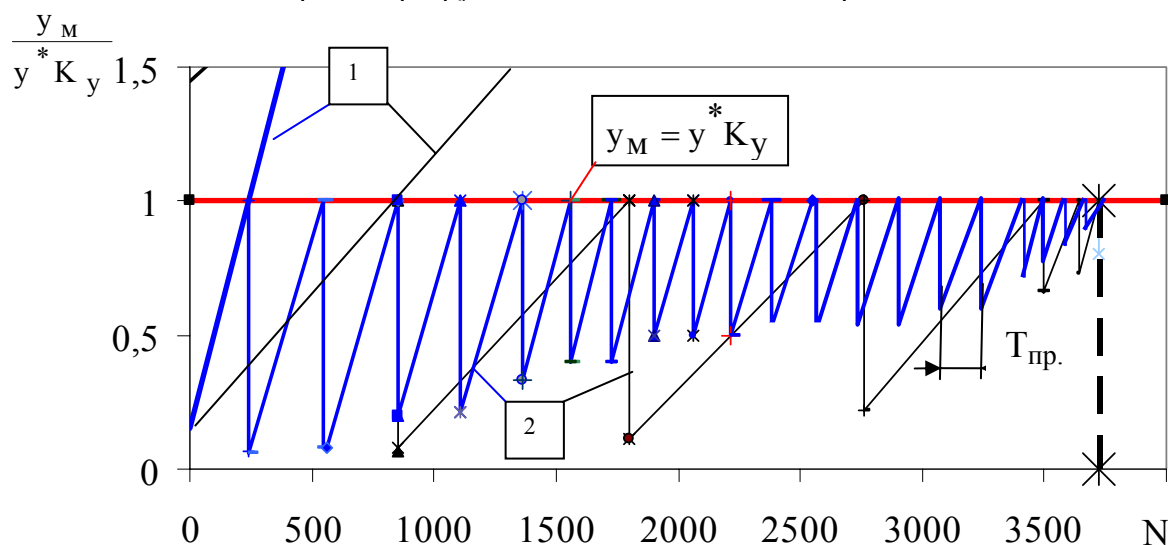
герметичности: $Q_{\text{ПДВ}} \geq \left(\frac{D_{\text{рВ}}}{M}\right)_{j=1...k} K_Q$,

где t_{\max} - максимальная температура элемента, $t_{\max} - t_{\min}$ - температурный перепад в элементе; σ^M - действующие напряжения в элементах; $q_{\text{пр}}$ - усилие прижатия стыкующихся элементов в соединении, T - время работы элемента; v_s - скорость поверхностного разрушения перепад; Δp - давления между внутренней и внешней средой; μ - динамическая вязкость газа; L - характерный размер элемента, B - площадь поверхности контакта стыкующихся элементов; n - количество расчетных узлов в каждом элементе узла; k - количество типов соединений в узле; K_{σ^*} , K_Q - комплексные функции, учитывающие влияние на прочность и герметичность узла основных действующих факторов: температурного, механического, технологического, конструктивного; $Q_{\text{пдв}}$ - удельный предельно-допустимый выброс.



1- процесс разрушения элементов при отсутствии регулирования и ремонта:
 — устройство уплотнения, — футеровка;
 2 – процесс регулирования устройства уплотнения с периодичностью $T_{\text{пр.i}}$

Рис. 1 - Процесс разрушения-восстановления двери коксовой печи



1- процесс разрушения элементов при отсутствии ремонта:
 — зона кладки отопительного канала, — зона запечников;
 2 – процесс разрушения при выполнении профилактических ремонтов с периодичностью $T_{\text{пр.i}}$

Рис.2 - Процесс разрушения-восстановления кладки простенка.

Работоспособность стыковочного узла можно считать обеспеченной при соблюдении следующих условий:

- если механические напряжения, действующие в элементах, не превысят предел прочности, с учетом комплексной функции K_{σ^*} . Следовательно, для работоспособных элементов на любом этапе эксплуатации должно соблюдаться условие: $\frac{y^M}{y^* K_y} \leq 1$.

- если значение утечки, с учетом комплексной функции K_Q , не превысит нормативную утечку через рассматриваемое соединение. Следовательно, для герметичных узлов должно быть соблюдено условие: $Q \frac{M}{DrBK_Q} \geq 1$.

В общем виде коэффициенты K_{σ^*} , K_Q являются уравнениями регрессии, коэффициенты уравнений определены методом планированного эксперимента.

На основе результатов оценки выбросоопасных узлов коксовой печи по критериям экологической эффективности определены зоны узлов и элементы, выходящие из строя в первую очередь, и интервалы времени в процессе эксплуатации агрегата, соответствующие потере герметичности узлов [6].

С использованием методики оценки состояния герметизирующих устройств разработан график обслуживания и восстановления элементов выбросоопасных узлов (рис. 1, 2), внедрение которого позволит повысить их эффективность за счет:

- увеличения срока службы уплотняющей рамки до 3-х лет, что в 3 раза превышает сроки, установленные правилами технической эксплуатации коксохимических предприятий;
- продления ресурса футеровки 2,5 раза, это даст возможность ремонтировать элементы двери в один и тот же срок после 3 лет эксплуатации агрегата, т.е. через 1500 циклов печевыдач;
- сохранения газоплотности кладки заплечиков до срока перекладки отопительных каналов.

Анализ эффективности выбросоопасных узлов по критериям разрушения и герметичности показал, что целесообразны их следующие конструктивные усовершенствования:

1. Применить шамотную теплоизоляцию динасовой кладки герметизирующих узлов при ее толщине больше 50 мм, что позволит снизить температурный перепад в элементах выбросоопасных узлов с 150⁰С до 50⁰С.
2. Футеровать корпус двери крупноразмерными шамотными блоками со слоем теплоизоляции.
3. Повысить компенсирующую способность уплотнительных устройств, обеспечить самоцентрирование дверей, люков, крышек выбросоопасных узлов.
4. Использовать упругие гибкие пластины в качестве элементов герметизирующих устройств вместо традиционных жестких рамок.

Список использованных источников

1. Третьяков П.В., Топоров А.А., Алексеева О.Е. Обеспечение техногенной безопасности тепловых агрегатов. // Сб. трудов IX международной научно-технической конференции "Машиностроение и техносфера XXI века" в 3-х томах. Т.3- Донецк: ДонГТУ. 2001. - С 73-75.
2. Котляр Б. Д. К вопросу определения выбросов через двери коксовых печей. // *Металлургия и коксохимия*. 1985. № 91. С. 122-125.
3. Гадацкий В. Г., Котляр Б. Д. Надежность машин и оборудования коксовых цехов.- Киев: Техника, 1992.
4. Барлоу Н. Прошан Ф. Статистическая теория надежности и испытаний на срок службы. - М: Наука. 1983. 183с.
5. Алексеева О.Е., Третьяков П.В. Повышение экологической безопасности тепловых агрегатов / Экологические проблемы промышленных мегаполисов: Материалы международной научно-практической конференции. В 2-х томах. Донецк, 2004. Т.1. С. 193-197.
6. Алексеева О.Е. Оценка работоспособности тепловых агрегатов при проектировании // *Защита металлургических машин от поломок*. – Мариуполь, 2003. – Вып.7. – с. 178-183.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРНО-ШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ КАК ФАКТОР УЛУЧШЕНИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Корольов В.П.* , Прокопенко А.И.** , Миронов Е.Н.** , Прокопенко О.А**., Гумен Я.Н.*** ,
Бугаенко В.Ф***., Компанец А.И.

(*ДонЦТБ ОАО «УкрНИИПроектстальконструкция им.В.Н.Шимановского»; **ОАО «Украинский научный центр технической экологии»; *** ДП «Си-Си-Ай-Любеля, компания «Стелкс», США; Украинский государственный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт горной геологии, геомеханики и маркшейдерского дела НАН Украины)

В статье рассмотрены основные факторы, обуславливающие эколого-технологическую, экономическую опасность и коррозионное разрушение горно-шахтного оборудования в пределах Днепровско-Донецкого и Львовско-Волынского бассейнов. Показано, что с увеличением глубины разработки угольных пластов агрессивность газообразных и жидких сред возрастает. Предлагаются принципы и направления оптимальной организации противокоррозионной защиты горно-шахтного оборудования и окружающей среды.

Угольная промышленность является одним из важнейших элементов топливно-энергетического комплекса (ТЭК) и экологически сложной отраслью народного хозяйства страны. Характерной чертой современного этапа в горнодобывающей отрасли является все более широкое вовлечение в эксплуатацию месторождений, расположенных в сложных горно-геологических условиях. Ухудшение природных экологических факторов разработки угольных пластов, обусловленное, в первую очередь, углублением горных работ, связано с увеличением числа шахт, сверхкатегорийных по газу, опасных по внезапным выбросам угля, газа и породы, по пыли, резкому увеличению водопритоков в горные выработки.

Осложнение горно-тектонических условий приводит к удорожанию добычи, увеличению мощности горного производства. Применяется оборудование со все возрастающей единичной мощностью. Появляется необходимость повышения уровня и эффективности комплексной механизации технологических процессов на базе создания и внедрения высокопроизводительной техники с автоматизированным управлением. Это приведет к повышению капиталоемкости и фондоемкости горнодобывающего производства. Кроме того, необходимо учитывать, что горная индустрия (геологоразведочное и горное производство) по капитальным вложениям является отраслью повышенного риска.

В ряде исследовательских работ широко рассматриваются экономические проблемы горного производства и, в частности, переход угольной промышленности к рыночным отношениям [1]. Приводятся данные [5], показывающие, что при увеличении глубины разработки с 600 – 700 до 1100 – 1200 м капиталовложения на добычу 1 т угля возрастают на 20 – 25% только за счет повышения стоимости крепи. В целом каждые 10 м углубления работ на шахтах вызывают прирост основных фондов приблизительно на 1,1% - без соответствующего увеличения добычи полезного ископаемого. Тенденция роста себестоимости продукции при ухудшении эколого-геологических условий разработки месторождений может усилиться. Одним из факторов, повышающих эколого-технологическую опасность и осложняющих проведение горных работ, являются коррозионные процессы, связанные с разрушением горно-шахтного оборудования.

Прогрессирующий износ машин, механизмов объясняется тем, что они изготовлены преимущественно из черных металлов, которые при неблагоприятных условиях внешней среды обладают определенными свойствами, могущими привести к разрушению, пожару или токсическому воздействию на организм человека. Ряд металлов и сплавов способен загораться, быстро окисляясь в присутствии воздуха или влаги, генерируя достаточно тепла для

достижения температуры воспламенения. Другие металлы, обычно не подверженные процессу горения, могут воспламеняться в мелко раздробленном состоянии. Аэрозоли и аэрогели, образующиеся в результате коррозионных процессов, взрывоопасны [4].

С увеличением глубины разработки угольных пластов агрессивность газообразных и жидких сред (в частности, минерализация и химический состав шахтных вод) возрастают. Шахтные воды угольных месторождений Украины имеют различный химический состав. Разнообразие состава обусловлено сложными процессами формирования шахтных вод, основными из которых следует считать тектонику, литолого-минералогический состав осадочных отложений угленосного бассейна, условия питания водоносных горизонтов, интенсивность водообмена и др. В целом для них характерна повышенная минерализация (в Днепроовско-Донецком бассейне до 35 г/л, Львовско-Волинском – до 28,2 г/л), достигающая десятков г/л, значительное содержание взвешенных веществ, представленных угольными и природными частицами различной степени дисперсности. Отмечается высокое содержание ионов железа, алюминия, марганца, цинка, стронция и других элементов. На некоторых горнодобывающих предприятиях Червоногвардейского района (в частности, на шахтах «Великомостовская» №5, «Бендюгская» и др.) Львовско-Волинского бассейна отмечается повышенная минерализация шахтных вод с глубиной [2]. Одной из причин, приведших к возникновению этой проблемы, является влияние специфических структурно-геологических и межрегиональных гидрогеологических факторов, обусловленных, прежде всего, большим количеством дислокаций на шахтных полях (глубинные разломы, надвиги, сбросы, структурно-деформационные зоны ослабленных пород), по которым мигрируют вверх высокоминерализованные (до 180 г/л) воды из девонских осадочных отложений, богатые бромом, фтором, йодом, кадмием и другими микроэлементами [7].

Угледобывающими предприятиями Донецкой и Луганской областей Днепроовско-Донецкой впадины сбрасывается в гидрологическую сеть в среднем 8 – 10 м³ шахтных вод на тонну добываемого угля. Основная масса солей с карьерными и шахтными водами сбрасывается в малые реки Донецкой и Луганской областей и далее по рекам Северский Донец, Кальмиус, Миус – в Азовское море. Общий объем шахтных и карьерных вод, поступающих в Азовское море, оценивается в 650-700 млн. м³ в год.

Шахтные воды, откачиваемые при добыче угля в верхних и средних зонах шахтных полей формируются за счет атмосферных осадков, поверхностных вод, а также различных техногенных объектов (накопители шахтных вод и жидких отходов и другие источники техногенных вод). Нижняя зона с застойным водным режимом характеризуется более высокой минерализацией воды, имеющей морское происхождение. По своему солевому составу воды этой зоны относятся к хлоридно-натриево-кальциевому типу [6]. Основное количество шахтных вод – сульфатно-хлоридного типа. Химический состав и другие показатели качества шахтных вод на различных шахтах существенно отличаются. Так, общая концентрация солей в шахтной воде, в основном, изменяется от 1,3 до 7,0 кг/м³, бикарбонатная щелочность – от 3,0 до 28,0 г-экв/м³, а жесткость – от 2,5 до 50 г-экв/м³. Существенно варьируется в воде также соотношение сульфат- и хлорид-ионов. На некоторых шахтах (преимущественно в западном регионе Донбасса) концентрация солей в шахтных водах достигает 22 кг/м³. Кроме минеральных солей, с шахтными водами сбрасывается значительное количество взвешенных веществ, нефтепродуктов, фенолов и других загрязнений [3].

Современное горно-шахтное оборудование состоит из многочисленных конструкционных элементов, эксплуатационная надежность которых обеспечивается за счет механической прочности и устойчивости. Существенная доля всех коррозионных явлений конструкционных материалов приходится на разрушение металлов, протекающее в граничном слое твердая фаза - среда (водная или воздушная). При этом нередко фронт реакции продвигается в глубь твердого тела, что приводит к изменению объемных свойств материалов, снижению механической прочности, аварийному состоянию оборудования и загрязнению окружающей среды.

Большой материальный ущерб отмечается при косвенных потерях, связанных с коррозией – таких как ремонт, простои и замена оборудования, недовыработка продукции и энергии, расходы на возмещение последствий вреда, наносимого окружающей среде. Такие косвенные потери трудно поддаются учету, поэтому их оценка может быть лишь приблизительной. Так, в Великобритании ежегодные косвенные потери от коррозии и стоимость мероприятий противокоррозионной защиты составляют 1365 млн. фунтов стерлингов [8].

Статистический анализ показывает, что большинство отказов в работе оборудования связано с протеканием коррозионных разрушений при его эксплуатации в агрессивных средах. На современном этапе существуют определенные трудности в прогнозировании надежности машин и механизмов, тем более в сложных горно-геологических условиях. Важное значение в эксплуатационной надежности машин и механизмов принадлежит оптимальной организации их противокоррозионной защиты в различных средах шахтных вод. Это позволит защитить изделия от коррозии, старения, биоповреждений и обеспечить заданные параметры долговечности шахтного оборудования в агрессивных средах.

Комплексная проблема обеспечения надежности и предотвращения коррозионного разрушения горно-шахтного оборудования должна рассматриваться как составная часть региональных эколого-экономических проблем.

Список литературы:

1. Прокопенко С.А.. Теория и методы организации конкурентного взаимодействия углепроизводителей. Автореф. дисс. на соиск. ученой степени доктора технических наук, Челябинск – 2000 – 42 с.
2. Руднев Е.Н. Геоэкологическая ситуация на полях ликвидируемых шахт ГП «Львовуголь» и рекомендации по минимизации их негативного воздействия. – Уголь Украины, июль – 2005 – с.37-40.
3. Терещенко В.А. Гидрогеологические особенности глубоких горизонтов Днепровско-Донецкой впадины. – Вестник Харьковского ун-та, 1984, №264 – с. 29-32.
4. Федотова В.С. исследование воспламеняемости порошков бора, боридов и некоторых металлов. Автореф. канд. дисс. МИСиС, 1971 – 23 с.
5. Фейтельман Н.Г. Эффективность освоения минеральных ресурсов СССР.М.: Недра, 1985 – 242 с.
6. Шахтные и карьерные воды. Кондиционирование, использование, обессоливание и комплексная переработка./Ю.Н. Резников, В.Г.Львов, В.В. Кульченко/ - Донецк: Каштан, 2003-242 с.
7. Щепак В.М. Гидрогеологические условия внешней зоны Предкарпатского прогиба в связи с нефтегазоносностью. Автореф. дисс. на соиск. ученой степени канд. геолого-минералогических наук. Киев, 1965-22 с.
8. Scully J.C. The Fundamentals of Corrosion.-N-Y.: Pergamon Press.1975. – 234 p.

УДК 621.87

МОНИТОРИНГ ПАРАМЕТРОВ НАГРУЖЕННОСТИ РУДНОГРЕЙФЕРНОГО КРАНА ДЛЯ ПРОДЛЕНИЯ СРОКОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рухович И. Р., Суярко В. А., Макаров Д. С.

(ОАО «УкрНИИПроектстальконструкция им.В.Н.Шимановского», ДонЦТБ, Макеевка,
Украина)

В статье рассмотрены вопросы проведения мониторинга строительных металлоконструкций в условиях действующего производства на примере рудно-грейферного крана. Определены этапы мониторинга и методы диагностирования с помощью методики ударных импульсов

В настоящее время в Украине действует система надзора за техническим состоянием зданий и сооружений, включающая периодические обследования, разработку Технических заключений о состоянии и условиях дальнейшей безопасной эксплуатации строительных конструкций, а также паспортизацию объектов. Действующая система регулирует процесс эксплуатации, закрепляет ответственность должностных лиц и определяет деятельность специализированных организаций.

Вместе с тем, в стране накоплен значительный парк строительных конструкций со

значительными сроками эксплуатации, в ряде случаев превышающих нормативные. В этих условиях мероприятия, предусмотренные действующей системой, представляются недостаточными. Проблема обеспечения технологической безопасности конструкций промышленных объектов связана с комплексным подходом, включающим технический надзор, диагностику, оценку технического состояния и мониторинг эксплуатационного состояния конструкций на основе системных методов обеспечения надежности зданий и сооружений. Такой подход разрабатывается в Донбасском центре технологической безопасности УкрНИИПСК им. В. Н. Шимановского и применяется на ряде объектов металлургической промышленности.

Одним из объектов, на котором в полном объеме осуществляется мониторинг технического состояния, является рудно-грейферный кран-перегрузатель, установленный на открытом складе Ясиновского коксохимического завода, предназначенный для погрузо-разгрузочных работ, транспортировки и сортировки углей, шихты, кокса, и др.

На момент первичной диагностики кран эксплуатировался в течение 12 лет. Режим работы крана определен с учетом действительной работы (табл. 1) и, на момент истечения нормативного срока эксплуатации, определен как весьма тяжелый.

Табл. 1

| Величины грузов относительно $Q_{ном}$, P_i , T | Количество циклов для каждого груза, C_i | Коэффициент нагружения для крана, кр | | Режим нагружения (класс нагружения) | |
|--|--|--|---------------|-------------------------------------|---------------|
| | | ИСО 4301/1 | ГОСТ 25546-82 | ИСО 4301/1 | ГОСТ 25546-82 |
| | | $K_p = \sum \left[\frac{C_i}{C_T} \cdot \left(\frac{P_i}{P_{max}} \right)^3 \right]$ | | | |
| 0,25...0,5 $Q_{ном}$ | 20 | 0,458 | 0,458 | Q4 | Q4 |
| 0,5...0,75 $Q_{ном}$ | 40 | | | | |
| 0,75...1 $Q_{ном}$ | 15 | | | | |

В конструктивном отношении рудно-грейферный кран представляет собой кран козлового типа с высотой подъема 35 м, пролетом 76,2 м, консоли 36,63 м и 27,47 м (рис. 1).

Программа работ по мониторингу эксплуатационного состояния крана включает три этапа.

На первом этапе проведена техническая диагностика конструкций крана, включавшая визуальный контроль и ультразвуковую дефектоскопию сварных швов.

В состав работ по визуальному контролю входило:

- изучение имеющейся технической и эксплуатационной документации;
- визуальный осмотр металлоконструкций и их соединений с целью обнаружения дефектов и повреждений;
- инструментальные измерения и эскизирование обнаруженных дефектов и повреждений; при этом использовались приборы контроля: ультразвуковой толщиномер УТ-93П, ультразвуковой дефектоскоп УД-2-12 и другие стандартные мерительные инструменты и приспособления;
- проверка и опробование работы основных узлов и деталей механизмов, канатно-блочных систем, сравнение фактических данных с соответствующими характеристиками изготовителя;
- проверка состояния электрооборудования и электроаппаратуры;
- разработка «Ведомости дефектов и повреждений», включающей заключение о ремонтпригодности и указания по устранению повреждений.

В результате визуального контроля выявлены сквозные трещины, длиной до 10 см. в

верхней околшовной зоне поперечных сварных швов обечаяек, коррозионные повреждения, а также повреждения механического и эксплуатационного характера в виде ослабления болтовых соединений, местных погибей и т. п. В процессе движения грейфера с грузом с выездом на консоли, трещины «дышат», с раскрытием до 1...2 мм.

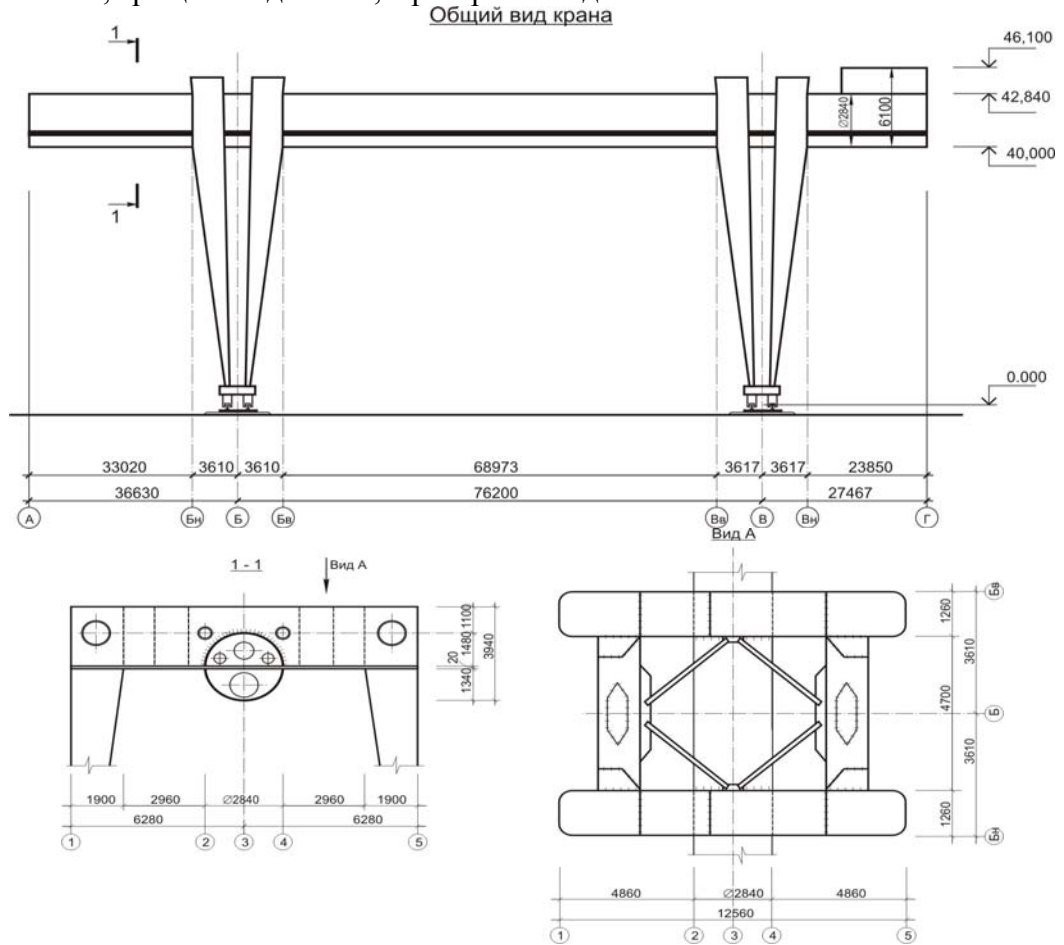
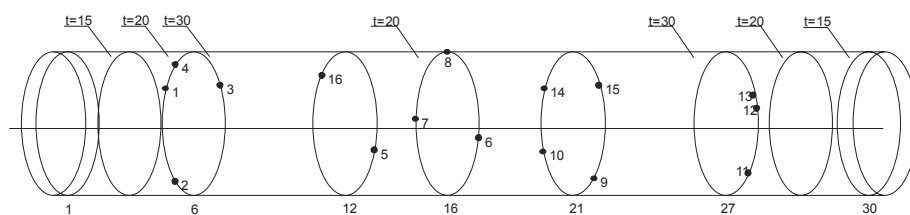


Рис. 1 Схема рудно-грейферного крана

Контроль сварных швов выполнен ультразвуковым дефектоскопом УД-2-12; схема контроля представлен на рис 2.

СХЕМА ПРОВЕДЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ ШВОВ



Развертка внутренней поверхности балки крана

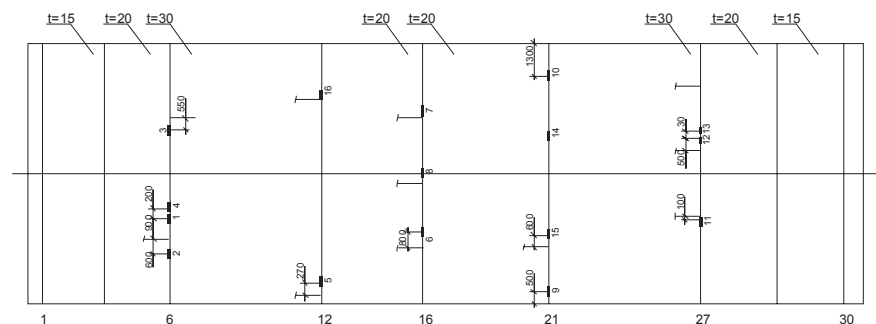


Рис.2

Обнаруженные дефекты сварных швов находились на контрольном уровне. Поставлена задача организовать наблюдение за развитием обнаруженных дефектов.

Техническое состояние крана, с учетом выявленных трещин околошовной зоны, признано аварийным.

На втором этапе разработано и осуществлено усиление, предусматривающее постановку поперечных, относительно сварных швов, планок при нахождении грейфера на середине пролета. Выполнены работы по устранению влияния выявленных дефектов и повреждений на эксплуатационную пригодность конструкций крана.

На третьем этапе осуществляется мониторинг эксплуатационного состояния крана. Программа мониторинга предусматривает:

- периодический визуальный осмотр конструкций пролетного строения крана согласно разработанному графику проведения работ, с составлением протокола осмотра;
- периодическое определение изменения технического состояния металлоконструкций крана методом ударных импульсов;
- местная техническая диагностика ультразвуковой методикой в случае обнаружения повреждений появившихся после проведения первого этапа работ;
- разработка мероприятий по ликвидации последствий обнаруженных в ходе мониторинга повреждений.

Метод ударных импульсов впервые введен фирмой SPM (Швеция) и основан на измерении и регистрации механических ударных волн, вызванных столкновением двух тел. Ускорение частиц материала в точке удара вызывает волну сжатия, которая в виде ультразвуковых колебаний распределяется во всех направлениях. Ускорение частиц материала в начальной фазе удара зависит только от скорости столкновения и не зависит от соотношения размеров тел. Период времени мал, и заметной деформации не происходит. Величина фронта волны является мерой скорости столкновения. Во второй фазе удара поверхности двух тел деформируются, энергия движения вызывает колебания, которые и распознаются вибрационным анализом.

Для измерения ударных импульсов используется пьезоэлектрический датчик, на который не оказывает влияние фон вибрации и шум. Датчик механически и электрически настроен на частоту в 28...32 кГц. Вызванная механическим ударом фронтальная волна сжатия возбуждает затухающие колебания в датчике (преобразователе).

Пиковое значение амплитуды этого затухающего колебания прямо пропорционально скорости удара. Поскольку затухающий переходный процесс хорошо определяется и имеет постоянную величину затухания, его можно отфильтровать от других сигналов, т.е. от сигналов вибрации. Изменение и анализ затухающего переходного процесса - основа метода ударных импульсов. Измерения производились анализатором спектра вибрации 795М – малогабаритный, автономный, микропроцессорный виброизмерительный.

В настоящее время мониторинг параметров нагруженности включает результаты наблюдений в течение 1,5 лет, что позволяет продолжить безопасную эксплуатацию рудно-грейферного крана после нормативного срока эксплуатации.

УДК 69.059.25

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТАХ В АГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ

Чаленко В.И.* , Селютин Ю.В.** , Суярко В.А.*

(*ОАО «Ясиновский КХЗ», **ДонЦТБ ОАО «УкрНИИПроектстальконструкция им.В.Н.Шимановского», Макеевка, Украина)

На основе зонирования и классификации коррозионных сред объектов коксохимического производства рассмотрены вопросы повышения безопасной эксплуатации конструкций за

счет внедрения эффективных противокоррозионных материалов. Обоснованы конструктивные и технологические решения при ремонтном усилении и защите листовых конструкций, работающих в средах с различной степенью интенсивности воздействий.

1. ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ показателей материалоемкости свидетельствует о том, что в 2001-2005г.г. потребление металлов в строительстве составило 60-55%, а продукция синтетических полимеров 15-20%. Экономическая ситуация, связанная с увеличением стоимости металлопроката в среднем на 20-30%, требует реализации эффективных мер, связанных с защитой существующего металлофонда от коррозионного разрушения и создает благоприятные условия для расширения использования конструкционных полимерных материалов.

Методологической основой для обоснования методов оценки остаточного ресурса строительных металлоконструкций в коррозионных средах является системный анализ режима эксплуатации промышленных объектов, обеспечивающий расчетно-экспериментальную оценку коэффициента надежности противокоррозионной защиты (γ_{zf}).

Экспериментальные данные контроля коррозионно - механических разрушений включали объекты коксового цеха, цехов ректификации, улавливания, углеподготовки и сероочистки, металлоемкость которых превышает 1700 т. Для выявления причин снижения эксплуатационной несущей способности конструкций предложена методика аудита технического состояния конструкций. Анализ повреждаемости произведен для основных конструктивных элементов опор трубопроводов, пролетных строений транспортерных галерей, несущих и ограждающих конструкций производственных зданий и технологических эстакад, листовых конструкций скрубберов и ректификационных колонн Ясиновского КХЗ по показателю качества эксплуатации (F_e , табл. 1) с учетом срока эксплуатации объекта (T_{ef} , год).

2. ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ КОРРОЗИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Для определения нормативных и расчетных характеристик показателей коррозионной стойкости проведены стендовые испытания образцов стали обычной коррозионной стойкости (ВСт3пс5), пониженной коррозионной стойкости (09Г2С) и атмосферостойких сталей (10ХНДП). Для обеспечения возможности статистического анализа степени агрессивности сред использованы серии образцов размером 50x50 мм, толщиной 4 мм из различных марок сталей, размещенные в тридцати одной однородной зоне эксплуатации 6-ти основных цехов ОАО «Ясиновский КХЗ» (рис. 1). Общее количество испытываемых образцов составило 279 шт.

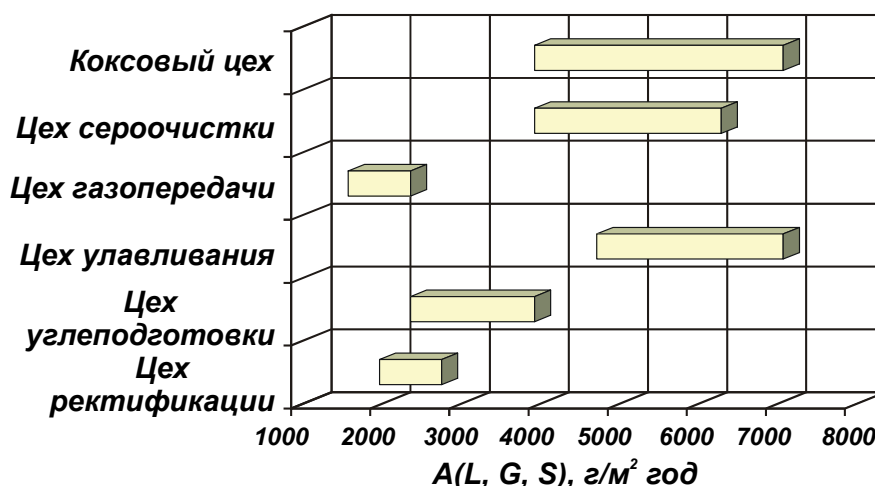
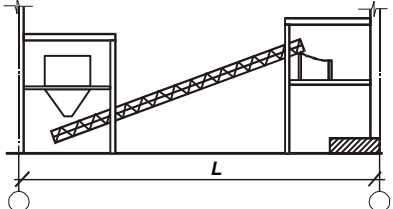

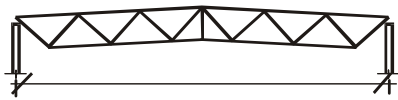
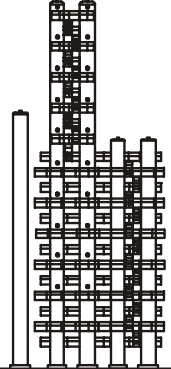
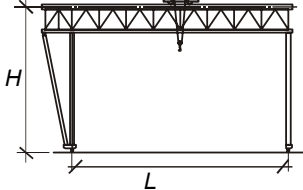

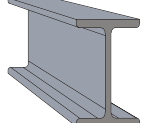



Рис. 1. Зонирование степени агрессивности воздействий по данным натурных испытаний в условиях Ясиновского КХЗ.

На основе материалов зонирования и классификации коррозионных воздействий при выполнении паспортизации объектов ОАО «Ясиновский КХЗ» установлены характеристики,

необходимые для оценки технического состояния и продления остаточного ресурса конструкций.

Таблица 1 Данные аудита коррозионного состояния стальных конструкций

| Зона территориального расположения объекта | Конструктивная схема объекта исследования | Показатель коррозионного состояния |
|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Пролетное строение транспортной галереи наклонного моста У-5 (коксовый цех) |  | $T_{ef} = 25$ $\gamma_{zf} = 0,426$ $F_e = 3,13$ |
| Промежуточная опора эстакады трубопроводов (цех ректификации) |  | $T_{ef} = 21$ $\gamma_{zf} = 0,68$ $F_e = 0,51$ |
| Стропильные фермы покрытия цеха углеподготовки |  | $T_{ef} = 32$ $\gamma_{zf} = 0,544$ $F_e = 1,34$ |
| Листовые конструкции ректификационных колонн |  | $T_{ef} = 35$ $\gamma_{zf} = 0,395$ $F_e = 7,15$ |
| Пролетное строение крана-перегрузчика угольного склада |  | $T_{ef} = 12$ $\gamma_{zf} = 0,769$ $F_e = 0,26$ |
| Ригели этажерки сульфатного отделения цеха улавливания |  | $T_{ef} = 28$ $\gamma_{zf} = 0,569$ $F_e = 0,81$ |
| Подкрановые конструкции цеха газопередачи |  | $T_{ef} = 21$ $\gamma_{zf} = 0,674$ $F_e = 0,36$ |
| Листовые конструкции скруббера цеха сероочистки |  | $T_{ef} = 28$ $\gamma_{zf} = 0,411$ $F_e = 6,38$ |

3. ПРОДЛЕНИЕ РЕСУРСА НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Методика продления остаточного ресурса стальных конструкций с учетом коррозионно-механических повреждений путем введения конструктивных, технологических и эксплуатационных ограничений включала функционально-стоимостной анализ мер первичной и вторичной защиты от коррозионного разрушения.

Установленные принципы обеспечения безопасной эксплуатации использованы при выполнении ремонтно-восстановительных работ с целью продления остаточного ресурса ректификационной колонны К-5 (рис. 2).



Рис.2 Восстановление ограждающих конструкций ректификационной колонны К-5



Рис. 3. Внешний вид тройника коксового газа после светополимеризации материала «ТЕХНОПЛАСТ».

Основным критерием рационального проектирования антикоррозионной защиты при ремонтно-восстановительных работах трубопровода коксового газа ОАО «Ясиновский коксохимический завод», являлся учет условий его эксплуатации. При выполнении ремонтно-восстановительных работ тройника коксового газа (рис. 5), было произведено техническое освидетельствование состояния трубопровода, что позволило применить полимерный материал «ТехноПласт ХС» для усиления и герметизации ремонтного участка трубопровода. Гарантийные показатели долговечности конструктивных решений противокоррозионной защиты трубопровода тройника коксового газа ОАО ЯКХЗ материалами «ТЕХНОПЛАСТ» обоснованы экспериментальными исследованиями и расчетной оценкой по методике предельных состояний.

4. ВЫВОДЫ

Рассмотрены организационно-технические мероприятия по обеспечению эксплуатационной надежности объектов коксохимического производства, обеспечивающие возможность выполнения ремонтно-восстановительных работ при обслуживании конструкций по фактическому состоянию. Выбор материалов и технологий при ремонтно-восстановительных работах предполагает возможность учета конструктивных, технологических и эксплуатационных ограничений для снижения эксплуатационных затрат при установленных требованиях к долговечности конструкций.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

Перетяцько Г.А.* , Магунова Н.Г.** , Лантухов А.А.**

(ОАО «Макеевский ЗМК», ДонЦТБ ОАО «УкрНИИПроектстальконструкция
им.В.Н.Шимановского», Макеевка, Украина)

Рассматриваются требования контроля качества противокоррозионной защиты на стадии изготовления металлоконструкций. материалы статьи содержат результаты заводский испытаний лакокрасочных материалов и защитных покрытий для обеспечения гарантированных показателей долговечности с учетом режима эксплуатации объекта.

1. ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ КАЧЕСТВА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

Расширение функциональных возможностей применения металла в строительстве, повышение архитектурной выразительности зданий и сооружений определяют необходимость совершенствования требований к средствам и методам противокоррозионной защиты конструкций. Нормативные требования, определяющие показатели качества и долговечности строительных металлоконструкций в коррозионных средах, устанавливают порядок применения действующих стандартов единой системы защиты от коррозии, старения и биоповреждений (ЕСЗКС). В состав ЕСЗКС входят организационно-методические и общетехнические стандарты, стандарты технических требований, правил приемки и методов контроля, стандарты типовых технологических процессов. Анализ требований отечественных и международных норм подтверждает важность контроля декоративных и защитных свойств покрытий для улучшения потребительских качеств металлопродукции.

Для обеспечения качества выпуска строительных металлоконструкций важное значение имеет ст.12 закона Украины «Про захист прав споживачів», которая устанавливает гарантированные уровни потребительских свойств товаров и услуг. Законом определен порядок, при котором производитель обязан обеспечить возможность использования продукции по назначению на протяжении срока службы, установленного нормативным документом, либо по требованиям технического задания, а, в случае их отсутствия, в течение 10 лет. Гарантии производителя, предусмотренные договорными отношениями, должны обеспечивать требования безопасности при выполнении технического обслуживания и ремонта. Необходимо отметить, что действующие нормативные документы, в частности СНИП III-18-75 «Правила производства и приемки работ. Металлические конструкции», не предусматривают требований к гарантированным срокам службы строительных металлоконструкций. Вместе с этим, практика работ с заказчиками подтверждает, что гарантии производителя на срок эксплуатации являются одним из основных показателей в тендерных условиях на изготовление металлоконструкций.

Условия обеспечения гарантированных показателей долговечности при выборе систем противокоррозионной защиты определены международным стандартом ИСО 12944 [1], устанавливающим признаки классификации коррозионных воздействий, систем защитных покрытий, требования по лабораторным методам испытаний, контроля качества при нанесении покрытий и в процессе технического обслуживания конструкций (рис.1).

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

Экспертная оценка показателей качества защитных покрытий произведена на соответствие нормативным документам [1-4] по результатам контроля и испытания лакокрасочного материала: партии № 3 акрил-стирольного антикоррозионного грунта (ТУ У 24.3-32388851-001-2004), производитель ООО «Донецкхим – химический завод».

Лакокрасочный материал применен при образовании грунтовочного слоя защитного покрытия для стальных конструкциях производственного здания ООО «Малиновский стеклозавод».

На момент отгрузки конструкций в условиях ОАО «Макеевский завод металлических конструкций» грунтовочное покрытие соответствовало требованиям нормативно-технических документов (по показателям: оценка внешнего вида, толщина грунтовочного покрытия), что подтверждается записями в журнале приемки окрасочных работ.

Нарушения сплошности покрытия в виде появления очагов коррозионных повреждений установлены Заказчиком (ООО «Малиновский стеклозавод») в течение первой недели после поставки конструкций на строительную площадку. Разрушение грунтовочного покрытия произошло в результате появления атмосферной влаги на поверхности конструкций.

Аудит технического состояния конструкций выявил, что обобщенный показатель защитных свойств покрытий A_z изменяется от 0,45 до 0,8; что не обеспечивает проектные требования образования защитного покрытия и гарантированную долговечность в период эксплуатации (рис.2).



Рис.1 Жизненный цикл («Петля качества») противокоррозионной защиты металлических конструкций по стандарту ISO 9004



Рис.2. Технологический контроль состояния защитных покрытий в процессе восстановления противокоррозионной защиты.

Возможной причиной снижения защитных свойств акрил-стирольного грунтовочного покрытия может быть выполнение окрасочных работ стальных конструкций при температуре окружающего воздуха ниже 00С, что предусмотрено в коммерческом предложении производителя ООО «Донецкхим-химический завод». В этой связи представляется необходимым дополнительное обоснование технологических возможностей окрасочных работ при отрицательной температуре, что противоречит требованиям СНиП 3.03.04-85 п. 1.8.

Результаты оценки показателей качества покрытия, выполненной специалистами Донбасского центра технологической безопасности им. В.Н. Шимановского по данным ускоренных испытаний позволяют заключить, что грунтовочное покрытие обладает защитными свойствами, установленными производителем ООО «Донецкхим-химический завод» при толщине слоя 90-130 мкм. Адгезия к поверхности металла по результатам испытаний на стандартных образцах и выборочного контроля на элементах конструкции не соответствует требованиям ТУ и составляет 3-4 балла.

Для восстановления защитных свойств грунтовочного слоя проведен комплекс испытаний грунтовочных покрытий, наносимых по поврежденному акрил-стирольному антикоррозионному грунту после удаления дефектных участков покрытия. Согласно требований СНиП 3.04.03-85, рекомендуется производить восстановление защитного покрытия путем нанесения на подготовленную поверхность грунта ГФ-021 «ЛАКМА» методом пневматического распыления при температуре окружающего воздуха не ниже 10 °С.

Подготовку поверхности выполнять путем очистки стальными щетками дефектных участков конструкций с признаками коррозионного разрушения, удаления рыхлых остатков акрил-стирольного антикоррозионного грунтовочного покрытия. Остаточная толщина грунтовочного слоя акрил-стирольного грунта не должна превышать 15-30 мкм. Перед возобновлением грунтовочного слоя поверхность необходимо обезжирить уайт-спиритом.

Список литературы:

1. ИСО 12944: 1998. Лаки и краски - защита от коррозии стальных конструкций.
2. СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии.
3. СНиП 3.04.03-86 Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии.
4. ВСН 446-84. Инструкция по противокоррозионной защите строительных конструкций лакокрасочными покрытиями на заводах-изготовителях. Минмонтажспецстрой.- Москва. – 1984. С 24.

ЗАДАЧИ ЭКСПЕРТИЗЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Шимановский А.В., Королёв В.П.

(ОАО «УкрНИИПроектстальконструкция им.В.Н.Шимановского», Макеевка, Украина)

Рассматриваются вопросы методического и организационного обеспечения технологической безопасности и ремонтнопригодности при обосновании показателей надежности строительных конструкций зданий и сооружений для предупреждения аварий и чрезвычайных ситуаций на промышленных и гражданских объектах.

В последние годы определились новые подходы к решению проблемы обеспечения надежности строительных конструкций зданий и сооружений на основе реструктурирования технологий безопасности и формирования когерентных систем, приемов и процедур оценки качества в строительстве.

Рассмотрение этой не простой проблемы диктуется необходимостью разработки комплексной многоуровневой системы государственного регулирования безопасности, определяющей действия административных структур предприятий и организаций с целью предупреждения аварийных ситуаций на строительных объектах всех отраслей промышленности, транспорта, энергетики, связи, сельского и городского хозяйства. Требуется определенно более широкое понимание задач обеспечения технологической безопасности в основных отраслях экономики как неотъемлемой составляющей государственной политики национальной безопасности, создания экологически и техногенно безопасных условий жизнедеятельности.

В последнее время наблюдается устойчивая тенденция к росту чрезвычайных ситуаций техногенного характера с человеческими жертвами и значительными материальными потерями. Чернобыльская катастрофа является наиболее значительной в мире, а её последствия имеют планетарный характер. Проблема безопасности, как необходимость защиты человека и окружающей среды от негативных воздействий техносферы, должна быть определена как приоритетная, так как развитие сложных конструкционных систем не исключает возникновения аварийных ситуаций.

Анализ требований, определяющих безопасность, надежность и долговечность строительных объектов при длительной эксплуатации и в экстремальных ситуациях, позволяет рассматривать основные направления развития технологий обеспечения безопасности. Материалы работы секции: «Строительные металлические конструкции, мосты, морские, речные и портовые сооружения» [1] Научно-координационного и экспертного Совета по вопросам ресурса и безопасной эксплуатации конструкций, сооружений и машин при Президиуме Национальной академии наук Украины, устанавливают методическую основу и задачи реализации мер по оценке и продлению остаточного ресурса строительных объектов.

Стратегия, которая может помочь направить усилия на достижение максимальных результатов связана с адаптацией международных стандартов по формированию программ обеспечения надежности на основе решения задач анализа возможных причин и последствий отказов (FMEA) и оценке критичности отказов (FMESCA). Существенный этап в создании такой стратегии является систематизация наиболее важных исследовательских и технологических задач. С целью обеспечения анализа и планирования систем безопасности, функциональных программ и программ освоения новых технологий, следует предусмотреть возможности научно-технического сопровождения проблем ресурса в региональных экспертных центрах, способных работать конструктивно с хозяйственными подразделениями при комплексной постановке и реализации задач технологической безопасности. С учетом данных анализа безопасности выполняется техническое обслуживание и материально-техническое обеспечение, задаются требования по контролю технических параметров и ремонтнопригодности конструкций зданий и сооружений.



Рис.1 Схема основных этапов экспертизы требований технологической безопасности

Для успешного руководства и управления безопасностью необходимо осуществлять менеджмент на основе систематического аудита технического состояния зданий, сооружений и инженерных сетей инженерно-техническим персоналом предприятия. При этом особую актуальность приобретает вопрос управления технологической безопасностью производственных объектов на основе программ обеспечения надежности (ПОН, рис. 1).

Чтобы добиться предотвращения аварийных ситуаций, следует внедрить и поддерживать в рабочем состоянии систему менеджмента безопасности, разработанную на уровне технических стандартов предприятия с целью постоянного улучшения

результативности и эффективности деятельности служб технического надзора и контроля. Менеджмент безопасной эксплуатации строительных объектов должен стать неотъемлемой составляющей системы качества и политики руководства на основе требований ISO 9004:2000.

Организационная структура управления технологической безопасностью строительных объектов должна включать:

- систему технического обслуживания и надзора за состоянием конструкций, зданий и сооружений, основанную на процессном подходе, которую можно было бы подвергать менеджменту и улучшать при необходимости;
- систему восстановления работоспособности на основе управления финансовыми и материальными ресурсами при проведении ремонтных работ и реконструкции.

Первоочередные меры по менеджменту технологической безопасности включают разработку стандарта предприятия, регулирующего требования к профессиональной квалификации специалистов и функционирования системы технического надзора за объектами производственно - технического и хозяйственно-бытового назначения:

- положения о цеховой (объектной) службе технической эксплуатации зданий и сооружений;
- положения о службе технического надзора предприятия;
- положения о безопасном проведении ремонтных, монтажных, строительных и других видов работ на оборудовании, конструкциях зданий и сооружений, инженерных сетях, объектах капитального строительства в условиях действующего производства.

Среди основных этапов научного сопровождения разработки ПОНр следует выделить системный анализ возможных причин и последствий отказов, определение расчетных ситуаций для оценки предельных состояний с учетом технологических и эксплуатационных рисков, уточнение состава параметров при экспертном диагностировании, разработку математических моделей показателей надежности на основе методов функционально-стоимостного анализа.

Обеспечение технологической и эксплуатационной безопасности промышленных предприятий ставит в качестве основной задачи разработку системы мониторинга конструкций зданий и сооружений по фактическому состоянию. Мониторинговые экспертные системы представляют программные средства для автоматизированного сбора, хранения информации об эксплуатационном состоянии конструкций зданий и сооружений, расчетной оценки показателей надежности при воздействии природных и техногенных факторов, анализа технических и организационных мер обеспечения безопасности, инженерной защиты и управления для предотвращения аварийных и чрезвычайных ситуаций. Система мониторинга включает блоки информационного, диагностического обеспечения и принятия управленческих решений. Результаты систематизированного сбора, обработки и анализа данных мониторинга предназначены для стимулирования и регулирования инновационной деятельности по поддержанию работоспособности, модернизации, реконструкции основных фондов при обслуживании по фактическому состоянию.

Список литературы:

1. Стан та залишковий ресурс фонду будівельних металевих конструкцій в Україні/ А.В.Перельмутер, В.М. Гордєєв, Є.В. Горохов та ін.; за ред.д-ра техн.наук А.В.Перельмутера.-К.: Вид-во “Сталь”, 2002.-166с.

УДК 69.004.2

БЕЗОПАСНОСТЬ И РИСКИ ПРИ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТАХ В УСЛОВИЯХ МЕГАПОЛИСА

Москаленко В.И.* , Кожемяка С.В.** , Губанов В.В.**

(ООО фирма «Промбудремонт», ДонНАСА, Макеевка, Украина)

Современное строительство и реконструкция объектов промышленного и общественного назначения в условиях мегаполисов характеризуется все возрастающими требованиями к безопасности выполнения строительно-монтажных работ. Рассматриваются условия выполнения строительно-монтажных работ с учетом новых

требований к организации строительного производства, охраны труда и защиты окружающей среды.

Строительные работы включают как реконструкцию существующих зданий, так и строительство новых. Особенностью этих работ является проведение строительно-монтажных работ в условиях плотной застройки и в непосредственной близости от существующих зданий и транспортных магистралей. Поэтому помимо опасностей и рисков, связанных с проведением строительно-монтажных работ внутри стройплощадки, возникают дополнительные источники потенциальных опасностей, обусловленные спецификой существующей городской застройки.

Основной проблемой по организации выполнения строительно-монтажных работ является сложность разработки строительных генеральных планов, соответствующих действующим строительным нормам проектирования. Значительная плотность городской застройки в ряде случаев делает невозможным безопасное размещение и эксплуатацию монтажных кранов. Это связано с выполнением требований по организации опасных зон, образующихся вокруг возводимых объектов. Увеличение этажности и в общем случае высотных отметок выполнения работ требует соответствующего увеличения размеров опасной зоны.

При работе стреловых и башенных кранов вблизи существующих зданий возникает опасность задеть существующее здание при работе. Наименьший риск – при малых поднимаемых грузах. Для этого желательно возведение конструкций из мелкоштучных материалов или из монолитного железобетона. Кроме того, существует опасность опрокидывания кранов. На промплощадке это обычно приводит к повреждению самого крана и конструкций здания, на которые упала стрела. Обрушение зданий возникает редко, поскольку промздания имеют высокий уровень надежности и рассчитаны на большие нагрузки. В условиях городской застройки падение крана на здание вызовет обрушение конструкций. Поэтому при проведении такого строительства необходимо предъявлять более жесткие требования к соблюдению правил эксплуатации грузоподъемных кранов, квалификации крановщика, исправности механизмов ограничения вылета и грузоподъемности.

Основным источником опасности является падение грузов на проходящих людей. Обычно мерой является установка крытых деревянных галерей. Однако, достаточно часто такие галереи устраиваются как защита от мелкого мусора и не учитывают особенности проводимых строительных работ и массу груза, который может упасть. Для предотвращения травматизма должностные лица должны более строго контролировать проектирование и устройство защитных козырьков и галерей и их соответствие требованиям безопасности.

Строительство любого объекта увеличивает и без того высокую степень интенсивности движения городского транспорта. Возникает необходимость в создании объездных путей, закрытию для движения городского транспорта некоторых дорог и улиц, устройстве защитных конструкций для пешеходов. Для снижения опасности дорожно-транспортных происшествий необходимо корректно назначать пути объезда с учетом грузонапряженности дорог, вывешивать соответствующие знаки, осуществлять перемещение крупногабаритных грузов при наименьшем количестве транспорта на дорогах.

Пожаро- и взрывобезопасность объектов строительства также связана с правильной организацией движения транспорта по территории строительной площадки: обязательная кольцевая схема движения, наличие нескольких въездов на площадку, соблюдение минимальных габаритов приближения дорог к временным и постоянным сооружениям.

Складирование материалов в стесненных условиях повышает риск производственного травматизма. При скученности материалов это затрудняет соблюдение правил пожаро- и взрывобезопасности. Наилучшим решением является разработка такого графика поставки материалов, при котором материалы сразу используются в строительном процессе.

Реальные размеры строительных площадок не позволяют в полной мере выполнить эти требования. Это обстоятельство делает строительство объектов источником повышенной опасности для жителей города. Кроме того, строительные площадки были и остаются источниками повышенных уровней шума, превышающих соответствующие санитарно

гигиенические нормы. Границы опасных зон, связанных с повышенными уровнем шума, вибрацией, загрязнением воздуха рабочей зоны выбросами вредных веществ (аэрозолей, дыма, пыли) простираются на такие расстояния от их источников, за пределами которых происходит снижение интенсивности этих вредных факторов до уровня гигиенической нормы. Выполнение некоторых видов строительных работ в трехсменном режиме вообще делает невозможным выполнение этих норм.

Обычное явление для любой стройки - загрязнение прилегающих к стройке территорий из-за грязи, налипающей на колеса транспортных машин. Это является следствием несоблюдения требований при прокладке внутриплощадочных дорог, а также из-за небрежности при проведении земляных работ. Решить эту проблему можно достаточно радикально – для этого следует обязать водителей очищать колеса при выезде за пределы строительной площадки.

Особую опасность представляют объекты незавершенного строительства. Такие объекты характеризует наличие открытых котлованов и траншей, различных строительных конструкций и сооружений находящихся в аварийном состоянии. Как правило, такие объекты находятся на неохраняемой и соответственно не огражденной территории. Проникновение и бесконтрольное нахождение на этих объектах людей и в особенности детей может привести к их травмированию и даже гибели.

Отдельного рассмотрения заслуживают вопросы, связанные с качеством разработки проектной документации на строительство. Основными недостатками ее являются: отсутствие обоснованных решений по выполнению работ вблизи существующих зданий и сооружений; применение технологии производства работ, вызывающей негативное воздействие на состояние строительных конструкций: разрушение конструкций, осадка зданий и сооружений, разрушение различных коммуникаций. Особенно важно выполнять такую оценку при реконструкции жилых и общественных зданий, где уровень ответственности за принятие решений гораздо выше и требует очень высокой квалификации специалистов.

Соблюдение требований ОВОС при строительстве сопряжено тем самым со значительными сложностями, а реальные условия выполнения строительного-монтажных работ входят в противоречие с требованиями действующих норм на проектирование.

Опасность возникновения аварийных ситуаций при производстве строительного-монтажных работ. Согласно статистики наибольшее число аварий происходит при строительстве. В условиях мегаполиса от аварии может пострадать не только строящийся объект, но и близко расположенные здания. Для предотвращения этого необходимо особенно тщательно разрабатывать проект производства работ и контролировать его качество, осуществлять строгий надзор за выполнением работ.

УДК 624.014.059

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ РЕСУРСА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Филатов Ю.В.

(ЗАО «Донецксталь-металлургический завод», Украина)

Рассмотрены требования обеспечения технологической безопасности при разработке системы мер, направленных на предупреждение аварийных ситуаций и снижение уровня допустимого риска при эксплуатации конструкций зданий и сооружений. Выполнен анализ работ по оценке технического состояния и паспортизации зданий и сооружений, в соответствии с порядком, определенным Постановлением Кабинета Министров Украины №409 от 5.05.1997р. „Про забезпечення надійної і безпечної експлуатації будівель та інженерних мереж”.

1. Стратегия обеспечения безопасности.

Основные направления предотвращения аварийных ситуаций определены решениями Научно-координационного и экспертного Совета по вопросам ресурса и безопасной эксплуатации конструкций, сооружений и машин при Президиуме Национальной академии наук Украины и распоряжением Кабинета Министров Украины от 11.06.2003 г. № 351-р “Про схвалення Концепції Державної програми забезпечення технологічної безпеки в основних галузях економіки”. Дополнительные меры по выполнению указанных работ для строительных объектов установлены распоряжением КМУ № 100-р от 1 марта 2004 г. “Про заходи щодо посилення контролю за проектуванням, новим будівництвом, реконструкцією, капітальним ремонтом та експлуатацією будинків і споруд”, Постановлением КМУ от 8 октября 2004 г. N 1331 “Про затвердження Державної науково-технічної програми "Ресурс".

В течение 90-х годов, из-за тяжелого финансового состояния большинства субъектов хозяйственной деятельности, значительного удорожания строительства, высокой стоимости и трудоемкости работ, введения в эксплуатацию новых объектов, замены и обновления основных фондов практически не производилось. Вследствие этого особую актуальность получает вопрос продления эксплуатационных сроков путем определения остаточного ресурса на основе управления технологической безопасностью производственных объектов. Переход от отраслевого к сетевому управлению ставит задачу изменения структуры технического регулирования в вопросах безопасности эксплуатации производственных объектов.

Обеспечение надежности и безопасности конструкций зданий и сооружений включает реализацию комплекса организационно-технических мероприятий, включающих надзор за соблюдением требований нормальной эксплуатации, диагностику и паспортизацию конструкций зданий и сооружений, мероприятия по техническому обслуживанию, ремонтам, усилению и реконструкции. В отличие от требований инструктивных документов, регламентирующих надзор и контроль эксплуатационного состояния, развитие принципов менеджмента при техническом регулировании безопасности на основе стандарта ISO-9004:2000, обеспечивает получение преимуществ, связанных с уменьшением затрат и снижением технических рисков. При этом, основой для безаварийной эксплуатации конструкций и технологического оборудования является ответственность руководства, профессионализм технического персонала и обеспеченность материальными ресурсами. Системное исследование проблемы технологической безопасности предполагает переход от расчетных показателей пассивной надежности к разработке программ управления рисками для предупреждения или нейтрализации последствий отказов. Таким образом, можно констатировать, что обеспечение надежности и безопасности объектов возможно только на принципах всеобщего управления качеством (TQM).

2. Мониторинг технического состояния конструкций.

Современное металлургическое производство располагает основными фондами, в состав которых входят здания, сооружения, объекты транспортной инфраструктуры и инженерные сети. Физический износ, связанный с механическими и коррозионными повреждениями несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений, связан с возрастной структурой объектов, большинство из которых введены в эксплуатацию более чем 30 лет назад.

Отсутствие системы управления технологической безопасностью, является препятствием для реализации производственных программ предприятия, что связано с возможным ущербом при технологических остановках и аварийных ситуациях. Недостаточный контроль качества выполнения работ подрядными организациями, отсутствие сравнительной эффективности ремонтно-восстановительных работ, гарантий долговечности строительных объектов являются причинами увеличения затрат при техническом обслуживании, усилении и реконструкции строительных объектов. Программа работ по управления технологической безопасностью рассмотрена и утверждена на заседании ремонтно-механической секции технического совета и координационном совещании предприятий ЗАО «Донецксталь-металлургический завод». Основные меры по обеспечению эффективности технического регулирования безопасности производственных объектов предприятия включают:

- разработку стандарта предприятия (СТП), определяющего порядок эксплуатации и технического обслуживания строительных конструкций зданий и сооружений;
- создание информационной базы данных по паспортизации и мониторингу производственных объектов для внедрения системы ремонтного обслуживания конструкций по фактическому состоянию;
- научно-техническое сопровождение проблем ресурса конструкций зданий и сооружений и экспертизу проектных материалов по реконструкции с привлечение ведущих специализированных организаций;
- повышения квалификации специалистов по направлению квалификации специалистов по направлению «Безопасность и надежность эксплуатации конструкций, технологического оборудования, зданий и сооружений».

3. Оценка конструктивных рисков

С точки зрения безопасности эксплуатации при оценке комплексного понятия надежность наибольшую значимость приобретают показатели безотказности и долговечности, рассматриваемые с использованием частных коэффициентов методики предельных состояний. Вопросы, связанные с выявлением резервов несущей способности и остаточного ресурса конструкции не могут быть рассмотрены без анализа нормативных требований и проектных решений, технологических особенностей изготовления, монтажа и эксплуатации конструкций. Решение задачи оценки остаточного ресурса главным образом определяется показателями ремонтнопригодности, характеризующими приспособленность конструкций к предупреждению, обнаружению и устранению дефектов и повреждений путем проведения технического обслуживания и ремонтов. Анализ обеспеченности технического обслуживания и ремонта на предприятиях создает условия для разработки программ обеспечения надежности (ПОН), включающими формирование и привлечение требуемых ресурсов при обслуживании строительных объектов по фактическому состоянию.

Степень конструктивных рисков определяется на основании существующих расчетных методов оценки резервов несущей способности и остаточного ресурса по результатам диагностики технического состояния в зависимости от вероятности наступления аварийных событий и стоимости ущерба, вызываемого наступлением аварии.

Конструктивный риск определяется совокупностью критических дефектов и повреждений, накопленных на всех стадиях жизненного цикла строительных конструкций и используется в качестве комплексного показателя обеспечения надежности в процессе эксплуатации.

Оценка конструктивных рисков включает в себя:

- определение факторов риска (этапы и работы, при которых риск возникает);
- установление потенциальных областей риска;
- идентификацию всех возможных рисков и ранжирование их по степени опасности;
- определение количественной меры риска, определяемой уровнем потерь, измеряемых в денежном выражении.

Экономическая эффективность мероприятий в процессе эксплуатации при обосновании программы обеспечения надежности (ПОНэ) определяется путем сопоставления допустимых и фактических затрат на проведение ремонтно-восстановительных работ. Такой подход при продлении остаточного ресурса конструкций зданий и сооружений позволяет учесть все основные факторы, включающие конструктивные, технологические и эксплуатационные ограничения. Условием эффективности продления остаточного ресурса является соблюдение следующего неравенства:

$$Z_{kj} \leq Z_{dkj} \quad (1)$$

где Z_{kj} – сметная стоимость очередного j -того капитального ремонта (реконструкции), выполненных по ПОНэ, грн;

Z_{dkj} – допустимые затраты на проведение очередного j -того капитального ремонта при продлении остаточного ресурса $T_{гг}$, грн.

На практике вопрос об эффективности и целесообразности реализации ПОНэ тремя основными путями: в результате уменьшения затрат на усиление, а также путем введения конструктивных, технологических и эксплуатационных ограничений, либо заменой в результате физического и морального износа.

Решение вопроса о целесообразности продления остаточного ресурса или замены изношенных конструкций сводится к определению сравнительной экономической эффективности эксплуатации конструкций до выполнения ремонтно-восстановительных работ по отношению к конструкциям после капитального ремонта (реконструкции):

$$\frac{S_n - S_l}{C_c - C_n} \leq T_{гг} \quad (2)$$

где S_l – ликвидационная стоимость конструкции, грн; S_n – остаточная стоимость конструкции с учетом затрат на капитальный ремонт, грн; C_c – эксплуатационные затраты до капитального ремонта, грн/год; C_n – эксплуатационные затраты после продления остаточного ресурса, грн/год.

УДК 624.014

ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЕ НАДЗОРА И КОНТРОЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦИЙ

Крикунов Б.П.*, Гибаленко А.Н.**

(*ЗАО «Донецксталь» - металлургический завод), **ДонЦТБ

УкрНИИПроектстальконструкция им. В.Н.Шимановского, Макеевка, Украина)

Приведены основные организационные мероприятия по обеспечению безопасности эксплуатации строительных конструкций, эксплуатируемых в условиях действующего предприятия металлургического производства.

Все здания (сооружения), независимо от их назначения, форм собственности, возраста, капитальности, технических особенностей, подлежат периодическим обследованиям с целью оценки их технического состояния и паспортизации, а также принятия обоснованных мер по обеспечению надежности и безопасности при дальнейшей эксплуатации (консервации).

Своевременная оценка технического состояния в процессе обследования и паспортизации зданий и сооружений является основной организационной формой предупреждения аварий и разрушений строительных конструкций объектов различного назначения является. Целью обследования и паспортизация зданий (сооружений) является выявление и документирование в установленный срок состояния, а также определение пригодности (или непригодности) объекта к дальнейшей эксплуатации.

Целью обследования зданий (сооружений) является оценка технического состояния объекта по комплексу показателей, включающих:

- техногенные изменения окружающей среды;
- инженерно-геологические условия площадки;
- химический состав грунтовых вод;
- конструкции и сооружения, которые защищают здания (сооружения) от опасных геологических процессов;
- элементы благоустройства;
- основания и фундаменты;
- подводы и выпуски инженерных сетей;
- подземные несущие, ограждающие и гидроизоляционные конструкции;
- состояние воздушной среды и состава коррозионных воздействий внутри здания (сооружения) и снаружи его (температура, влажность, воздухообмен, химический состав воздуха);

- надземные несущие и ограждающие конструкции;
- покрытия и кровли;
- противокоррозионную защиту конструкций, полов, внешней и внутренней отделки;
- теплотехнические, сантехнические и вентиляционные системы и оборудование;
- изоляционные покрытия;
- другие элементы зданий (сооружений) и их систем, проектирование и устройство которых регламентируется СНиП.

Работы по обследованию зданий (сооружений) выполняются с соблюдением правил охраны труда и техники безопасности, изложенных в СНиП III-4-80*, а также правил, действующих на предприятии.

Последовательность этапов экспертно-технического диагностирования конструкций при реализации требований обеспечения надежной и безопасной эксплуатации зданий, сооружений и инженерных сетей представлена на рис.1.

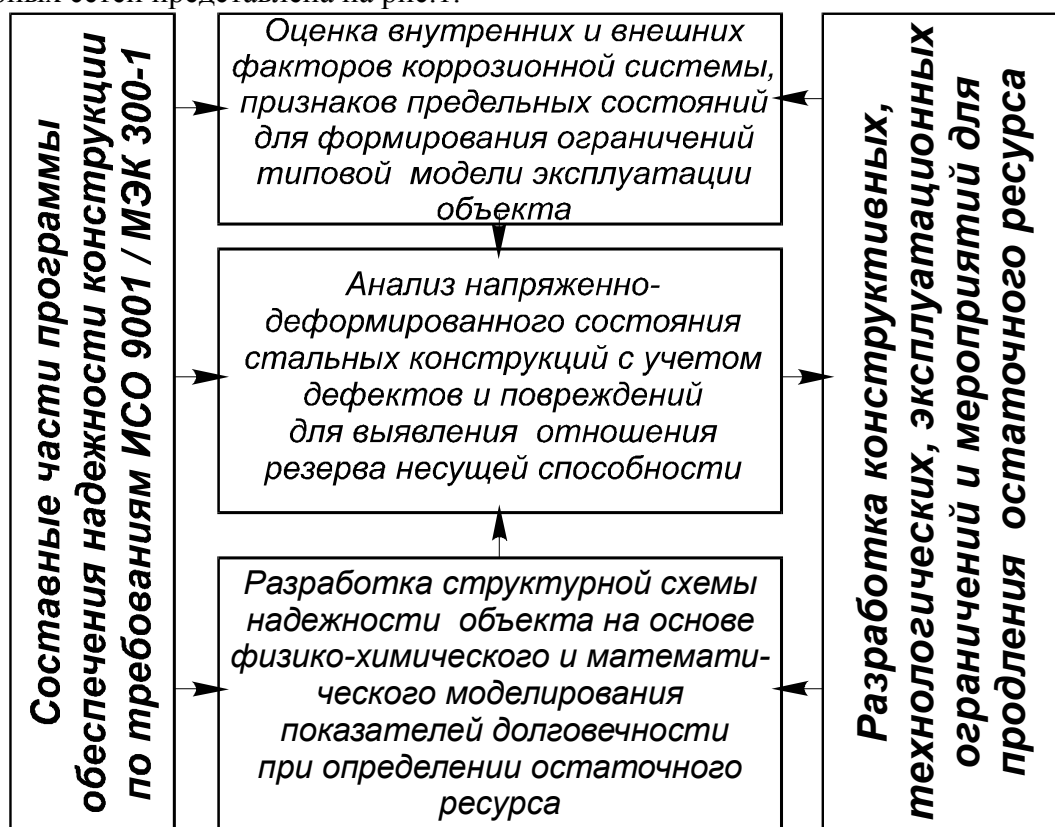


Рис. 1. Схема этапов диагностирования состояния конструкций в коррозионных средах при продлении остаточного ресурса

Служба наблюдения входит в структуру предприятия, учреждения, организации, как одна из основных производственно-технических служб и обеспечивает нормальную эксплуатацию зданий, сооружений и средств технологического оснащения:

- надзор за состоянием строительных конструкций производственных зданий и сооружений, конструкциями каналов и тоннелей межцехового и общезаводского назначения, недопущение перегрузок, своевременная очистка строительных конструкций и кровель от технологической пыли, снега, льда; поддержание исправного состояния водостоков кровель, гидроизоляции подземных сооружений, дымовых труб и осветительных мачт;
- надзор за техническим состоянием и безопасной эксплуатацией грузоподъемных машин, кранов, подъемников (автовышек), съёмных грузозахватных органов и приспособлений, тары, люлек для подъема людей, подкрановых путей путем
- проведения технических освидетельствований и периодических обследований;

- надзор за соблюдением требований при эксплуатации паровых и водогрейных котлов, сосудов, работающих под давлением, а также трубопроводов пара и горячей воды.

Согласно и в соответствии с ГОСТ 27751-88 в зависимости от способности конструкций выполнять служебные функции, предусмотренные нормативной и проектной документацией техническое состояние конструкций может быть классифицировано:

- исправное – при выполнении всех требований, норм и государственных стандартов;
- работоспособное – при частичном отступлении от требований проекта и действующих норм, но без нарушения требований предельных состояний первой группы, а также при нарушении требований второй группы, не ограничивающих нормальное функционирование производства;
- ограниченно работоспособное – состояние, при котором обеспечение технологического процесса осуществляется при контроле над состоянием конструкций; ограничение продолжительности эксплуатации и ограничение параметров технологического процесса;
- аварийное – при имеющихся нарушениях требований первой группы предельных состояний.

Основными причинами возникновения дефектов и повреждений определяются:

- ошибки проектирования, связанные с определением нагрузок, расчетных схем и внутренних усилий, неправильным подбором сечений и сопряжений элементов и узлов;
- отличие фактического напряженного состояния от расчетного, а также недостаточная изученность действительной работы конструкций и характера воздействий;
- пониженные прочностные характеристики основного и наплавленного металла, наличие дефектов, приводящих к концентрации напряжений и способствующих усталостному разрушению;
- произвольное изменение сечений элементов, размеров сварных швов, количества заклепок и болтов при изготовлении и монтаже по сравнению с проектным;
- повреждения от температурных воздействий и недопустимая перегрузка конструкций при эксплуатации;
- нарушения в процессе монтажа и эксплуатации взаимного расположения конструкций (смещение прогонов, эксцентриситет и перепады в стыках подкрановых рельсов и т.п.), которые приводят к появлению значительных дополнительных, не учитываемых расчетом, нагрузок и динамических воздействий;
- нарушения правил технической эксплуатации: удары от транспортируемых грузов; использование конструкций для подвески блоков и опирания домкратов, для подъема и перемещения грузов при ремонтах без соответствующего расчета и необходимого усиления; вырезка отверстий в элементах конструкций для пропуска коммуникаций, удаление связевых элементов и т.д.

Список литературы:

1. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд / Затвердж. спільним наказом Держбуду та Держнаглядохоронпраці від 27.11.97 р. №32/288 і введені в дію з 1 грудня 1997 р.- Київ, 1997.- 145 с.

УДК 624.01.046

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ І ОБ'ЄКТОВОМУ РІВНІ

Похмурський В.І., Корольов В.П.

(Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, ДонЦТБ ВАТ
“УкрНДПроектстальконструкція ім. В.М. Шимановського”, Макеевка, Україна)

Концепцією державної Програми забезпечення технологічної безпеки передбачена розробка регіональної складової Програми по узгодженню з місцевими органами виконавчої

влади, на які покладається здійснення заходів щодо реалізації державної політики із забезпечення надійності і безпечної експлуатації споруд, конструкцій, обладнання та інженерних мереж. Наведено стан робіт з формування регіональної складової Державної науково-технічної програми "Ресурс".

1. ПРОБЛЕМА РЕСУРСУ ТА ЗАХОДИ ЩОДО ЗАПОБІГАННЯ КОРОЗІЙНИХ ВТРАТ КОНСТРУКЦІЙ

Питання протикорозійного захисту будівельних матеріалів, виробів і конструкцій перебувають у сфері, підконтрольній нормативному регулюванню. Корозійне руйнування є одним з основних пошкоджень будівельних конструкцій, для усунення якого конче потрібні додаткові витрати матеріальних ресурсів. Зараз близько 50% металофонду будинків і споруд різних галузей промисловості і сільського господарства працює в умовах середньо- і сильноагресивних впливів. Вартість робіт з протикорозійного захисту у хімічній, нафтохімічній, металургійній промисловості досягає 10-15 % загальної вартості будівельних конструкцій. За даними експертних оцінок в Україні втрати від корозії складають 10-15% усього виробленого чорного металу. Тому кожні 3 роки необхідно перефарбовувати 75% металоконструкцій і 10-20% замінювати через корозійний знос. Причинами низької якості протикорозійного захисту є недотримання вимог підготовки поверхні під фарбування, порушення технології нанесення захисних матеріалів, застосування лакофарбових матеріалів низької якості.

Існуючі на багатьох підприємствах технології протикорозійного захисту і якість зовнішнього декоративного оздоблення не дозволяє збільшити експортний потенціал індустрії будівельних матеріалів, виробів і конструкцій через низьку конкурентноздатність порівняно з кращими світовими аналогами. Основними причинами низької ефективності протикорозійного захисту є незадовільна забезпеченість технологічним устаткуванням для механізації та автоматизації процесів підготовки поверхні під фарбування, нанесення захисних покриттів, сушіння, а також поопераційного контролю якості матеріалів і захисних покриттів. У середньому, по будівельній галузі, використовувані засоби технологічного оснащення операцій малярського виробництва складають 16-25% від існуючої потреби.

Для розв'язання проблем стандартизації з питань захисту від корозії будівельних матеріалів, виробів і конструкцій потрібно визначити склад та структуру нормативних вимог щодо забезпечення безпеки або встановлених показників якості відповідно до вимог ДСТУ ISO серії 9000. Усвідомлюючи усю важливість, яка надається вдосконаленню нормативно-методичної бази з захисту від корозії будівель, споруд та інженерних мереж, необхідно мати на увазі, що на більшості будівельних виробництв та промислових підприємств України ліквідовані протикорозійні служби, припинила функціонування державна статистична звітність про втрати від корозії у промисловості, сільському та комунальному господарствах. Для порівняння у Польщі дослідження з метою вдосконалення нормативних вимог державних та галузевих стандартів, розробки технологій протикорозійного захисту виконуються у 23 наукових підрозділах та лабораторіях провідних установ, впровадження новітніх технологій здійснюється більш ніж на 95 підприємствах з проектування, виготовлення та монтажу будівельних об'єктів різного призначення.

Вимоги, що визначають показники якості і довговічності будівельних матеріалів, виробів і конструкцій у корозійних середовищах, на основі стандартів Єдиної системи захисту від корозії, старіння і біопшкоджень (ЄСЗКС) потребують перегляду при формуванні національних нормативів з урахуванням досвіду функціонування системи європейських (EN, EN ISO) і міжнародних (ISO) стандартів. Загальна кількість нормативних актів щодо вимог корозійної стійкості та протикорозійних покриттів на теперішній час складає 65 стандартів EN, EN ISO і 215 стандартів ISO. Відсутність дій у цьому напрямку означає втрату ринків збуту для виробників будівельної індустрії країни протягом наступних 5-10 років.

Ситуація, що склалася, вимагає концентрації та більш ефективного використання наявного науково-виробничого потенціалу в будівельній галузі та залучення додаткових матеріальних ресурсів для розв'язання цієї важливої проблеми.

За результатами розгляду стану і перспектив досліджень в галузі корозії та протикорозійного захисту на Президії НАН України (Постанова № 210 від 13.09.2002 р.) затверджено перелік пріоритетних напрямів серед яких визначено необхідність розробки та вдосконалення державних та галузевих стандартів враховуючи наявний досвід досліджень у галузі будівельної індустрії, цивільному та промислового будівництві в Україні. Системність у підході до розроблення нових державних будівельних норм з урахуванням світових тенденцій розвитку сучасної нормативно-методичної бази з захисту від корозії повинно забезпечити якість будівельних матеріалів, виробів і конструкцій, скорочення корозійних втрат, використання ефективних протикорозійних матеріалів, можливість запобігання аварій на підставі методів технічної діагностики та корозійного моніторингу.

2. НЕОБХІДНІСТЬ НАУКОВОГО СУПРОВОДУ ТЕХНІЧНОГО НАГЛЯДУ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ

Регіональною Концепцією забезпечення надійності і безпечної експлуатації споруд, конструкцій, обладнання та інженерних мереж охоплені такі напрями щодо вдосконалення існуючої галузевої системи:

- удосконалення системи регулювання та контролю господарської діяльності у зазначеній сфері;
- проведення паспортизації небезпечних об'єктів, споруд, конструкцій, обладнання та інженерних мереж, ведення регіональної частини державного реєстру об'єктів промислового, цивільного, комунального, соціального призначення, забезпечення надійності та безпечності експлуатації яких зумовлене інтересами держави, тощо;
- проведення моніторингу технічного стану зазначених об'єктів;
- розроблення технічних та організаційних заходів щодо зниження рівня небезпеки діючих об'єктів, проведення планових запобіжних заходів, поліпшення умов експлуатації з метою стримування процесів старіння та пом'якшення їх впливу на ресурс використання цих об'єктів;
- прогнозування та визначення залишкового ресурсу зазначених об'єктів для проведення модернізації, реконструкції та продовження терміну експлуатації або прийняття рішення про виведення їх з експлуатації чи оновлення;
- розроблення регіональної складової системи підготовки та перепідготовки фахівців з питань експлуатації, оцінки та продовження ресурсу зазначених об'єктів;
- аналіз нормативно-правової бази у сфері забезпечення надійності і безпечної експлуатації споруд, конструкцій, обладнання та інженерних мереж, стану виконання державних галузевих програм у частині врахування особливостей даного регіону, розроблення відповідних пропозицій щодо їх удосконалення;
- розширення міжнародного співробітництва та використання світового досвіду на регіональному рівні у зазначеній сфері тощо.

Необхідність додаткових заходів, пов'язаних з науковим супроводом безпечної експлуатації технологічного обладнання і конструкцій в корозійних середовищах пояснюється складністю взаємодії внутрішніх та зовнішніх факторів, що викликають корозійне руйнування і виникнення аварійних ситуацій. Виявлення і аналіз причин, пов'язаних з обставинами корозійного руйнування конструкцій, дозволяє удосконалювати нормативні документи з їхнього запобігання.

Європейські норми проектування (EN ISO 12944) визначають нормативні вимоги до проектування сталевих конструкцій, які враховують конструктивні, технологічні та експлуатаційні фактори. Тому, виконання розрахункової оцінки показників гарантованої довговічності на основі метода граничних станів є важливою комплексною проблемою, рішення якої пов'язане з розробкою нових підходів до оцінки ефективності засобів і методів первинного і вторинного захисту.

ВИСНОВКИ

1. Вважати за необхідне впровадження принципів технічної політики в галузі забезпечення надійності та довговічності металофонду, і визначення структури нормативних документів щодо протикорозійного захисту та продовження залишкового ресурсу конструкцій

та технологічного обладнання, будівель та споруд в агресивних середовищах. При розробці регіональної складової національної програми «Ресурс» більше уваги слід приділяти створенню та вдосконаленню системи інформаційного забезпечення моніторингу корозійного стану і діагностики залишкового ресурсу промислових і цивільних об'єктів.

2. Стан основних фондів будівель та споруд тривалої експлуатації потребує наукового супроводження питань оцінки експлуатаційних властивостей конструкцій з урахуванням протікання деградаційних процесів. Аналіз причин аварійного руйнування об'єктів підтверджує складний комплексний характер відказів конструктивних елементів. Разом з цим, удосконалення методів діагностики і розрахункового визначення ресурсу дозволяє запобігати аварійним ситуаціям.

3. Важливою умовою оцінки залишкового ресурсу є визначення нормативних та розрахункових значень агресивних впливів в розрахунках на корозійну стійкість та довговічність.

Таким чином, має бути утворена об'єктивна основа щодо урахування корозійних втрат при моніторингу технічного стану конструкцій у агресивних середовищах на основі підходів методики граничних станів.

4. Розроблений методичний підхід забезпечує можливість порівняльної оцінки ефективності протикорозійних заходів первинного і вторинного захисту з урахуванням терміну служби захисних покриттів і призначеного терміну служби конструкцій для середовищ з різним складом і ступенем інтенсивності впливів.

УДК 624.97

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ВЫСОТНЫХ СООРУЖЕНИЙ В ГОРОДСКОЙ ЧЕРТЕ

Губанов В.В., Голиков А.В.
(ДонНАСА, Макеевка, Украина)

В статье представлен анализ условий эксплуатации высотных сооружений, находящихся в черте города. Рассмотрены причины возникновения аварийных ситуаций и даны рекомендации по мероприятиям, которые позволят повысить долговечность и безаварийность эксплуатации рассматриваемых конструкций.

Высотными называются сооружения, высота которых значительно превышает их размеры в плане. К высотным относятся различные по назначению и служащие для различных



Рисунок 1. Неэксплуатируемая водонапорная башня

технологических процессов сооружения. В черте города находятся и непосредственно влияют на безопасность жизнедеятельности граждан такие высотные сооружения, как старые водонапорные башни (рис. 1), дымовые трубы котельных установок (рис. 2) и антенно-мачтовые сооружения.

В данной статье рассматриваются вопросы обеспечения безопасности высотных сооружений в черте города, прилегающих зданий и сооружений.

Актуальность рассмотрения данной темы обусловлена:

– значительным сроком

эксплуатации высотных сооружений;

- отсутствием нормативных документов, регламентирующих сроки и порядок надзора, в частности, за трубами котельных установок;
- большим числом «брошенных» труб, действительное техническое состояние которых не известно;
- отсутствием специализированных бригад профессионалов, занимающихся обслуживанием и ремонтом высотных сооружений;
- подвешиванием дополнительного оборудования на дымовые трубы, радиотрансляционных антенн и пр.

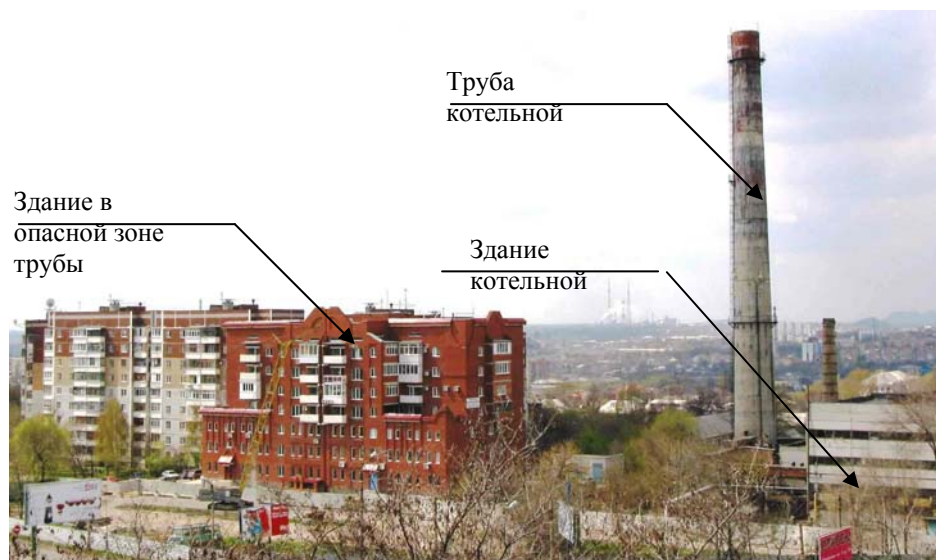


Рис. 2. Высокая железобетонная дымовая трубы котельной.

Анализ уже имеющихся и возможных аварий показывает:

1. Наиболее часто аварийные ситуации возникают из-за износа ствола трубы и снижения несущей способности материалов ствола. Увеличению скорости износа способствует невыполнение мероприятий по предупредительному ремонту.

2. Значительному ускорению износа способствовало переход в последнее время значительной части котельных с угля на природный газ. Дымовые газы, образующиеся при сгорании природного газа, имеют более низкую температуры и содержат пары воды и окислы серы. В результате конденсации образуется серная кислота, которая может в течении 2...3 лет при соответствующих условиях привести трубу в полную негодность.

3. Опасным фактором являются также неравномерные осадки фундаментов, приводящие к опасному наклону труб. Для Донецкого региона характерно наличие подработок и повышение уровня грунтовых вод. Эти факторы способствуют нарастанию неравномерных осадок.

4. Металлические дымовые трубы требуют постоянного подтягивания оттяжек, поскольку могут находиться в вертикальном положении только при их наличии. Обычно такие трубы устанавливались на малых котельных в центре микрорайонов вблизи жилых зданий. В настоящее время большинство таких котельных заброшено. Трубы их необходимо демонтировать, как источник опасности для прилегающей территории.

5. Основной нагрузкой, на которые рассчитаны трубы, является ветровая. Ее особенностью является то, что максимальные расчетные скорости ветра могут появляться один раз в 20...50 лет. Поэтому аварийная конструкция может существовать достаточно долгое время как «мина» замедленного действия и неожиданно разрушиться при сильном ветре.

6. Одним из наиболее опасных процессов, связанных с жизненным циклом труб, является разборка труб. В условиях городской застройки даже небольшое отклонение направления завалки трубы может привести (и уже приводило) к катастрофическим последствиям.

Срок эксплуатации большого числа существующих высотных сооружений составляет 25 лет и более. При этом нормами установлены следующие сроки эксплуатации до капремонта:

- металлические трубы – 25 лет;
- кирпичные и железобетонные трубы – 50 лет;
- антенные сооружения – 50 лет.

В настоящее время значительная часть находящихся ранее в эксплуатации сооружений находятся в бесконтрольном состоянии, что обуславливает наступление неработоспособного состояния и повышает риск обрушения.

Имеющаяся литература [1] по эксплуатации дымовых труб морально устарела и не может в полной мере использоваться в настоящее время. Как правило, обследование и контроль за состоянием сооружения начинается в случае возникновения аварийных и предаварийных ситуаций.

Настораживает деятельность мелких фирм и организаций, занимающихся ремонтом. Специалистами ДонНАСА при обследовании было установлено, что зачастую ремонт носит исключительно косметический характер и не устраняет реальной опасности. Это обусловлено тем, что при выполнении ремонтных работ не учитываются действительные особенности работы высотных сооружения, причины и характер повреждений и возникающих дефектов в конструкции.

В связи с дороговизной проектных работ и работ по монтажу новых радиотрансляционных опор мобильной связи, технические службы некоторых компаний мобильной связи подвешивают свое оборудование к верхней части ствола дымовых труб, что недопустимо без профессионально расчета конструкций, проверки их несущей способности при увеличении нагрузки и специального экспертного заключения о возможности эксплуатации сооружения с дополнительной нагрузкой. К сожалению, зачастую вышеприведенные обязательные мероприятия не производятся, а значит, действительная работа эксплуатируемого сооружения не известна. Последствия могут быть различны, вплоть до аварии.

Повреждение и разрушение высотных сооружений происходит вследствие двух групп причин [3]:

- в результате стихийного бедствия или аварии;
- при сильных ветрах, превышающих указанные в нормах проектирования;
- в результате неблагоприятного продолжительного воздействия окружающей и технологической среды.

Возможные последствия аварии:

- полное или частичное разрушение расположенных непосредственно возле сооружения зданий, отстоящих от него на расстоянии примерно $L = 1,1 \cdot H_{тр}$;
- при падении трубы или ее части на здание котельной – вывод из строя рабочего оборудования, что грозит чрезвычайными последствиями (особенно в зимний период), которые отразятся на обслуживаемом котельной микрорайоне.

Дать оценку риску разрушения высотного сооружения можно только при детальном его обследовании и выполнении комплекса проектно-изыскательных работ. Результатам вышеперечисленных работ является заключение о возможности дальнейшей эксплуатации сооружения. Мероприятия по оценке должны выполняться специализированными организациями с четко установленной периодичностью.

В связи с актуальностью сложившейся ситуации необходимо принятие следующего комплекса мероприятий, которые позволят повысить долговечность существующих высотных сооружений и предупредить возникновение аварий:

- совершенствование действующих и разработка новых нормативных документов по проектированию, эксплуатации, содержанию и ремонту высотных сооружений, находящихся в городской черте;
- создание специализированных служб и организаций по техническому обслуживанию таких сооружений (надзор, периодический ремонт);

– немедленное обследование всех высотных сооружений в черте города и составление реестра высотных объектов.

Список литературы:

1. Инструкция по эксплуатации и содержанию дымовых труб на предприятиях черной металлургии./ВНИИЧЕРМЕТ, Харьков. – 1972.
2. Корсун В.И., Губанов В.В. О состоянии промышленных дымовых и вентиляционных труб в Украине и мерах по обеспечению их эксплуатационной надежности. – Макеевка: Вестник ДонГАСА, выпуск 2003–2 (39), т. 2. – стр. 19–3. Корсун В.И. «Предупреждение возникновения аварийных ситуаций на промышленных дымовых и вентиляционных трубах». Статья в «Міжвідомчий науково-технічний збірник». '99 Випуск 51.

УДК 666.973.6

ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОПОЛИМЕРНЫХ ВОЛОКОННО-АРМИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ «ТЕХНОПЛАСТ» ПРИ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТАХ И ЗАЩИТЕ ОТ КОРРОЗИИ ЛИСТОВЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

Задорожный В.А., Войтова Ж.Н.

(ООО «ТехноПласт Инжиниринг», Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Николаев, Макеевка, Украина)

В статье рассмотрена новая технология проведения ремонтно-восстановительных работ и защиты от коррозии с применением фотополимерного полиэстерового волоконно-армированного материала «ТехноПласт Рулон».

Процедура проведения ремонтно-восстановительных работ листовых металлических конструкций, во многих случаях, предполагает повышенные требования к безопасности проведения работ. Сложность таких работ зачастую связана с условиями эксплуатации и напряженно-деформированного состояния конструкции, разнородность факторов влияющих на надежность и долговечность, интенсивность эксплуатации, что в свою очередь приводит к невозможности применения традиционных способов защиты и усиления листовых металлоконструкций. Особый интерес представляет использование для проведения таких работ полиэстеровых рулонных материалов «ТехноПласт» [1]: волоконно-армированные полиэстеровые и эпоксидные пластики применяются в различных отраслях, как защитные и восстановительные покрытия для черных и цветных металлов, бетона, дерева, пластмасс и т.д. Данный волоконно-армированный материал успешно используется для химической и противокоррозионной защиты трубопроводов, емкостей для хранения агрессивных сред и пищевых продуктов, водостоков и вентиляционных коммуникаций.

Целью данной работы является анализ применения технологии «ТехноПласт Рулон» при усилении, ремонте и восстановлении эксплуатационных свойств листовых металлоконструкций на примере проведения ремонтно-восстановительных работ листовых металлоконструкций трубопровода коксового газа ОАО ЯКХЗ.

Номенклатура материалов «ТехноПласт» включает широкий выбор полимерных покрытий из стекловолокна и специальных смол, соответствующий стандарту ISO 9001:2000 и Сертификационному номеру ISO 21354. Рулонный материал «ТехноПласт ХС»¹ основан на эпоксидно-новолачной винило-эстеровой смоле, армированной матрицей из стекла Е-типа, защищенной стеклом С-типа или полиэстеровой прокладкой. Продукт застывает под воздействием ультрафиолетового света с длиной волны в 365 - 420 нанометров. Принципиальным назначением данной системы является эксплуатация в высокоагрессивных средах. Физико-механические характеристики материала «ТехноПласт Рулон С» составляют: адгезия к стали – 10 Н/мм²; ударопрочность – 15 Дж; прочность на разрыв – 85 МПа; не горючий; переходное электрическое сопротивление – 4,8x10¹⁴ Ом/м² [2].

¹ Характеристики полиэстерового волоконно-армированного материала «ТехноПласт Рулон ХС» (стандартный тип материала), использованный при ремонтно-восстановительных работах данного объекта

Высокая долговечность полиэстерового волоконно-армированного материала «ТехноПласт Рулон ХС» определяется смолой, которая непосредственно формирует фотополимерное покрытие. По гарантиям производителя (компания «Fiba Tech Industries Ltd», Великобритания) основные физико-механические свойства обеспечивают химическую стойкость при воздействии более 600 химически активных соединений.

Особенностью эксплуатации тройника коксового газа ОАО ЯКХЗ является высокая агрессивность рабочей среды и продукта транспортируемого по данному газопроводу (табл. 1).

Таблица 1. Условия эксплуатации листовых конструкций тройника коксового газа ОАО ЯКХЗ

| п/п | Наименование показателя | параметры |
|-----|-----------------------------------|---|
| 1 | Состав газовой среды и конденсата | CO ₂ -2,4%; C _m H _n -2,2%; O ₂ -0,4%; CO-6%; H ₂ -60%; CH ₄ -25%; N ₂ -4% |
| 2 | Разрежение, мм.вод.ст | 800 |
| 3 | Температура среды, °С | T _{max} =60 ⁰ С |
| 4 | Наличие теплоизоляции | отсутствует |
| 5 | Особые условия эксплуатации | Среда токсичная, взрывоопасная |

Перед выполнением ремонтно-восстановительных работ было выполнено техническое освидетельствование данного объекта, целью которого являлось установление характерных разрушений: видов, объемов и интенсивности коррозионных поражений (рис.1). На основании данных обследования был назначен тип защитно-восстановительного покрытия и количество защитных слоев.



Рисунок 1. Листовые конструкции тройника коксового газа ОАО ЯКХЗ.



Рисунок 2. Тройник коксового газа ОАО ЯКХЗ после нанесения полиэстерового материала «ТехноПласт ХС»

Предлагаемая технология ремонтно-восстановительных работ тройника газопровода включала два этапа: проектный и технический. На этапе проекта были выполнены рабочие чертежи антикоррозионной защиты трубопроводов коксового газа, в соответствии с требованиями [3] и других стандартов системы проектной документации для строительства и норм проектирования антикоррозионной защиты. Технический этап включал: подготовку поверхности, наложение материала, полимеризация (застывание материала под воздействием ультрафиолетового излучения) и промазку швов пастой «ТехноПласт» (рис.2).

Для определения требуемого отношения резерва надежности (Γ) конструктивных элементов с учетом рассмотренных вариантов конструктивно-технологических решений была использована зависимость, учитывающая расчетные характеристики материала «ТехноПласт».

$$\Gamma = \frac{\gamma_{zn}}{\gamma_{zf} + \psi \frac{R_{y,T}}{R_{y,n}}}; \quad (1)$$

где: ψ – относительный коэффициент, устанавливающий отношение толщины однослойного покрытия к толщине назначенного слоя полиэфирового материала «ТехноПласт»; γ_{zf} – коэффициент надежности противокоррозионной защиты по данным контроля коррозионного состояния в период эксплуатации; $R_{y,T}$ – нормативная прочность металлопластикового профиля с полиэфировым покрытием, МПа; $R_{y,n}$ – нормативная прочность стали, МПа.

Расчетная оценка показателя (Γ) выполнена при обосновании конструктивных решений ремонтно-восстановительных работ ограждающих конструкций участка трубопровода коксового газа ОАО «Ясиновский КХЗ». При значениях $\gamma_{zf} = 0,5-0,8$ и двухслойном полиэфировом покрытии «ТехноПласт» отношение резерва надежности после усиления волоконно-армированным стеклопластиком составило $\Gamma = 1,1-1,3$.

Список литературы

1. Задорожный В.А., Войтова Ж.Н. Современные технологии защиты и усиления инженерных коммуникаций, эксплуатирующихся в сильноагрессивных условиях // сб. трудов VII международной научно-технической интернет конференции «Применение пластмасс в строительстве и городском хозяйстве», Харьков, 1-30 декабря 2005г., с.16-20.
2. Рекомендации по применению фотополимерных волоконно-армированных материалов «ТехноПласт» при ремонтно-восстановительных работах и защите от коррозии трубопроводов // Николаев-Макеевка. 2005г. 26с.
3. Коломийченко А.И., Задорожный В.А., Войтова Ж.Н. Ремонтно-восстановительные работы при продлении остаточного ресурса тройника действующего трубопровода коксового газа материалами «ТЕХНОПЛАСТ» // Материалы международной научно-практической конференции «Защита от коррозии и мониторинг остаточного ресурса промышленных зданий, сооружений и инженерных сетей», г. Донецк, 9-12 июня, 2003г с.271-277.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПАСПОРТИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Галактионов А.В., Черных И.Ю., Патий А.А.

(ДонЦТБ ОАО «УкрНИИПроектстальконструкция им.В.Н.Шимановского», Макеевка, Украина)

Рассмотрены вопросы паспортизации и обеспечения безаварийной эксплуатации зданий и сооружений, несущие и ограждающие конструкции которых выполнены с использованием легких металлоконструкций (ЛМК). Представлены материалы, регламентирующие требования при разработке программ обеспечения надежности гражданских объектов.

1. Состояние работ.

Важнейшей проблемой обеспечения надежности и долговечности легких металлических конструкций является разработка прогрессивных технологий долговременной защиты от коррозионного разрушения. Снижение металлоемкости конструктивных элементов при установленных критериях безотказной работы в коррозионных средах должно учитывать требования Директивы Совета Европейского сообщества 89/106/ЕЕС и включать анализ мероприятий по противокоррозионной защите на всех стадиях жизненного цикла конструкции.

Использование трубчатых профилей для ЛМК является важным направлением повышения долговечности конструктивной формы, обеспечивающим повышение коррозионной стойкости в среднем на 10-15%. Практика отечественного и зарубежного металлостроительства подтверждает высокую эффективность решетчатых пространственных конструкций из трубчатых стержневых элементов, предназначенных для покрытий

общественных и промышленных зданий различного назначения. Важное значение при этом отводится повышению технологичности мер первичной и вторичной защиты от коррозии, что способствует снижению затрат по поддержанию показателей качества и долговечности конструкции в процессе эксплуатации.

Европейские нормы проектирования (EN ISO 12944) определяют нормативные требования к проектированию стальных конструкций, которые учитывают конструктивные, технологические и эксплуатационные факторы. Поэтому, выполнение расчетной оценки показателей гарантированной долговечности на основе метода предельных состояний является важной комплексной проблемой.

2. Оценка состояния конструкций при паспортизации

Паспортизация объекта включает получение и анализ следующей информации об объекте, условиях его эксплуатации и других факторах, определяющих его надежность:

- назначение, области применения и функции объекта;
- критерии качества функционирования, отказов и предельных состояний, возможные последствия отказов (достижения объектом предельного состояния) объекта;
- наличие, виды и способы резервирования, используемые в объекте;
- типовая модель эксплуатации объекта, устанавливающая перечень возможных режимов эксплуатации и выполняемых при этом функций, правила и частоту чередования режимов, продолжительность пребывания объекта в каждом режиме и соответствующие наработки, номенклатуру и параметры нагрузок и внешних воздействий на объект в каждом режиме;
- планируемая система технического обслуживания (ТО) и ремонта объекта, характеризующаяся видами, периодичностью, организационными уровнями, способами выполнения, техническим оснащением и материально-техническим обеспечением работ по его ТО и ремонту.

Программу обеспечения надежности (ПОН) разрабатывают на основании технического заключения о состоянии конструктивных элементов и результатов паспортизации объекта.

ПОН должна устанавливать цели расчета на каждом этапе видов работ, применяемые при расчете нормативные документы и методики, сроки выполнения расчета и исполнителей, порядок оформления, представления и контроля результатов расчета.

Расчет надежности объекта на определенном этапе видов работ, соответствующем некоторой стадии его жизненного цикла, может иметь своими целями:

- обоснование количественных требований по надежности к объекту или его составным частям;
- проверка выполнимости установленных требований и/или оценка вероятности достижения требуемого уровня надежности объекта в установленные сроки и при выделенных ресурсах, обоснование необходимых корректировок установленных требований;
- сравнительный анализ надежности вариантов схемно-конструктивного построения объекта и обоснование выбора рационального варианта;
- определение достигнутого (ожидаемого) уровня надежности объекта и/или его составных частей, в том числе расчетное определение показателей надежности или параметров распределения характеристик надежности составных частей объекта в качестве исходных данных для расчета надежности объекта в целом; обоснование и проверка эффективности предлагаемых (реализованных) мер по доработкам конструкции, технологии изготовления, системы технического обслуживания и ремонта объекта, направленных на повышение его надежности;
- решение различных оптимизационных задач, в которых показатели надежности выступают в роли целевых функций, управляемых параметров или граничных условий, в том числе таких, как оптимизация структуры объекта, распределение требований по надежности между показателями отдельных составляющих надежности (например безотказности и ремонтпригодности), расчет комплектов ЗИП, оптимизация систем технического

обслуживания и ремонта, обоснование гарантийных сроков и назначенных сроков службы (ресурса) объекта и др.;

- проверка соответствия ожидаемого (достигнутого) уровня надежности объекта установленным требованиям (контроль надежности), если прямое экспериментальное подтверждение их уровня надежности невозможно технически или нецелесообразно экономически.

3. Результаты численных расчетов конструкций.

Анализ технического состояния несущих и ограждающих конструкций покрытий атриума, зимнего сада и патио ЗАО «Первый Украинский Международный банк» произведен по данным обследования, выполненного в 2004 г.. Несущие конструкции покрытий представляют собой двухслойные (атриум, зимний сад) и трехслойную (патио) структурные плиты регулярного строения с узловыми элементами типа “Меро”. Систематизация расчетных характеристик для выполнения проверочного расчета на коррозионную стойкость представлена в табл. 1.

Расчетная оценка напряженно-деформированного состояния конструктивных элементов покрытия, выполненная с использованием ПК SCAD, позволила определить показатели эксплуатационного состояния трубчатых конструкций (табл.2).

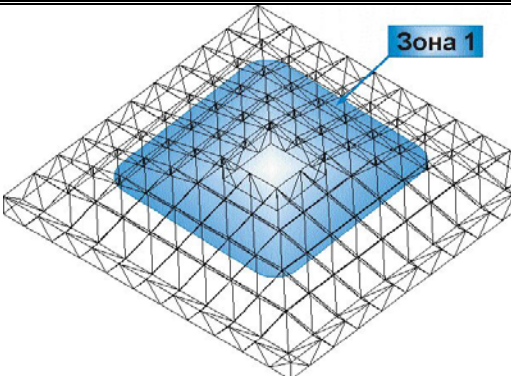
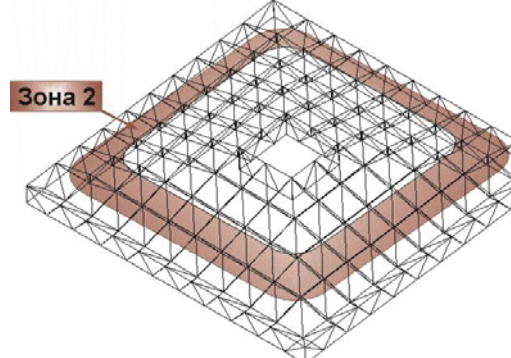
Сравнительный анализ эксплуатационного состояния при коррозионных воздействиях выполнен с учетом определения уровня повреждаемости ПСС:

$$R_p = \frac{N_p}{N_o} 100\% \quad (1)$$

где N_p – количество элементов с признаками предельных состояний, вызванных коррозионным разрушением;

N_o – общее количество элементов в структуре.

Таблица 1 – Характеристики однородных зон

| № зоны | Схема расположения | Описание | Расчетные характеристики |
|--------|---|---|--|
| Зона 1 |  | Центральная зона расположения конструктивных элементов (внутри помещения) | $\tau_{адс}=1750$ час $\tau_{фаз}=180$ час $K=0,04$ мм/год $A_3=0,6-0,9$ |
| Зона 2 |  | Краевая приопорная зона по периметру шириной до 1,5 м (внутри помещения) | $\tau_{адс}=2150$ час $\tau_{фаз}=230$ час $K=0,06$ мм/год $A_3=0,55-0,7$ |

Полученные численные значения R_p использованы для определения типовых моделей эксплуатации несущих конструкций покрытий ЗАО «Первый украинский международный банк», регламентирующих состав контрольных мероприятий ПОН.

Таблица 2. Расчетные характеристики остаточного ресурса

| Наименование объекта | Характеристическое значение годовых коррозионных потерь A_n , г/м ² | | | | Показатель качества эксплуатации, F_e | Расчетный срок ресурса до возможного отказа i -го элемента, лет | Количество элементов с признаками предельных состояний после 10 лет эксплуатации, шт | Уровень поврежденности в результате коррозионных воздействий, % |
|----------------------|--|-----|-----|-----|---|---|--|---|
| | зоны | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| Атри-ум | 312 | 468 | 546 | 936 | 0,05 | 9 | 32 | 3% |
| | | | | | | 6 | 56 | 6% |
| Зим-ний сад | 312 | 468 | 546 | 936 | 0,1 | 7 | 48 | 5% |
| | | | | | | 4 | 144 | 15% |
| Па-тио | 312 | 468 | 546 | 936 | 0,05 | 9 | 136 | 12% |
| | | | | | | 6 | 186 | 16% |

УДК 624.014:620.193

ОЦЕНКА ПРЕДЕЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ В РАСЧЕТАХ НА КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

Королёв В.П., Бондаренко А.В., Сулима Ю.Г.

(ДонЦТБ ОАО «УкрНИИПроектстальконструкция им.В.Н.Шимановского», Макеевка, Украина)

Рассмотрены расчетные требования обеспечения безопасности металлических конструкций при воздействии коррозионных сред. Представлена методика численного моделирования показателей коррозионной стойкости и долговечности на основе оценки признаков предельных состояний. Установлены количественные критерии оценки эффективности первичной и вторичной защиты конструкций от коррозионного разрушения.

1. Постановка задачи.

Установление требований к безопасности конкретного строящегося или реконструируемого предприятия состоит в выборе состава (номенклатуры) показателей, используемых для количественного описания безопасности, и определении предельно допустимых числовых значений (норм) этих показателей.

Требования к безопасности предприятий устанавливаются с учетом всей совокупности факторов, влияющих на характер и уровень воздействия предприятия на реципиентов.

Предприятия и объекты дифференцируют по следующим признакам:

- по видам источников опасности, (радиационные, химические, биологические, физические, механические, бактериологические, пожароопасные);
- по интенсивности источников опасности (постоянное излучение, залповые выбросы, накопление опасного эффекта на поверхности грунта и т. п.);
- по характеру и степени воздействия на реципиентов;
- по сфере загрязнения (атмосфера, гидросфера, литосфера).

Обеспечение долговечности конструкций на стадии проектирования включает анализ сочетаний наиболее неблагоприятных нагрузок и воздействий с целью определения оптимальных конструктивных и технологических решений для поддержания заданных показателей качества строительных объектов в течение установленного срока службы. Физический износ зданий и сооружений связан с протеканием деградиационных процессов при воздействии природно-климатических факторов и жизнедеятельности человека, следствием которых является утрата первоначальных технико-эксплуатационных качеств (прочности, устойчивости, надежности и др.) конструкций. Оценка показателей физического износа

отдельных конструкций, зданий и сооружений в процессе эксплуатации выполняется путем сравнения признаков физического износа, выявленных в результате визуального и инструментального обследования, с их допускаемыми значениями, установленными в нормативно-технических требованиях. Ресурс конструкций эксплуатируемых объектов зависит от соответствия конструкций заданным параметрам целевой технологической функции, соблюдения норм и правил технической эксплуатации и ремонтного обслуживания. Предпосылками для продления сроков эксплуатации объекта являются наличие резервов несущей способности и приспособленность конструктивных элементов к предупреждению, обнаружению и устранению дефектов и повреждений путем проведения технического обслуживания и ремонта [1].

Решение задачи оценки остаточного ресурса главным образом определяется показателями ремонтнопригодности, характеризующими приспособленность конструкций к предупреждению, обнаружению и устранению дефектов и повреждений путем проведения технического обслуживания и ремонтов. Анализ обеспеченности технического обслуживания и ремонта на предприятиях создает условия для разработки программ обеспечения надежности (ПОН), включающими формирование и привлечение требуемых ресурсов при обслуживании строительных объектов по фактическому состоянию.

Формирование требований к противокоррозионной защите на основе метода предельных состояний (рис.1) создает возможность оценки показателей эффективности защиты от коррозии на всех стадиях жизненного цикла стальных конструкций.

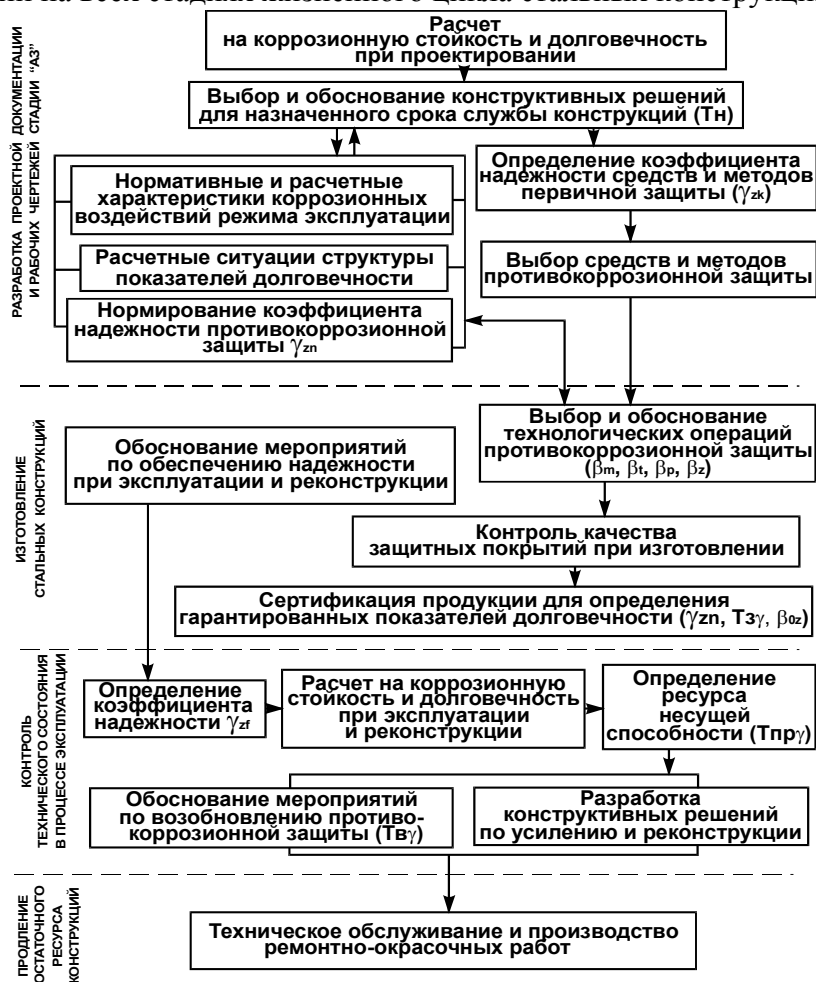


Рис.1. Последовательность обоснования мер первичной и вторичной защиты с учетом требований расчета стальных конструкций по предельным состояниям.

2. Формализация задачи расчета на коррозионную стойкость и долговечность

Требования системного подхода к расчетному определению показателей долговечности на всех стадиях жизненного цикла стальных конструкций основаны на

определениях стандарта ISO 12944. Расчет на коррозионную стойкость стальных конструкций связан с учетом мероприятий первичной и вторичной защиты на основе признаков предельных состояний первой и второй группы [2]. Расчет показателей долговечности связан с ограничениями по пригодности конструкций к нормальной эксплуатации и определяет периодичность возобновления защитного покрытия.

Расчетные зависимости для обоснования конструктивных решений на стадии проектирования имеют вид:

I предельное состояние:

$$\Phi/N + (1 - \gamma_{zk}) \leq \Gamma; \quad (1)$$

$$(1 - \gamma_{zn}) \cdot A \cdot T_n^c \leq m \cdot \delta (1 - 1/\Gamma) \quad (2)$$

II предельное состояние:

$$F_e = \left(\frac{\Gamma}{\gamma_{zf}} - \frac{\Gamma/\gamma_{zk} + 1/\Gamma}{2} \right)^2; \quad (3)$$

$$T_{3\gamma} \geq \gamma_{zn} \cdot T_3; \quad (4)$$

$$T_{By} \leq (1 - \gamma_{zn}) \cdot T_3, \quad T_{m\gamma} \geq \gamma_{zn} \cdot T_m \quad (5, 6)$$

где Φ – предельное усилие, которое может воспринять рассчитываемый элемент; N – наибольшее расчетное усилие в конструктивном элементе; Γ – отношение резерва надежности; γ_{zk} – коэффициент надежности противокоррозионной защиты, устанавливаемый при обосновании методов первичной защиты; γ_{zn} – коэффициент надежности противокоррозионной защиты, устанавливаемый при обосновании методов вторичной защиты; γ_{zf} – коэффициент надежности противокоррозионной защиты, определяемый по данным контроля коррозионного состояния в период эксплуатации; A –

характеристика степени агрессивности режима эксплуатации, г/(м² год); T_n^c – назначенный срок службы защитного покрытия с учетом коэффициента кинетики коррозионного износа c ; m – переводной коэффициент коррозионных потерь; δ – приведенная толщина сечения элемента; F_e – показатель качества эксплуатации, комплексная характеристика, учитывающая состояние первичной и вторичной противокоррозионной защиты в задачах выявления резерва несущей способности и остаточного ресурса; T_3 – нормативный срок службы защитных покрытий по данным сертификационных испытаний; T_m – нормативный срок службы защитных металлических покрытий; $T_{3\gamma}$ ($T_{m\gamma}$) – гарантированный срок службы защитных (металлических) покрытий с доверительной вероятностью $\gamma=0,95$; T_{By} – гамма-процентный срок восстановления противокоррозионной защиты.

Расчетная оценка срока службы защитных покрытий производится с заданной доверительной вероятностью на основе ускоренных коррозионных испытаний. Коэффициент надежности (γ_{zn}) устанавливает предельный уровень коррозионных потерь при снижении защитных функций заданной системы защитного покрытия.

3. Выводы

Установленные зависимости обеспечивают численное моделирование конструктивных и технологических параметров первичной и вторичной защиты с помощью коэффициента надежности противокоррозионной защиты.

Разработанный методический подход определения гарантированных показателей долговечности на основе расчета по предельным состояниям позволяет: определять закономерности изменения отношения резерва надежности в зависимости от установленного срока службы конструктивного элемента и заданной системы защитного покрытия; производить экспертную оценку расчетного срока службы защитных покрытий стальных конструкций на основе статистических данных ускоренных коррозионных испытаний.

Список литературы:

1. Долговечность стальных конструкций в условиях реконструкции./ Е.В. Горохов, В.П. Королёв, Я. Брудка и др.- М., Стройиздат, 1994.- 488 с.
2. Королёв В.П. Теоретические основы инженерных расчетов стальных конструкций на коррозионную стойкость и долговечность/ Научн. труды ДГАСА Вып. 1-95.-Донецк, Донеччина.-108 с.

ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ РЕГИОНАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ «РЕСУРС»

Рыженков А.А.* , Шевченко О.Н.** , Баландин М.С.**

(ОАО «Конструкция» *, ДонНАСА**, Макеевка, Украина)

Рассматриваются вопросы совершенствования средств и методов противокоррозионной защиты строительных металлоконструкций с учетом требований снижения металлоемкости, обеспечения долговечности и технологической безопасности при проектировании и изготовлении.

1. Требования к защите от коррозии при обеспечении ресурса конструкций.

Внедрение современных технологий противокоррозионной защиты строительных конструкций должно обеспечивать гарантированные показатели долговечности на всех стадиях жизненного цикла промышленных и гражданских объектов.

В настоящее время номенклатура лакокрасочных материалов и технологическая обеспеченность средствами нанесения защитных покрытий не позволяют производить защиту от коррозии на уровне мировых стандартов. По этой причине большинство предприятий строительного комплекса Донецкой области не в состоянии выпускать конкурентоспособную продукцию с необходимыми декоративными и защитными свойствами. В неудовлетворительном состоянии находится свыше 50% несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений, подверженных воздействиям средне- и сильноагрессивных сред.

В соответствии с принятой номенклатурой показателей качества [1] строительных металлоконструкций установлены характеристики долговечности: коррозионная стойкость, К (степень воздействия среды), мм/год или балл; срок службы защитных покрытий, T_3 , год.

Основные требования к проектированию и изготовлению строительных металлоконструкций в коррозионных средах, сформулированные в нормативных документах [1,2], не содержат аналитического аппарата для расчетной оценки показателей ресурса с учетом коррозионных воздействий и эффективности мер противокоррозионной защиты. Кроме этого, квалификационные требования норм, пособий, государственных стандартов определяют различные характеристики физико-механических и химических свойств защитных покрытий, не связанные с расчетными показателями режима эксплуатации конструктивных элементов.

В соответствии с современными представлениями технологические требования к средствам и методам противокоррозионной защиты включают:

1. применение высокоэффективных атмосферно- и химстойких быстросохнущих лакокрасочных материалов, способных обеспечивать высокие защитные свойства при минимальном количестве слоев;
2. правильный подбор грунтовочных, промежуточных и лакокрасочных материалов, обуславливающих долговечность комплексных систем защитных покрытий;
3. применение высокопроизводительного оборудования для подготовки поверхности металлоконструкций и нанесения лакокрасочных материалов;
4. выполнение всех работ по противокоррозионной защите на заводах металлоконструкций.

В соответствии с требованиями норм [1,2] основные способы защиты стальных конструкций в слабо- и среднеагрессивных средах включают:

1. горячее цинкование;
2. газотермическое напыление цинка или алюминия с последующим окрашиванием лакокрасочными материалами;
3. окрашивание лакокрасочными материалами;
4. изоляционные покрытия с электрохимической защитой (для конструкций в грунтах).

При выборе системы защитного покрытия стальных конструкций руководствуются следующими основными положениями:

Во-первых, покрытие должно отвечать своему техническому назначению и защищать конструкции в течение заданного промежутка времени.

Во-вторых, соответствовать требованиям технологической безопасности и экономической целесообразности.

Исходными данными для определения рациональной системы защитного покрытия являются состав и концентрация коррозионно-активных агентов, степень агрессивности воздействий эксплуатационной среды и показатели коррозионной стойкости конструктивной формы.

К конструкциям с защитой от коррозии полной заводской готовности следует относить:

1. конструкции с металлическим покрытием (горячее цинкование, газотермическое напыление цинка или алюминия);
2. конструкции с лакокрасочным покрытием, не требующие на монтаже окраски слоем, кроме мест, поврежденных при хранении, транспортировке и монтаже.

Выполнение противокоррозионных работ производится на основании проектных материалов, содержащих выбор и обоснование мероприятий по защите от коррозии с учетом установленной расчетной ситуации обеспечения долговечности на всех стадиях существования строительных металлоконструкций. Высокое качество и долговечность промышленных зданий и сооружений должны быть определены на стадии разработки рабочей документации за счет рационального сочетания средств и методов противокоррозионной защиты, всестороннего рассмотрения требований изготовления, монтажа и эксплуатации стальных конструкций. Использование методов экономико-математического моделирования режима эксплуатации конструктивных элементов является значительным резервом повышения эффективности противокоррозионных мероприятий, сокращения трудоемкости и стоимости работ по защите стальных конструкций от коррозии.

Состав покрытий устанавливается с учетом условий эксплуатации и степени агрессивности воздействий на конструктивные элементы зданий и сооружений. Выбор способа защиты от коррозии определяет последовательность технологических операций, обеспечивающих качество и долговечность стальных конструкций при изготовлении, монтаже и эксплуатации.

Противокоррозионная защита строительных стальных конструкций выполняется на заводах-изготовителях в соответствии с ВСН 446-84 / ММСС [4].

Требования технологической безопасности и экономической эффективности определяют последовательность операций в зависимости от состава покрытия, организации работ по противокоррозионной защите стальных конструкций на заводах-изготовителях и при выполнении строительно-монтажных работ.

Наиболее целесообразным решением является выполнение противокоррозионной защиты в заводских условиях, где может быть достигнут высокий уровень механизации и автоматизации, обеспечено высокое качество подготовки поверхности и получения проектной системы защитного покрытия. Технологические операции противокоррозионной защиты на строительно-монтажной площадке определяются степенью заводской готовности конструктивных элементов. Для окрашенных в заводских условиях конструкций выполняется зачистка, грунтовка и окраска монтажных соединений, а также восстановление дефектных участков защитного покрытия. Загрунтованные конструкции подлежат зачистке и грунтовке в местах устройства соединений и последующей окраске согласно принятой технологической схемы нанесения лакокрасочных материалов в период монтажа. При изготовлении стальных конструкций на месте предусматривается обязательное выполнение всех операций противокоррозионной защиты в условиях строительно-монтажной площадки.

Обеспечение технологичности конструктивных элементов включает:

1. технологический контроль конструкторской документации;
2. отработку показателей технологичности при проектировании тех-
3. нологической подготовке и изготовлении;
4. совершенствование условий и повышение качества выполнения работ при монтаже, эксплуатации и реконструкции;

5. количественную оценку показателей технологичности;
6. внесение изменений и корректировка технических требований на
7. всех стадиях разработки и эксплуатации конструкций.

Основными направлениями технической политики для долговременной защиты металлоконструкций является реализация следующих мероприятий:

1. повышение качества подготовки поверхности под окраску за счет внедрения дробеметных установок для очистки листового и профильного проката;
2. применение автоматизированных линий для окраски металлоконструкций с применением роботов и манипуляторов;
3. производство стального листа с алюминированным и алюмоцинковым покрытием.

Существующий опыт разработки средств и методов повышения долговечности легких металлоконструкций требует тщательного анализа с учетом эффективности технических решений противокоррозионной защиты, наличия сырьевых и материальных ресурсов, регионального размещения производственных мощностей по выпуску лакокрасочных материалов, средств технологического оснащения заводов металлоконструкций на Украине.

Разработка рабочих чертежей антикоррозионной защиты (стадия АЗ) производится с учетом требований ГОСТ 21.513 к первичной защите (повышение коррозионной стойкости конструктивной формы) и вторичной защите (повышение долговечности средств и методов противокоррозионной защиты). В проекте необходимо приводить данные о зонировании режима эксплуатации по составу и интенсивности агрессивных воздействий, классификации коррозионных сред, требования к срокам службы и возобновления защитных покрытий.

Список литературы:

1. ИСО 12944: 1998. Лаки и краски - защита от коррозии стальных конструкций.
2. СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии.
3. СНиП 3.04.03-86 Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии.
4. ВСН 446-84. Инструкция по противокоррозионной защите строительных конструкций лакокрасочными покрытиями на заводах-изготовителях. Минмонтажспецстрой.- Москва. – 1984. С 24.

УДК 624.014:059

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ СИСТЕМ

Коломийченко А.И.*, Кулик А.А.*, Толстяков Р.Г.,** Пчельников С.Б.**

(ЗАО «Макеевкокс»*, ДонЦТЬ ОАО «УкрНИИПроектстальконструкция им.В.Н.Шимановского»**, Макеевка, Украина)

Рассмотрены вопросы формирования структуры регистрационных документов программы обеспечения надежности (ПОН) строительных конструкций в паспортном режиме и при заданных конструктивно-технологических ограничениях. Определен состав и последовательность организационно-технических мероприятий при мониторинге показателей надежности и безопасности производственных объектов.

Использование расчетного метода при оценке надежности и безопасности стальных конструкций включает выполнение следующих операций:

- определение фактического характера нагрузок и особенностей режима эксплуатации промышленных зданий и сооружений в виде иерархической системы «объект - конструктивный элемент»;
- составление функциональной модели режима эксплуатации стальных конструкций в виде логической или табличной модели расчетных ситуаций;
- классификации конструктивных элементов по критериям отказов и выбор соответствующих методов расчета;
- выполнение детерминированных расчетов (по показателям коррозионной стойкости, долговечности, ремонтнопригодности и послеремонтной прочности) при наиболее

неблагоприятном сочетании факторов и условий эксплуатации; определение численных значений показателей надежности вероятностными методами.

Организационное, инструктивное и методическое обеспечение деятельности инженерно-технических работников служб эксплуатации для обеспечения технологической безопасности конструкций зданий и сооружений должно соответствовать требованиям стандарта ИСО 9001/МЭК 300-1. Научно-техническое сопровождение проблем ресурса при использовании методов FMESA (анализа характера, последствий и критичности отказов) включает работы по менеджменту безопасности в контексте следующих задач:

- оценка надежности, технологической безопасности производственных объектов;
- моделирование стратегии обслуживания с целью предупреждения аварийных ситуаций;
- мониторинг технического состояния конструкций с целью обеспечения установленных показателей безопасности.

На рис. 1 представлена последовательность формирования технической документации, связанной с реализацией программы обеспечения надежности (ПОН) для условных объектов А1 – А4 при создании регламента выполнения работ по обеспечению технологической и эксплуатационной надежности.

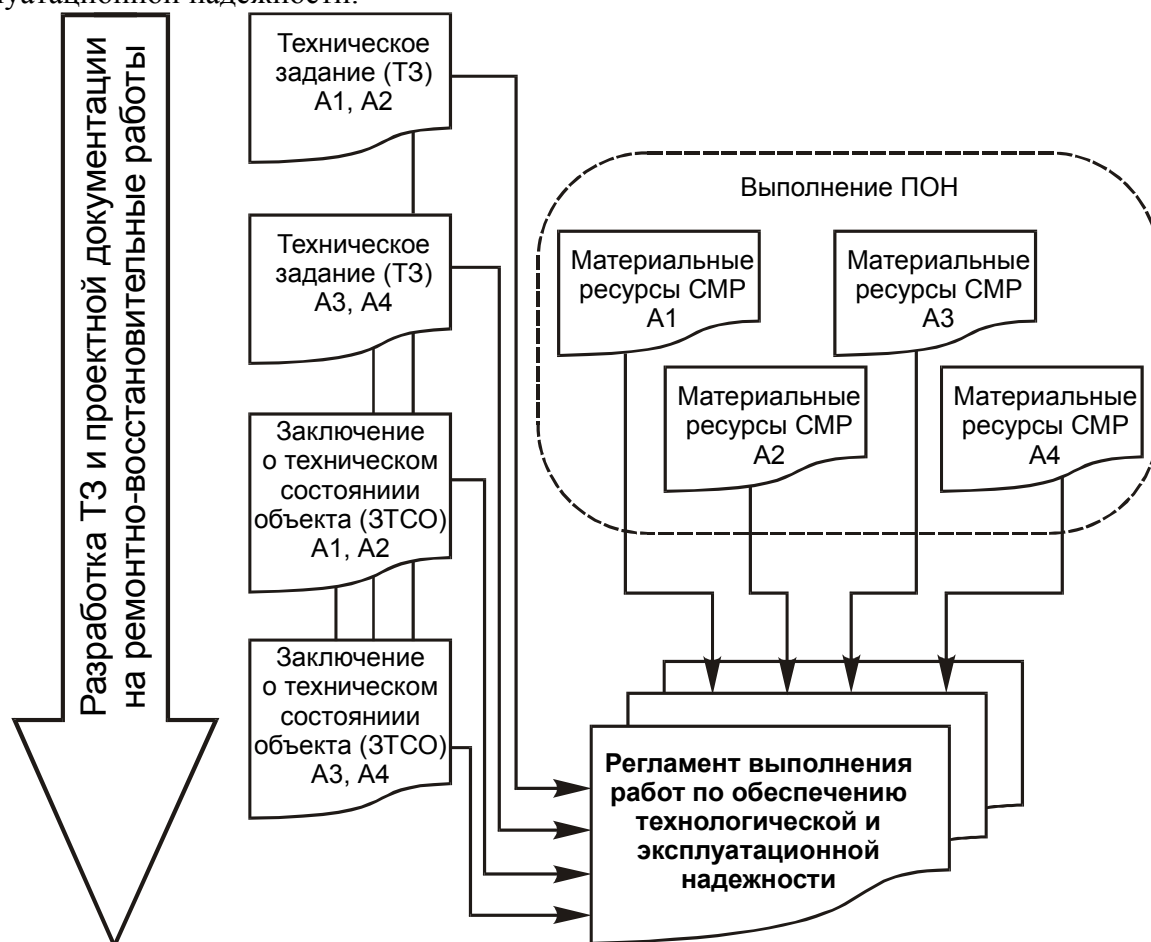


Рис. 1 Построение этапов реализации ПОН.

Формирование принципов взаимоотношений всех участников процесса предупреждения аварийных ситуаций, обозначенных на схеме (см. рис. 1), обеспечивает возможность для разработки системы мониторинга технического состояния конструкций зданий и сооружений, управление которой осуществляется на основе экспертных систем (большой объем информационных данных, связанных с организационно-техническими мероприятиями ПОН, накапливается и систематизируется с помощью современных средств построения баз данных).

Концептуальная модель экспертной системы ЭС построена в среде MathConnex из пакета MathSoft MathCAD 2000 Professional. Выбор данной среды обусловлен необходимостью первоначального создания модели ядра ЭС, формирования идеологии построения ЭС и

взаимодействия компонентов, организации потоков вычислений, а также проведения необходимого тестирования. Описанным задачам в наибольшей степени соответствует интегратор приложений MathConnex. MathConnex представляет интерес для разработки ядра ЭС в связи с необходимостью блочного представления и описания сложной системы, работу которой необходимо имитировать, т.к. в системе MathConnex на новом (цифровом) уровне реализована идея аналоговых ЭВМ (таких, как МН-7): подготовка блок-схем моделируемых устройств и имитация (или симуляция) их работы.

Специфика функционирования экспертных систем обусловлена интенсивным использованием баз данных. В связи с этим, для разработки законченного программного продукта ЭС, реализованные и проверенные алгоритмические описания увязываются с технологией СУБД для интеграции управляющей структуры с базами данных. Примеры создания структуры базы данных и разработки реляционных запросов показаны на рис. 2, 3.

Управляющая структура системы разрабатывается с использованием внутреннего формата языка MS Access 97, написание программных модулей осуществляется при помощи языка VBA, запросы в базе данных формируются при помощи языка программирования SQL.

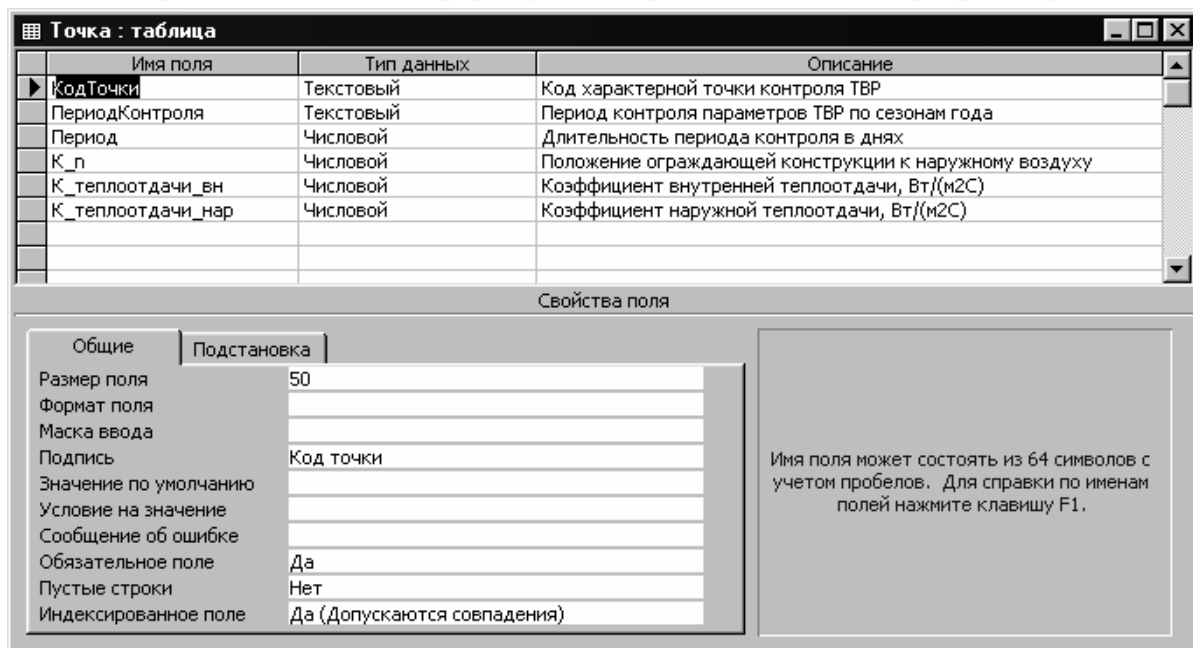


Рис. 2. Создание структуры базы данных в среде MS Access 97

Методическое обеспечение задач управления технологической и эксплуатационной безопасностью регламентируется типовыми этапами построения программ обеспечения надежности на основе критериев технического диагностирования конструкций, экспериментальных данных контроля технического состояния конструкций при паспортизации зданий и сооружений различного назначения.

Переход от не реализуемой на практике из-за огромных материальных затрат концепции абсолютной надежности зданий к нормативному обоснованию концепции допустимого техноприродного риска позволит:

- установить безопасность зданий и сооружений исходя из единого критерия допустимого риска, учитывая при этом все реально возможные воздействия для управления технологической безопасностью;
- производить по указанному критерию обоснованные сравнения вариантов проектных и предпроектных решений по строительству и освоению новых территорий;
- перейти от существующей практики фиксации опасностей и ликвидации их последствий к регулированию рисков по критериям технологической безопасности.

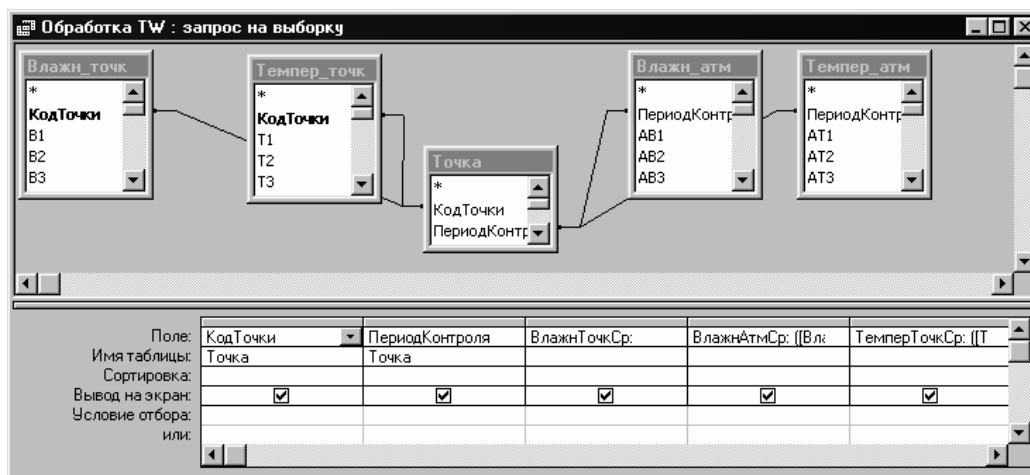


Рис. 3. Разработка реляционного запроса по нескольким базам данных.

Методический подход, связанный с покрытием убытков при производстве строительно-монтажных работ или в процессе эксплуатации объектов повышенной опасности направлен на обеспечение возможности маневрирования финансовыми ресурсами с целью обеспечения инженерной защиты строительных конструкций и возмещения ущерба в случае наступления страховых событий.

УДК 662.741

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ТРЕБУЕМОГО УРОВНЯ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОКСОВЫХ БАТАРЕЙ

Третьяков П.В., Костина Е.Д., Алексеева О.Е., Котенко Н.С., Комбаров А.П.

(ДонНТУ, Коксохимстанция, Луганская обл. администрация, Донецк, Харьков Украина)

Рассмотрены актуальные вопросы, связанные с увеличением техногенной нагрузки коксохимического производства на окружающую среду в результате старения и износа печного фонда.

Коксохимические заводы Украины создают большую техногенную нагрузку. Эта проблема особенно остра в густонаселенном Донбассе и Приднепровье из-за высокой концентрации заводов и, что очень существенно, не только вблизи, но и в черте крупных городов: Донецка, Авдеевки, Макеевки, Мариуполя, Кривого Рога, Днепропетровска, Алчевска, Запорожья и др. Основным источником вредных газопылевых выбросов на коксохимических предприятиях являются коксовые батареи. Коксохимия Украины включает 14 предприятий, имеющих в своем составе 57 действующих коксовых батарей. На территории Российской Федерации расположено 12 коксохимических заводов и производств, печной фонд которых составляет 59 действующих коксовых батарей. Срок службы многих батарей превышает проектные нормативы, составляющие для большинства коксовых батарей 25 лет. Средний срок службы коксовых батарей составляет около 28 лет по Украине и 25 лет в России. Вероятность нанесения ущерба окружающей среде в результате аварий и несанкционированных выбросов в атмосферу вредных веществ увеличивается с возрастом батарей. Выбросы на коксовых батареях пылегазовоздушных смесей составляют до 90 % выбросов в атмосферу по всему предприятию.

Соблюдение нормативов по количеству выбросов в коксовых цехах не всегда обеспечивается не только из-за нарушений технологического режима эксплуатации батарей коксовых печей, но и вследствие ухудшения технического состояния конструктивных элементов стыковочных узлов и огнеупорной кладки агрегатов в процессе эксплуатации, которая может длиться несколько десятков лет.

Старение и износ огнеупорной кладки простенков, деформирование и разрушение элементов стыковочных узлов дверей, люков, стояков, газоздушных клапанов и т.д. прежде всего, сопровождается нарушением герметичности и непрерывной эмиссией прямого коксового газа и продуктов его горения, содержащего весьма токсичные компоненты (I класс опасности – бенз(а)пирен, водорода цианид, II класс опасности – оксиды азота, бензол, фенол, сероводород, III класс опасности – сернистый ангидрид, аммиак, IV класс опасности – нафталин, оксид углерода и др.) в атмосферный воздух.

В связи с изложенным, становится все более актуальным исследование влияния степени разрушенности кладки коксовых батарей на экологическую безопасность производства. Это позволит создать научные основы для совершенствования конструкций существующих коксовых печей, создания новых камерных тепловых агрегатов для термической переработки углеродистых материалов и отходов, и разработать комплекс мероприятий, направленных на улучшение экологической обстановки на соответствующих предприятиях.

Одними из основных факторов, влияющих на экологическую безопасность камерных печей коксовых и пекококсовых батарей, являются газопроницаемость кладки простенков и степень их разрушенности, влияющие на объемы выбросов прямого коксового газа в атмосферу. Уровень экологической безопасности камерных печей определяет в большей степени количество и площадь сквозных дефектов в кладке простенков, а также суммарная протяженность материальных швов, в меньшей степени – газопроницаемость огнеупорного материала массива кладки (менее 5 % от общего количества утечек через отопительную систему).

Для определения характеристик и последовательности возникновения дефектов, закономерности развития трещин, сколов, раковин и сквозных дефектов выполнен статистический анализ на основе информации по периодическим осмотрам состояния кладки коксовых батарей различной производительности и систем обогрева Авдеевского и Криворожского коксохимпроизводств.

Анализ данных позволил выявить закономерности изменения усредненных значений параметров дефектов в процессе эксплуатации (рис. 1 – 4) и обосновать критические значения размеров дефектов, при достижении которых необходимо их устранение, которые для трещин составили: длина – 1,8 м, раскрытие кромок – 10-15 мм, глубина – 40 мм; для сколов: площадь – 30 см²; глубина – 30 мм. Определены характеристики повреждений – первопричин появления сквозных дефектов: трещин, сколов, раковин. Так, сквозные трещины достигают высоты до 3000 мм и образуются при достижении величины раскрытия кромок 30 мм; образование сквозного дефекта на месте существующего скола к следующему осмотру состояния кладки происходит при достижении его размеров 50x50 мм глубиной 60 мм.

Сквозные дефекты классифицированы на дефекты, возникшие на базе существующих трещин, сколов, раковин, а также в результате случайных механических повреждений. Сквозные дефекты, возникшие на базе трещин, имеют такие размеры: высота – от 300 до 3000 мм, раскрытие кромок – от 30 до 50 мм. Образованные на базе сколов сквозные дефекты имеют размеры от 15x15 мм до 50x50 мм. Образование провалов в районе раковин возможно в редких случаях, причинами чего является отсутствие горячих ремонтов или их недостаточные объемы в совокупности с бурением печей и неисправным оборудованием коксовых машин.

Для оценки выбросов через сквозные дефекты с учетом периодичности переключения потоков газа и воздуха в отопительных каналах и того, что основная масса выбросов происходит в течение первых трех часов, возможные утечки газа через сквозные дефекты рассчитываются по формуле:

$$Q = S \cdot t \cdot \sqrt{2 \cdot k \cdot \rho_1 \cdot P_2 / (k - 1)} \cdot (P_1 / P_2)^{1/k} \cdot \sqrt{1 - (P_1 / P_2)^{k-1/k}},$$

где Q – количество газа выбрасываемого через сквозной дефект кладки, кг; S – площадь сквозного дефекта, м²; t – время утечки газа, с; k - показатель политропы коксового газа, k = 1,3774; ρ_1 – плотность газа в коксовой камере: $\rho_1 \approx 0,45$ кг/м³; P₂ – давление коксового газа в камере, Па, P₂ = 100068 Па; P₁ – давление вне камеры, Па; P₁ = 99948 Па.

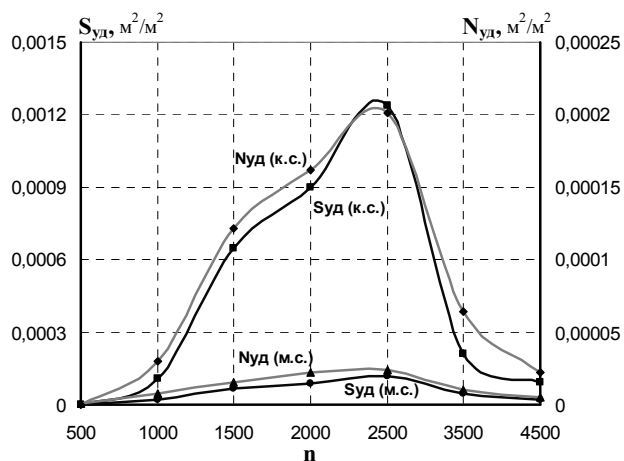


Рис. 1. Изменение количества сквозных дефектов и их площади на единице поверхности головочной зоны простенка

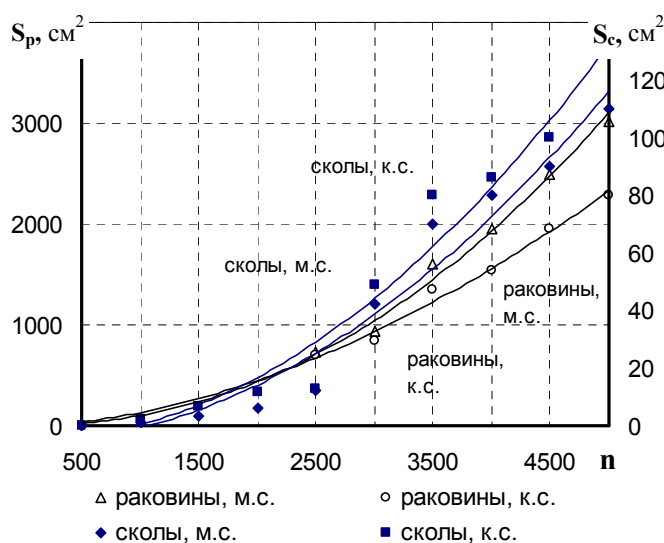


Рис. 3. Изменение площади сколов и раковин в зависимости от количества печевыдач

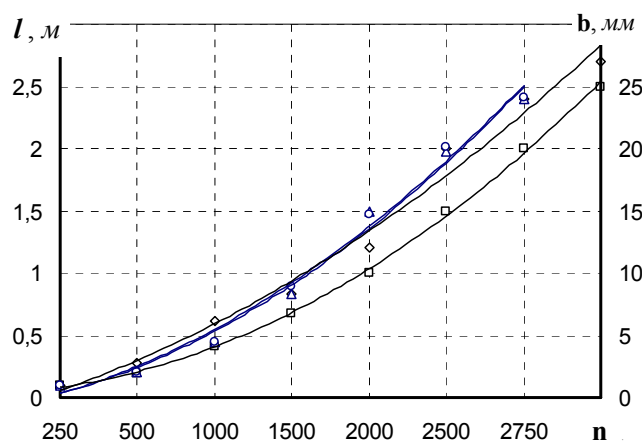


Рис. 2. Изменение длины трещины и раскрытия кромок в зависимости от количества печевыдач

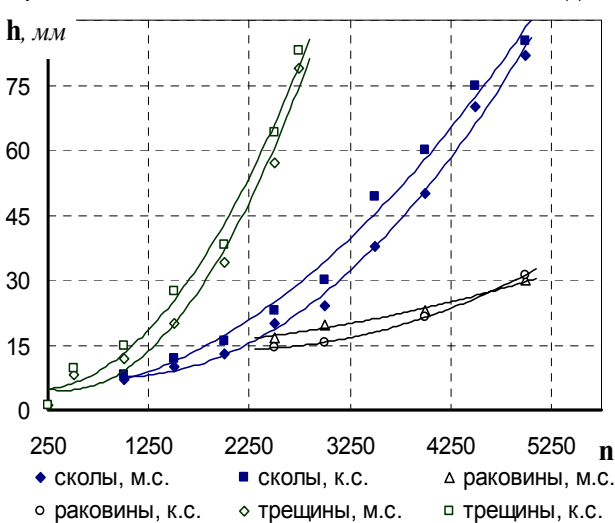


Рис. 4. Изменение глубины трещин, сколов, раковин в зависимости от количества печевыдач

Таким образом, через отверстие площадью $0,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ за один период коксования утечки для следующих веществ составляют: пары смолы $\approx 1 \text{ кг}$, бензолные углеводороды $\approx 0,35 \text{ кг}$, аммиак $\approx 0,1 \text{ кг}$, сероводород $\approx 0,1 \text{ кг}$, нафталин $\approx 0,1 \text{ кг}$, цианистый водород $\approx 0,01 \text{ кг}$.

В результате статистических исследований и расчетов установлено:

- при максимальном уровне концентрации сквозных дефектов, соответствующем пяти годам эксплуатации ($S_{уд} = 1,24 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{м}^2$ с коксовой стороны и $0,12 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{м}^2$ с машинной) и объеме коксовых печей $30\text{-}32 \text{ м}^3$ выбросы через сквозные дефекты головочной зоны простенка в сумме составили примерно 8 кг на тонну кокса;
- при относительно новой кладке простенка сроком службы 2 года ($S_{уд} = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{м}^2$ с коксовой стороны и $0,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{м}^2$ с машинной) оценка возможных выбросов составила $0,5 \text{ кг}$ на тонну кокса.

Практическое значение данных исследований – прогнозирование технического состояния кладки простенков камерных печей, оценка экологической опасности объекта, предупреждение появления критического количества сквозных дефектов, экономическое обоснование принятия решений о ремонтах простенков коксовых батарей и планирование необходимых для этого ресурсов с учетом экологических характеристик объекта.

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ПРОТИВОКОРРОЗИОННЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

Высоцкий Ю.Б.*, Королёв В.П.***, Сохина С.И.***, Шевченко О.Н.***, Магунова Н.Г.***
(ДонНТУ*, ДонЦТБ ОАО «УкрНИИПроектстальконструкция им.В.Н.Шимановского»**,
ДонНАСА***, Донецк, Макеевка, Украина)

1. ВВЕДЕНИЕ

Основными требованиями, которым должны отвечать противокоррозионные материалы, являются обеспечение надежной защиты строительных металлоконструкций в течение запланированного периода и технико-экономическая целесообразность.

Влияние внешней среды, в первую очередь промышленной атмосферы, содержащей коррозионно-активные компоненты, является одним из основных факторов снижения установленных показателей качества материалов и изделий. Недостаточная эффективность средств и методов защиты строительных конструкций в значительной степени связана с ограниченным использованием химически стойких модифицирующих компонентов, обеспечивающих увеличение коррозионной стойкости материалов и долговечности противокоррозионных покрытий.

Потому, задачи поиска сырьевой базы для противокоррозионных материалов, применения ресурсосберегающих технологий их производства с одной стороны, и улучшение защитных свойств этих материалов для повышения безопасности эксплуатации конструкций в агрессивных средах с другой стороны, и предопределили цель настоящей работы.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

В работах [1-2] предложен технологический регламент получения противокоррозионных материалов ПМ-1 и ПМ-2 на основе полимеризата (ПМ-0) тяжелой фракции бензола коксохимического производства для защиты металлических конструкций в слабоагрессивных средах, где в качестве ингибирующей добавки использованы аминокислотосодержащие смолистые отходы Крымского ПО «Химпром». В среднеагрессивной и сильноагрессивной средах аминокислотная группа, входящая в состав материала, несколько понижает защитные свойства покрытия, поэтому материалы ПМ-1 и ПМ-2 не могут использоваться в этих средах.

В настоящей работе рассмотрена модификация исходного материала (ПМ-0) с целью получения противокоррозионных композиций с более высокими защитными и физико-механическими свойствами для средне- и сильноагрессивных сред.

В качестве основы при получении противокоррозионных материалов «Икар» нами использован тот же полимеризат инден-стирольных смол (ИСС), полученный термополимеризацией смолообразующих компонентов тяжелой фракции бензола коксохимического производства, в который на заключительной стадии полимеризации при температуре 165-180°C вводится пластифицирующий компонент (до 40%). При этом исключается необходимость отгона легкокипящих компонентов, которая имела место при получении полимеризата.

Как известно, защитные и физико-механические свойства покрытий обеспечиваются качеством противокоррозионного материала, точным соблюдением технологии получения покрытия, качеством подготовки поверхности под окраску.

В реальных условиях подготовка поверхности металла осуществляется не на должном уровне, поэтому, как правило, на металле остается некоторый слой ржавчины. Определенный интерес представляет исследование возможности использования противокоррозионных материалов, содержащих в качестве добавок модификаторы ржавчины (МР), позволяющие проводить окраску по ржавой поверхности металла. В качестве такой добавки для композиции «Икар» нами предложен порошковый преобразователь ржавчины (ППР) «Феррокор» на лигниновой основе, который содержит высокомолекулярный порошковый модификатор

ржавчины, позволяющий преобразовывать продукты коррозии с толщиной ржавчины до 100 мкм.

С этой целью были исследованы композиции на основе «Икар», содержащие от 1 до 9% МР «Феррокор».

Как показали результаты исследований, использование ППР от 1 до 5% существенно не влияет на свойства покрытия композиции «Икар». Поэтому в дальнейшем в таблицах будут представлены результаты только для композиций, содержащих 5, 7 и 9% МР «Феррокор». Эти композиции наносили на чистую (подготовленную) поверхность металла и поверхность с толщиной ржавчины до 100 мкм.

Защитные свойства полученных покрытий изучались потенциостатическим методом. Электрохимические исследования пленок по стали Ст.3 на основе разработанных противокоррозионных материалов проводились на потенциостате П-5827М в 0,1н растворе хлорида калия.

Эффективность защиты покрытий оценивали по ингибирующему эффекту (γ) и коэффициенту противокоррозионной защиты. В результате потенциостатических исследований установлено, что модификатор ржавчины «Феррокор», используемый в состав пластифицированной композиции «Икар» приводит к повышению защитных свойств покрытий. Однако, оптимальные результаты получены для композиции с 7% МР «Феррокора». Увеличение содержания МР «Феррокора» несущественно изменяет значения поляризуемостей (в пределах ошибки) как на катодных, так и на анодных участках поляризационных кривых.

Полученные результаты были подтверждены методом ускоренных сравнительных испытаний по циклу «промышленная атмосфера» (ГОСТ 9.401-91 метод 5) на стандартных образцах с однослойным покрытием. Продолжительность одного цикла – 24 часа. По требованиям этого нормативного документа, после 15 циклов испытаний покрытие должно сохранять защитные свойства (A_3) не менее 1 балла. Оценка обобщенного показателя защитных свойств (A_3) включает относительные оценки степени разрушения в случае пузырей, растрескивания, коррозии, отслаивания и относительных оценок линейных размеров разрушений после 15 и 25 циклов. Физико-механические свойства покрытий определялись по показателю прочности защитной пленки к удару и по адгезии (прочности сцепления покрытия с металлической подложкой) с той же периодичностью. Результаты оценки физико-механических и защитных свойств исследуемых покрытий представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты контроля показателей качества покрытий «Икар» и «Икар» МР «Феррокор»

| Композиции | «Икар» | | | «Икар» + 7 % МР «Феррокор» | | |
|--|--------|-------|--------|----------------------------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Образцы* | | | | | | |
| Толщина покрытия, мкм | 30-40 | 30-40 | 90-100 | 30-40 | 20-40 | 80-90 |
| A_3 , (15 цикл) | - | 0,90 | 0,60 | - | 1,0 | 0,75 |
| A_3 , (25 цикл) | - | 0,60 | 0,45 | - | 0,80 | 0,65 |
| Адгезия, балл (15 циклов) | 1 | 1-2 | 2-3 | 1 | 1-2 | 2-3 |
| Адгезия балл, (25 циклов) | 1 | 1-2 | 4 | 1 | 1-2 | 3 |
| Прочность к удару, кгс·см, (25 циклов) | 10 | 15 | 10 | 15 | 25 | 10 |

* Примечание: 1 – контрольные образцы, 2 – образцы после испытаний с подготовленной поверхностью, 3 – образцы по ржавой поверхности (до 100 мкм ржавчины).

Результаты испытаний свидетельствуют о достаточно высоких защитных и физико-механических показателях противокоррозионного материала «Икар» на основе инденстирольных смол, полученных терполимеризацией смолообразующих компонентов фракции тяжелого бензола коксохимического производства. Введение в композицию «Икар» модификатора ржавчины «Феррокор» на основе лигнина приводит к улучшению как защитных, так и физико-механических свойств. Следует отметить, что повышение защитных и

физико-механических показателей наблюдается при содержании МР не менее 7 %. Дальнейшее повышение содержания МР в композиции «Икар» не изменяет защитные свойства покрытия.

Кроме этого, как показали исследования, композиция «Икар» с 7% может быть использована и как грунт по ржавчине с толщиной продуктов коррозии до 100 мкм, что позволит исключить тщательную подготовку поверхности металла перед окраской.

3. ВЫВОДЫ

На целесообразность применения порошкового модификатора ржавчины в составе противокоррозионного материала «Икар» на основе ИСС и пластификатора указывает значительное повышение защитных свойств покрытия, достаточный уровень физико-механических показателей и возможность использования в качестве грунта по ржавчине с толщиной продуктов коррозии до 100 мкм.

Оптимальное содержание модификатора ржавчины «Феррокор» в противокоррозионной композиции составляет 7%.

Список литературы:

1. Протикоррозионная композиция ИКС-1. Пат. Украины N 44050А, Бюл. N1, 2002. //Е.В.Горохов, В.П.Королев, Ю.Б.Высоцкий, С.И.Сохина, О.Н.Шевченко, Ю.В.Селютин.
2. Е.В.Горохов, Ю.Б.Высоцкий, В.П.Королев, С.И.Сохина, О.Н.Шевченко / Фізико-хімічна механіка матеріалів, 2001, с.142-149.

УДК 624.014

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРИГОДНОСТИ КРАНА-ПЕРЕГРУЖАТЕЛЯ

Бобровицкий В.И.*, Гибаленко А.Н.**

(ОАО «Донецкий металлургический завод» *, ДонЦТБ ОАО

«УкрНИИПроектстальконструкция им.В.Н.Шимановского»**, Донецк, Макеевка, Украина)

Материалы статьи содержат данные по оценке технического состояния рудного перегружателя. Приведены рекомендации по ремонту и обеспечению безаварийной эксплуатации с учетом воздействия динамических нагрузок и агрессивных сред.

1. Введение.

Обеспечение безаварийной эксплуатации зданий и сооружений невозможно без выполнения требований научно обоснованных норм и способов содержания, обслуживания, текущего и капитального ремонта несущих и ограждающих конструкций. Проблема рациональной эксплуатации является важной составной частью повышения эксплуатационной надежности на основе улучшения организации обслуживания. Увеличение объемов работ по обследованию, оценке технического состояния, усилению конструкций зданий и сооружений является следствием отсутствия регламентированных требований по поддержанию показателей качества и долговечности основных фондов в процессе функционирования зданий и сооружений. Нормативные документы, в том числе ГОСТ 18322-73 «Система технического обслуживания и ремонта техники» и ДБН А1.1-93 «ССНБ. Основні положення» не определяют существо термина „эксплуатация”. Действующее „Положение о проведении планово-предупредительного ремонта производственных зданий и сооружений”, разработанное Госстроем СССР в 1974 году не отражает требований организации обслуживания и, с учетом высокого уровня изношенности строительной части основных фондов, препятствует эффективной работе эксплуатационного персонала по предотвращению деградационных процессов на основе технологий обслуживания по фактическому состоянию.

2. Технические характеристики объекта

Деградационные процессы, вызывающие снижение несущей способности стальных конструкций включают:

- изменение прочностных характеристик стали, усталостный и коррозионный износ;
- накопление повреждений элементов конструкций.

От конструктивного решения отдельных элементов и узлов и сооружения в целом напрямую зависят характеристики ремонтпригодности, в том числе способность конструктивной формы удерживать влагу, пыль и грязь, что способствует ускорению коррозионных процессов.

Конструктивными особенностями крана перегружателя РГК-2, принадлежащего Донецкому металлургическому заводу (рис.1), являются:

- пролетное строение, изготовленное из решетчатых продольных ферм, поперечных связей;
- элементы опорных ног – стойки (жесткая и гибкая), затяжки.

Эксплуатационные нагрузки обусловлены особенностью технологического процесса рудного двора, где происходит разгрузка, сортировка по маркам и хранения шихты, предназначенной для подачи в домы №1 и №2 доменного цеха.

Эксплуатация металлоконструкций крана осуществляется в условиях значительных динамических воздействий, превышающих расчетные из-за необходимости сортировки и погрузке-разгрузке слежавшихся, подвергающихся замерзанию, складированных и перемещаемых углей и шихты.

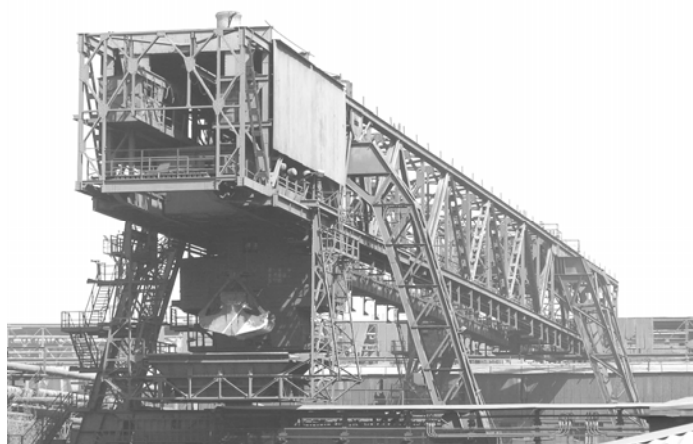


Рисунок 1. Пролетное строение крана перегружателя

Кроме этого значительная коррозионная агрессивность атмосферных воздействий, обуславливает уменьшения толщины сечения основных несущих элементов конструкции крана в пределах 0.3 ... 0.5 мм в год. Наблюдаются очаги коррозионного износа, в наиболее опасных формах его проявления - щелевой и питтинговой.

При определении остаточного ресурса и требований безопасной эксплуатации металлоконструкций основными задачами технического диагностирования являются:

- выявление внутренних и внешних дефектов и повреждений с использованием методов неразрушающего контроля;
- определение фактических геометрических параметров расположения и толщин элементов с учетом эксплуатационного состояния;
- анализ характера и интенсивности деградиционных процессов конструкций, т.е. установление закономерностей снижения основных расчетных характеристик материала;
- зонирование конструктивных элементов по параметрам напряженно-деформированного состояния с учетом вида и степени развития дефектов и повреждений;
- оценка степени опасности выявленных несовершенств конструктивной формы по результатам расчета коэффициента концентрации напряжений.

3. Результаты экспериментальных исследований.

По данным исследований АО «СИБТЯЖМАШ» наблюдались случаи разрушения конструкций кранов с обрушением трубчатых консольных элементов в момент нахождения на них грейферной тележки и кабины управления, повлекшие человеческие жертвы [1]. Так, на Беловской ГРЭС ОАО «Кузбассэнерго» произошло обрушение консоли трубчатого моста крана-перегружателя. Причинами разрушений явились дефекты в сварном шве, выполненном в процессе монтажа конструкций.

Причем эти повреждения не были выявлены ни визуальными, ни физическими методами в процессе выполнения сварочных работ и приемочных испытаниях. Кроме того, ни в процессе осмотров, ни в процессе обследований, проводившихся позднее, наличие подобных дефектов установлено не было.

Основываясь на нормативно-технических данных [2,3], специалистами ДонЦТБ разработана программа выполнения работ по оценке технического состояния крана, направленная на комплексное изучение технического состояния с учетом технологических особенностей режима эксплуатации, конструктивных особенностей сооружения в целом. Программа исследования включает:

- проведение геодезического контроля планово-высотного положения крана, ориентацию его в пространстве;
- определение размеров прогибов консолей и величины строительного подъема, а также основных размеров конструкции;
- контроль состояния монтажных сварочных швов, узлов заклепочных и болтовых соединений.
- уточнение расчетной схемы и перерасчет конструкций с учетом выявленных дефектов и повреждений, разработка вариантов устранения дефектов и повреждений;
- конструкторско-технологические работы по проектированию элементов усиления и разработка технологической карты проведения восстановительных работ;
- авторский надзор за ходом выполнения ремонтно-восстановительных работ, качеством применяемых материалов;
- проведение приемо-сдаточных испытаний и ввод в эксплуатацию крана.

4. Заключение.

Основываясь на нормативных требованиях [4,5] и результатах проведенных исследований, разработаны предложения по оптимальному назначению технологических режимов работы крана для обеспечения безопасной его эксплуатации, где предусмотрено:

- ограничения выезда на консоль в пределах 8 метров;
- снижения скорости движения тележки в два раза в случае отсутствия или значительных уменьшения величин строительного подъема и понижения температуры наружного воздуха ниже минус 20 °С;
- контроль смерзания угольного концентрата, находящегося на хранении в складе, при отрицательных температурах наружного воздуха;
- ограничение высоты складирования угольного концентрата до 9-11 м в зимний период, для предотвращения глыбообразования складированного материала.

Список литературы:

1. Информационное письмо №207602/787 от 22.06.98 АО «СИБТЯЖМАШ».г. Красноярск.
2. РД 001.00-95 "Краны грузоподъемные. Экспертное обследование. Оценка технического состояния" (базовый документ).
3. РД 001.02-95 "Краны грузоподъемные. Экспертное обследование. Методические указания по оценке технического состояния мостовых, козловых и кранов специального назначения".
4. ДНАОП № 0-1.03-93. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.
5. ДБН В.2.8-3-95. Техническая эксплуатация строительных машин.

ЭКСПЕРТИЗА КОНСТРУКТИВНЫХ РИСКОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Дюкарев Г.В.*, Королёв В.П., Бондаренко А.В.**

(*Донецкая облгосадминистрация, **ДонЦТБ ОАО «УкрНИИПроектстальконструкция им.В.Н.Шимановского», Донецк, Макеевка, Украина)

Методика определяет порядок проведения анализа опасности и оценки риска объектов повышенной опасности, устанавливает методические принципы, термины и понятия анализа риска, определяет критерии приемлемых рисков и их уровни.

Оценка рисков производится:

- для разработки декларации безопасности объектов повышенной опасности;

- для принятия решений относительно расположения и эксплуатации объектов повышенной опасности;
- для разработки мероприятий по предотвращению аварий и подготовки к реагированию на них;
- для определения объема ответственности и страховых тарифов при страховании гражданской ответственности субъектов хозяйственной деятельности за вред, который может быть причинен авариями на объектах повышенной опасности в соответствии с требованиями Закона Украины «Об объектах повышенной опасности» и Закона Украины «О страховании».

Степень конструктивных рисков определяется на основании существующих расчетных методов оценки резервов несущей способности и остаточного ресурса по результатам диагностики технического состояния в зависимости от вероятности наступления аварийных событий и стоимости ущерба, вызываемого наступлением аварии.

Анализ опасности и условий возникновения аварий выполняется только для тех опасностей, которые связаны с нарушением условий безопасной эксплуатации объекта.

В каждом объекте повышенной опасности анализируются технологическая среда и наличие в ней опасных веществ, их физико-химические, химические, теплофизические и другие свойства, приведенные в научно-технической, справочной и нормативно-технической литературе, которые свидетельствуют об их опасности. При этом рассматривается не только возможность проявления опасных свойств при выходе веществ за границы аппаратуры и контакте с атмосферой, но и возможность опасных процессов в аппаратах и трубопроводах, в том числе возможность протекания неуправляемых реакций.

Для оценки риска (вероятности) возникновения аварий для каждого инициирующего аварию события на потенциальном источнике аварии выполняется оценка вероятности ее реализации на протяжении одного года. Во время рассмотрения возможных отклонений параметров процесса могут использоваться:

- дерево "отказов";
- анализ видов и последствий, обработка статистических данных об аварийности технологической системы, которые отвечают специфике объектов повышенной опасности или виду деятельности;
- экспертные оценки вероятности возникновения рассматриваемого события, выполненные по определенной методике;
- другие обоснованные методы оценки.

Во время рассмотрения причин отклонений рассматриваются отказы оборудования, дефекты, повреждения, возможные технологические причины, обусловленные нарушением режимов работы функционально связанных систем, а также ошибки персонала.

Если вероятность возникновения аварии есть неприемлемой величиной, то определяются возможности ее снижения. Следующим этапом оценки риска является анализ условий и оценка вероятности и развития аварий.

В случае реализации хотя бы одного из рассмотренных инициирующих аварию событий, предотвратить ее с помощью контролирования и регулирования параметров технологического процесса становится невозможным. Развитие опасных неконтролируемых процессов может привести к всяческим направлениям развития аварий с разными масштабами поражения и с последствиями, в зависимости от того, какие средства сдерживания аварии (противоаварийной защиты и локализации аварии) применяются и от результатов их реализации.

Степень риска, при количественном оценивании значимости мер обеспечения технологической безопасности, представляет собой расчетную оценку возможного материального ущерба (убытка) в негативном случае или возможной эффективности (выгоды) в положительном случае:

$$R=H*S,$$

где R-степень риска (грн/год), как мера технологической безопасности;

H- относительная частота возникновения события, связанного с материальным ущербом или возможной эффективностью (1/год);
 S-размер ущерба или положительных последствий, приведенные к стоимостному эквиваленту (грн).

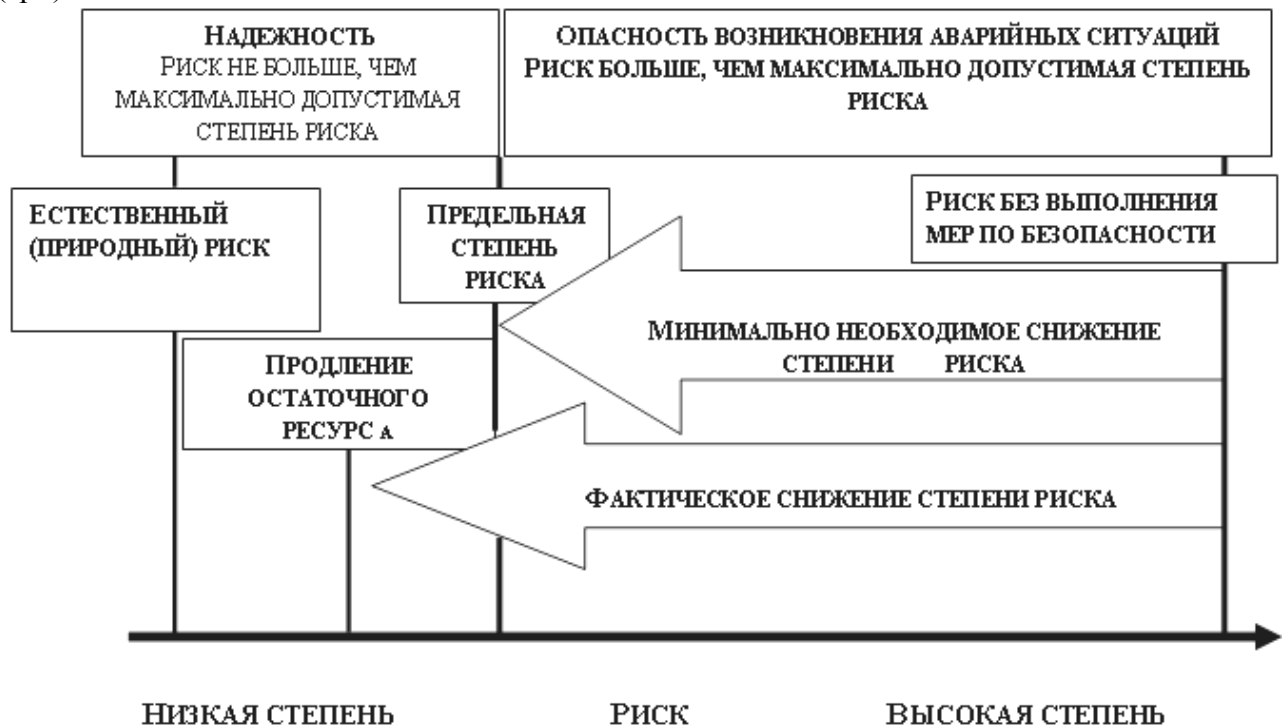


Рис.1 Схема управления конструктивными рисками

В основном существует четыре различных стратегии регулирования риска:

- предупреждение риска, например, путем введением конструктивных, технологических или эксплуатационных ограничений;
- перенос риска, например, на контролирующие или надзорные органы, договоры страхования;
- минимизация риска, например, путем использования эффекта диверсификации (рассредоточения) рисков;
- принятие на себя риска, например, путем установления системы мониторинга, технического обслуживания и ремонта и т.п.
- целью традиционного расчета возникновения риска является необходимость в определении общей степени риска.

При таком расчете риск определяется в качестве продукта (произведения) из вероятности его возникновения и ожидаемого убытка, т.е. средней ожидаемой величины убытков.

При дискретных случайных величинах X , которые можно предположить равным величинам x_1, x_2, \dots с соответствующими вероятностями p_1, p_2, \dots вычисляется математическое ожидание $E(X)$ в виде:

Для дифференциации общей величины риска (математическое ожидание) необходимо объективное определение как величин x_1, x_2, \dots , так и соответствующих величин вероятностей p_1, p_2, \dots . Если таковые величины отсутствуют необходимо использовать «объективные» экспертные знания.

При этом величина риска может быть определена путем:

- количественного учета риска;
- качественного учета риска.

Существующие методы анализа степени риска связаны с двумя подходами:

- детерминированный анализ степени риска;
- вероятностный анализ степени риска.

Список литературы:

1. Снижение рисков в строительстве при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера/ Булгаков С.Н., Тамразян А.Г., Рахман И.А., Степанов А.Ю. Под общей ред. Тамразяна А.Г. – М., МАКС Пресс, 2004. – 304 с.
2. Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування об'єктів підвищеної небезпеки – К.: Основа, 2003.–192 с.
3. Am internationalen Fachseminars „Innovative Techniken zur Zustandsüberwachung von Anlagen und Konstruktionen, Leipzig, Germany, 2005.

УДК 69.004.2

ЭКСПЕРТНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ ПРИЧИН ОТКАЗА КОНСТРУКТИВНОГО ЭЛЕМЕНТА

Сулима Ю.Г., Фисенко А.Н., Митрофанов С.Н.

(ДонЦТБ, ОАО УкрНИИПроектстальконструкция им.В.Н.Шимановского, Макеевка, Украина)

Введение

Целью экспертного обследования являлась оценка состояния ограждающих металлических конструкций покрытия литейного цеха ОАО «Макеевский литейный завод» («МЛЗ») и выявление причин преждевременного коррозионного разрушения тонкостенных обшивок панелей.

Для реализации поставленной цели сформулированы следующие основные задачи:

- Сбор и систематизация технической документации по требованиям противокоррозионной защиты панелей покрытия при изготовлении.
- Аудит состояния ограждающих конструкций покрытия цеха и выявление закономерностей, которые отражают причины снижения эксплуатационных свойств покрытия цеха.
- Оценка соответствия проектных решений замены кровли требованиям нормативных документов.

2. Характеристика объекта

Замена кровельного ограждения литейного цеха произведена ЧП «Инсайт» в период с мая по август 2004 г. на трехслойные безкаркасные панели из двух слоев профилированных оцинкованных листов полной заводской готовности с легким плитным минераловатным утеплителем.

Несущие конструкции изготовлены ОАО «Декор» (г. Донецк) и поступили на ОАО «МЛЗ» от предприятий поставщиков со следующими данными производителей:

- Холоднокатаная оцинкованная рулонная сталь (ГОСТ 14918-92), Мариупольский металлургический комбинат им.Ильича, сертификат качества №301;
- Профили стальные листовые гнутые с трапециевидными гофрами для строительства по ДСТУ Б.В.2.6-9-95, сертификат качества № 301/1 по заказу 153/38 (Приложение П1).

Проектная документация на замену кровли не разрабатывалась.

3. Оценка показателей коррозионного состояния ограждающих панелей покрытия

Контроль показателей коррозионной стойкости стальных обшивок и долговечности защитных покрытий панелей производился по требованиям ГОСТ 9.308-85 ЕСЗКС. Измерения толщины защитного слоя цинкового покрытия выполнялись с помощью толщиномера ЦНК-30. Оценка остаточной толщины стального профилированного листа осуществлялась ультразвуковым толщиномером типа УТ-93П.

Степень агрессивности воздействий по требованиям СНиП 2.03.11-85 “Защита строительных конструкций от коррозии” (см. табл. 24, 25) определена для следующих однородных зон эксплуатации литейного цеха ОАО “МЛЗ”:

- Зона “А”- внутри неотапливаемого здания с повышенными тепловыделениями технологических процессов литейного производства – среднеагрессивная;
- Зона “В”- на открытом воздухе в условиях общезаводской среды металлургического предприятия – среднеагрессивная.

Требования СНиП 2.03.11-85 к оценке внешних агрессивных воздействий на стальную поверхность конструкций устанавливаются в соответствии с условиями Приложений 1, 2 СНиП 2.03.11-85. Характеристика коррозионного состояния кровельных панелей представлена в табл. 1 с учетом расположения зон разрушения.

Таблица 1. Расчетные характеристики коррозионного состояния оцинкованных стальных обшивок панелей кровли литейного цеха

| Обозначение зон объекта | Характеристическое значение годовых коррозионных потерь, A_n , г/м ² | Степень разрушения цинкового покрытия | Коррозионные потери стального листа, мм | Кол-во элементов с признаками предельных состояний после 1 года эксплуатации, шт. | Уровень поврежденности в результате коррозионных воздействий, % |
|-------------------------|---|---------------------------------------|---|---|---|
| «А» | 1200 – 1500 | 0,2-0,7 | 0,15-0,35 | 38 | 15% |
| «В» | 2100-2300 | 0-0,3 | 0,25-0,55 | 12 | 5% |

Для ограждающих конструкций обшивок панелей основным видом предельного состояния является сквозное коррозионное разрушение, характерное для участков нахлесточных соединений профилированных листов, где наблюдается интенсивная щелевая коррозия.

4. Оценка конструктивных решений по замене ограждающих конструкций покрытия цеха

Для определения проектных требований была выполнена оценка условий эксплуатации существующих конструкций. Степень агрессивности воздействий для строительных конструкций зданий и сооружений предприятий определяется физико-химической сущностью и параметрами технологических процессов. Состав и концентрация коррозионных сред зависят от расположения, конструктивных особенностей и режима работы промышленных установок и оборудования, характера исходного сырья и выпускаемой продукции. Происхождение агрессивных веществ, выбрасываемых в атмосферу с уходящими газами, связано с наличием в твердом и жидком топливе балластных частиц, сернистых соединений, химически связанного азота и других элементов, переходящих в продукты сгорания. Технологические выделения при литейном производстве включают тепловые, химические (паровоздушные) и пылевые воздействия.

Степень агрессивного воздействия сред для конструкций литейного цеха определена как «среднеагрессивная». По требованиям Приложения 14 СНиП 2.03.11-85 применение ограждающих конструкций из оцинкованной стали допускается только в неагрессивных средах производственных помещений при условии окрашивания битумом или лакокрасочными материалами поверхности, контактирующей с утеплителем.

Качество и срок службы ограждающих конструкций с использованием оцинкованных стальных профилированных листов зависит от конструктивных решений и степени агрессивности режима эксплуатации производственных объектов.

Аудит коррозионного состояния ограждающих конструкций панелей кровли литейного цеха ОАО «МЛК» произведен на основе требований «Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд»; ДБН 362-92 “Оценка технического состояния стальных конструкций эксплуатируемых производственных зданий и сооружений”.

На основании анализа основных технологических выделений и контроля состава газовой среды выполнено зонирование интенсивности коррозионных воздействий с учетом режима эксплуатации технологического оборудования литейного цеха установлено, что

нормативные характеристики степени агрессивности среды для однородных зон эксплуатации СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии» составляют:

- зона «А» внутри цехового помещения: среднагрессивные воздействия – 1200 – 1500 г/м²год.
- зона «Б» на открытом воздухе производственной площадки ОАО «МЛЗ» : среднагрессивные воздействия – 2100 – 2300 г/м²год.

Оценка технического состояния обшивок панелей кровельного ограждения позволила установить :

- защитные покрытия оцинкованного профнастила имеют коррозионные повреждения по результатам первого года эксплуатации:
 - зона «А» степень разрушения 0,2-0,7;
 - зона «Б» степень разрушения 0,0-0,3;

что соответствует неудовлетворительному состоянию.

Визуальный осмотр и инструментальный контроль характера и интенсивности коррозионных повреждений конструктивных элементов стальных обшивок панелей выявил наличие сквозных поражений, характерных для предельных состояний по несущей способности и непригодности к нормальной эксплуатации.

Процессы коррозионного разрушения наиболее интенсивно протекают в зоне «В» расположения наружных обшивок панелей и на участках нахлесточных соединений конструктивных элементов зоны «А» в виде щелевой коррозии.

Анализ характера и интенсивности развития коррозионных поражений ограждающих конструкций кровли определяют необходимость и следующую очередность проведения ремонтно-восстановительных работ:

- техническое обслуживание конструкций, связанное с удалением пыли, грязи, строительного мусора с поверхности кровли;
- усиление, замена и противокоррозионная защита аварийно-опасных участков ограждающих конструкций, имеющих сквозные коррозионные поражения;
- для обеспечения надежности и долговечности , предотвращения возможности обрушения панелей в результате развития коррозионных процессов необходимо выполнить противокоррозионную защиту ограждающих конструкций в соответствии с рекомендациями ДСТУ Б.В.2.6-9-95 и требованиями СНиП 2.03.11-85.

УДК 662.742

К ВОПРОСУ УТИЛИЗАЦИИ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

Бован Д.В., Веретельник С.П., Кутняшенко И.В., Хмарук В.В.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Рассмотрены технологические аспекты, которые следует учитывать для повышения безопасности при утилизации боеприпасов с истекшим сроком хранения.

Вопросы хранения и утилизации боеприпасов на складах Украины вызывают серьёзное беспокойство у специалистов в связи с истечением срока хранения, возрастанием вероятности взрывов, загрязнением окружающей среды с нанесением огромного материального, морального и экологического ущерба.

Сейчас на складах хранится 2,5 млн. тонн боеприпасов, из которых 340 тыс. тонн нуждаются в срочной утилизации. Через 2,5 года количество таких боеприпасов возрастет до 500 тыс. тонн. С другой стороны эти боеприпасы являются резервом ценных вторичных материалов. Артиллерийский снаряд содержит высококачественную корпусную сталь, латунную гильзу, взрывчатые вещества (ВВ) разрывного и метательного зарядов. Имеющиеся в Украине специализированные производства, позволяют утилизировать не более 30-50 тыс. тонн боеприпасов в год, поэтому возникает необходимость внедрения новых эффективных

технологий утилизации. Утилизация боеприпасов должна выполняться в возможно короткие сроки и с соблюдением требований безопасности и экологичности.

Разнообразие боеприпасов, ограниченность технологий промышленной утилизации и масштабы накопления боеприпасов создают ряд научно-технических и организационных проблем.

На предприятиях оборонного комплекса предпринимаются попытки создания техники и технологии для утилизации, однако эти решения не вполне отвечают масштабам проблемы и нуждается в государственной и научной поддержке.

Для расчета перерабатывающего оборудования необходимо знание физико-механических характеристик перерабатываемых материалов. Значения характеристик отличаются существенной изменчивостью и зависят от конкретных условий. Недостаточно точные исходные данные приводят к неудачным конструкциям оборудования и неправильному выбору режимных параметров. Поэтому исследования характеристик необходимо проводить в условиях максимально близких к производственным. При проведении исследований не следует опасаться затрат времени и средств, поскольку затраты несопоставимо малы по сравнению с ущербом из-за ошибок проектирования.

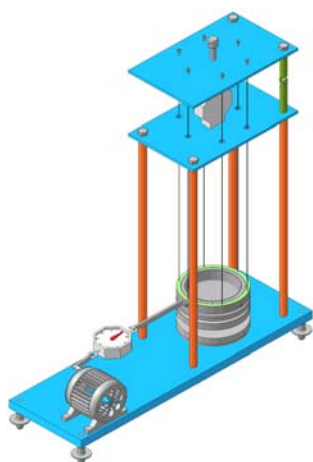


Рисунок 1. Прибор для сдвиговых испытаний

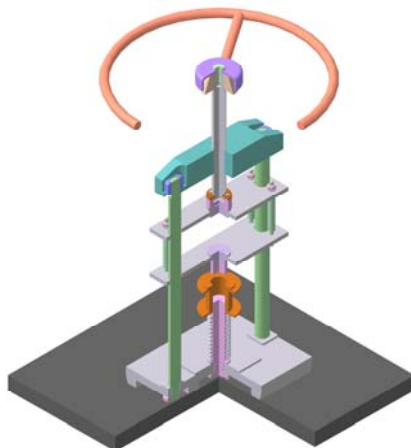


Рисунок 2. Прибор для компрессионных испытаний

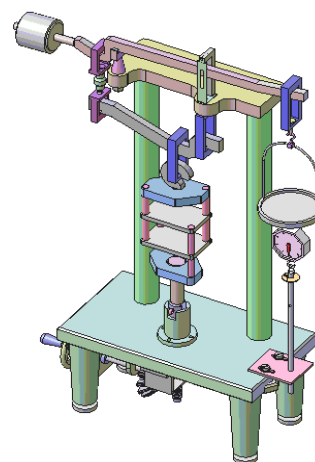


Рисунок 3. Прибор для прочностных испытаний

В качестве исходных данных наиболее часто используют такие физико-механические характеристики:

- плотность твердой фазы, насыпную плотность и компрессионные параметры материала;
- сдвиговые характеристики (коэффициенты внутреннего и внешнего трения и начальное сопротивление сдвигу);
- структурные характеристики (гранулометрический состав, форма частиц и угол естественного откоса);
- прочностные характеристики.

Особое значение при исследовании имеет оперативность и сопоставимость, т. е. при комплексных одновременных испытаниях достигается качественно новый результат.

Для реализации указанных принципов на кафедре МАХП разработан и запатентован приборный комплекс для оперативного определения физико-механических характеристик дискретных материалов ВВ, который может быть использован и для определения характеристик материалов подлежащих утилизации. Особую ценность представляет оперативная обработка результатов на ЭВМ и составление базы данных характеристик материалов.

Повышение достоверности определения физико-механических характеристик позволяет создавать более надёжное оборудование повышенной экологической безопасности.

ВЛИЯНИЕ НЕФТЕГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ МЕГАПОЛИСОВ

Решетняк В.С.^{*}, Рябенко А.В.^{*}, Топоров А.А.^{**}, Марьенков С.В.^{**}

(ЗАО «Северодонецкий ОРГХИМ»^{*}, ДонНТУ^{**}, Северодонецк, Донецк, Украина)

В статье рассмотрены вопросы негативного влияния нефтегазоперерабатывающих производств экологию мегаполисов. Описаны основные факторы опасности объектов переработки углеводородных систем, их современное состояние. Рассмотрены причины возникновения аварий и методы снижения уровня опасности опасных промышленных объектов.

Переработка и хозяйственное применение углеводородных систем определяют облик современной цивилизации. Производства по переработке углеводородных систем играют ключевую роль в мировом топливно-энергетическом комплексе и нефтехимии. Это неудивительно, так как наблюдаемая тенденция последовательного увеличения удельного веса углеводородных систем в мировом экономическом балансе - сложившаяся закономерность, и в обозримой перспективе эта закономерность сохранится.

Для нефтегазоперерабатывающей промышленности характерна высокая энергонасыщенность. Так, типовой нефтеперерабатывающий завод (НПЗ) в зависимости от производительности по сырью сосредотачивает на своей территории запас углеводородного топлива, эквивалентный 2-5 Мт тротила.

По некоторым данным в отечественной нефте-газоперерабатывающей промышленности "выбрасывается" в атмосферу около 0,45% перерабатываемого сырья, в то время как на Западе - 0,1%. Со сточными водами нефтеперерабатывающих предприятий в водоемы поступает значительное количество нефтепродуктов, сульфидов, хлоридов, соединений азота, фенолов, солей тяжелых металлов, взвешенных веществ и др. На нефтеперерабатывающих заводах, нефтебазах происходит загрязнение почвенного слоя нефтепродуктами на значительную глубину, а в подпочвенных горизонтах образуются линзы нефтепродуктов, которые с грунтовыми водами могут мигрировать, загрязнять окружающую среду и создавать аварийные ситуации. На предприятиях нефтеперерабатывающей промышленности ежегодно образуются миллионы тонн жидких и твердых отходов, из которых 80% перерабатывается непосредственно на предприятиях, а часть передается в другие отрасли. Распространенным видом отходов являются нефтяные шламы, выход которых составляет 7 кг на 1 т перерабатываемой нефти.

Специфика украинских НПЗ заключается в изношенности производственных фондов, несоответствии качества нефтепродуктов международным стандартам, низкой глубине переработки нефти - около 65%.

Не менее острые проблемы возникают при транспорте нефти и газа на перерабатывающие заводы. На НПЗ нефть подается трубопроводным, водным (танкеры, баржи) и железнодорожным (цистерны) транспортом. Наиболее экономична транспортировка нефти по трубопроводам. Но при трубопроводной транспортировке нефти возникают очень серьезные экологические проблемы. Нефть транспортируется по трубопроводам диаметром 300-1200 мм, подверженным коррозии, отложениям смол и парафинов внутри труб. По данным специалистов, абсолютное большинство (89-96%) аварийных разливов нефти вызывают сильные и необратимые повреждения природных биоценозов. При ликвидации последствий аварий на трубопроводах часто используются приемы, которые еще больше усугубляют экологическую ситуацию

Развитие городов и промышленных районов, а также градостроительная политика последних десятилетий привели к тому, что большинство предприятий по переработке углеводородных систем, включая нефтеперерабатывающие и нефтехимические производства, оказались в черте городских мегаполисов.

Ежегодно на предприятиях происходят аварии, материальный ущерб от которых исчисляется сотнями миллионов долларов. Современные технологии ведут к экологическим кризисам и катастрофам, если не изменить подход к эксплуатации имеющихся и к проектированию новых производств.

Это особенно актуально, поскольку на отечественных объектах по переработке углеводородных систем отсутствуют надежные системы предотвращения и локализации аварийных ситуаций.

Даже, если учесть, что информация о части аварий предприятия нефтегазового комплекса СНГ является неполной, имеющиеся цифры говорят сами за себя. Ежегодно на предприятиях отрасли происходит порядка 50 крупных аварий и около 20 тыс. случаев, сопровождающихся значительными разливами нефти, попаданием ее в водоемы, гибелью людей, большими материальными потерями.

Основную опасность для промышленной территории объектов нефтегазопереработки представляют аварийная загазованность, пожары и взрывы. Из них пожары составляют 58,5% от общего числа опасных ситуаций; загазованность - 17,9%; взрывы - 15,1%; прочие опасные ситуации - 8,5%. Напомним, что на долю предприятий нефтегазоперерабатывающей промышленности приходится почти половина выбросов пожаровзрывоопасных веществ в атмосферу. Кроме того, с увеличением объемов производства, транспортирования, хранения и потребления сжиженных углеводородных газов растет число пожаров отличающихся большой длительностью, значительными людскими и материальными потерями.

Установлено, что крупные аварии и сопровождающие их пожары и взрывы на производствах, связанных с переработкой углеводородного сырья, в большинстве случаев происходят из-за утечек горючей жидкости или углеводородного газа, возникающих в основном по следующим причинам:

- несовершенство проектных решений (3%);
- конструктивное несовершенство оборудования (5%);
- отступление от требований проектно-технической документации (12%);
- дефекты изготовления оборудования и материалов (16%);
- дефекты строительно-монтажных работ (21%);
- нарушение правил эксплуатации (27%);
- износ оборудования (11%);
- внешние природные и техногенные воздействия (5%).

Источниками воспламенения газоздушных смесей на открытых технологических установках являются:

- нагретая до высокой температуры поверхность технологического оборудования (36,8%);
- открытый огонь печей (22,8%);
- электрические искры неисправного оборудования (8,9%);
- открытый огонь при газосварочных работах (8,8%);
- повышение температуры при трении (7,6%);
- самовоспламенение продуктов (7,5%);
- прочие источники (7,6%).

Наивысший уровень безопасности объектов нефтегазо-переработки может быть достигнут именно на ранних стадиях жизненного цикла (предпроектной, стадий проектирования, изготовления оборудования, строительно-монтажных и пусконаладочных работ). Он закладывается в виде начального (требуемого или желаемого) уровня безопасности объекта, присущего выбранному исходному варианту системы переработки. На начальный уровень накладываются уровни безопасности последующих стадий, которые в зависимости от принятых проектных решений, направленных на повышение безопасности, с одной стороны, и допущенных в ходе проектирования ошибок с другой стороны могут повышать или понижать начальный уровень безопасности.

Ряд факторов, влияющих на безопасность объекта, связан с качеством изготовления комплектующих объекта и материалов, необходимых для его сооружения. Понижение безопасности объекта вследствие некачественного изготовления комплектующих и материалов сложно учесть в процессе проектирования. Особенно в случае применения новой техники, статистическая информация, об эксплуатации которой отсутствует.

Ключевыми стадиями с точки зрения экологической безопасности объекта являются стадии производства строительно-монтажных и пусконаладочных работ. Согласно приведенной выше статистике большая часть потенциальных аварийных ситуаций «зарождается» еще до ввода опасного объекта в эксплуатацию.

Основные причины существенного снижения начального уровня безопасности объекта на доэксплуатационных стадиях жизни как правило следующие:

- в большинстве случаев формальный подход к анализу уровня безопасности и надежности объекта при проектировании;
- распределение ответственности за безопасность объекта между субъектами хозяйственной деятельности – участниками строительства;
- заинтересованность проектантов, изготовителей и поставщиков оборудования и материалов, строительных и монтажных организаций в сокрытии дефектов, допущенных по своей вине;
- неудовлетворительная координация действий участников строительства при совместном производстве работ;
- в ряде случаев отсутствие у заказчика квалифицированного персонала по надзору за строительством;
- производство работ в тяжелых природно-климатических условиях;
- недостаточное использование отечественными организациями современных стандартов и методов управления проектами строительства.

Для минимизации снижения начального уровня безопасности объекта в период строительства и ввода в эксплуатацию необходимы следующие мероприятия:

- всесторонний анализ уровня экологической безопасности объекта при проектировании, что позволит исключить применение проектных решений, понижающих безопасность, и предоставит достоверную информацию специалистам, ответственным за качество строительства;
- постадийный мониторинг изменения начального уровня безопасности объекта в комплексе с техническими и организационными мероприятиями по управлению рисками;
- привлечение организации, проводящей независимый технический надзор за соответствием строительно-монтажных работ нормативам по безопасности, что исключит негативное влияние заинтересованных участников строительства на качество строительства и позволит своевременно выявить дефекты и нарушения;
- привлечение специализированных пуско-наладочных организаций, что позволит выявить «узкие места» данного объекта и обеспечит безаварийный ввод в эксплуатацию;
- внедрение современных стандартов и методов управления проектами строительства, что обеспечит координацию участников строительства при производстве работ, своевременное выполнение процедур контроля качества.

Таким образом, для обеспечения современного уровня экологической и техногенной безопасности нефтегазо-перерабатывающих производств, расположенных поблизости мегаполисов, экономически наиболее целесообразно применять мероприятия на стадии строительства и ввода в эксплуатацию, для чего необходимо разработать соответствующее научно-методическое обеспечение.

Литература

- 1 А.М.Козлитин, А.И.Попов Методы технико-экономической оценки промышленной и экологической безопасности высокорисковых объектов техносферы - Саратов: Саратовский государственный технический университет, 2000. – 216 с.
- 2 А.Н.Елохин Анализ управления рисками: Теория и практика – М.: ООО «Полимедиа», 2002. – 192 с.
- 3 А.А.Абросимов, Экология переработки углеводородных систем – М.: Химия, 2002. – 608 с.

“ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ МЕГАПОЛИСОВ”

Материалы III международной научно-практической конференции-выставки

23-27 мая 2006 года