

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ,
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ
УКРАИНЫ
МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ
ДОНЕЦКАЯ ОБЛАСТНАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АДМИНИСТРАЦИЯ
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОАО «АВДЕЕВСКИЙ КОКСОХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД»
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНОЙ
ЭКОЛОГИИ
ДОНЕЦКИЙ ФИЛИАЛ ГЭИ МИНПРИРОДЫ УКРАИНЫ
ГУП ЭКОТЕХПРОМ



Материалы V международной научно-практической конференции-выставки
“ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ МЕГАПОЛИСОВ”

Посвящается
80-летию факультета экологии и
химической технологии ДонНТУ

21-23 мая 2008 года
Донецк – Авдеевка

УДК 330.15

Э-40 Экологические проблемы индустриальных мегаполисов: Материалы международной научно-практической конференции. Донецк – Авдеевка. 21 – 23 мая 2008 г., – Донецк, ДонНТУ Министерства образования и науки Украины, 2008. - 168 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. Катальмов, 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. А.И. Панасенко, к.т.н. А.С. Парфенюк, к.т.н. А.А. Топоров, д-р хим. наук В.В. Шаповалов.

Рекомендовано к печати ученым советом Донецкого национального технического университета Министерства образования и науки Украины. Протокол № 8 от 24 апреля 2008 г.

ISBN 966-508-311-2

© Донецкий национальный технический университет Министерства образования и науки Украины, 2008

СОДЕРЖАНИЕ

Пленарное заседание

Минаев А.А. Восемдесят лет факультету экологии и химической технологии ДонНТУ.....	6
Генералов М.Б. Криохимическая нанотехнология	11
Власов Г.А. Обеспечение экологической безопасности и экономической эффективности – главная цель инновационных направлений развития коксохимического предприятия	13
Засевский В.П. Анализ состояния окружающей природной среды в Донецкой области в 2007 году.....	18

Секция 1.

Актуальные аспекты крупных урбоэкосистем, защита воздушного и водного бассейнов, геотехнологии в решении экологических проблем

Беляева І.В., Калінкіна О.М. Оцінка можливості використання показника біологічного віку людини в медико-екологічному моніторингу	23
Берестовая А.А., Шаповалов В.В., Прилипко Ю.С., Мнускина Ю.В. Самораспространяющееся взаимодействия в системах $Fe_2(SO_4)_3 - ZnO - NaO_2$, $ZnSO_4 - Fe_2(SO_4)_3 - NaO_2$ и $Fe_2O_3 - ZnSO_4 - NaO_2$	26
Бородай Ю.К., Мнускіна Ю.В., Прокопенко Н.Ю. Можливість використання органо-мінеральних відходів виробництва для підвищення родючості ґрунтів	29
Долженко Е.Г., Клягин Г.С. Диоксины в металлургии и методы их обезвреживания.....	31
Жирикова Е.А., Вислобод А.А., Мищенко И.М. Контроль, учет и пути снижения энергоемкости продукции черной металлургии	33
Кроз В.В., Куликовская О.В., Беломеря Н.И. Получение теплоизоляционных строительных материалов из техногенных продуктов	36
Перистый М.М., Кравченко А.В., Пакка М.А. Энергосберегающие технологии сталеплавильного производства	40
Трошина Е.А., Денисович Ю.А., Макаришина Ю.И., Кирбаба В.В. Индексы загрязнения воды и биотесты в оценке качества очистки сточных вод предприятия.....	43
Чайка Л.В., Тарковская М.В. Влияние температуры на максимальные приземные концентрации отдельных компонентов в выбросах отработанных газов автомобилей	45
Шаповалов В.В., Мнускина Ю.В. Самораспространяющееся взаимодействие как метод переработки солей кадмия	47
Баранов Д.А., Клевлеев В.М., Кренделева В.В., Кузнецова И.А., Алиференкова М.А. Мероприятия, проводимые в России, в связи с вступлением в силу REACH	50
Богданов Р.И., Богданов М.Р. Модель дожигания отходов в турбулентном режиме	53
Бондарь В.А., Любартович В.А. Защита окружающей среды на автозаправочных станциях (комплексах)	55
Соколов А.С., Лагуткин М.Г. Проблема утилизации сернистых газов заводов цветной металлургии, расположенных в индустриальных мегаполисах.....	58
Шилин М.В., Цветков А.Л., Тарасова Л.А. Получение безразмерных параметров, характеризующих процессы переноса в вихревой трубе.....	61

Сочевічек Я.В., Чайка Л.В. Екологічний моніторинг річки Кальміус	62
Степанова Е.А., Резцов П.И., Сюзяева О.В. Основные тенденции в образовании безопасности жизнедеятельности и возможные пути их реализации.....	64
Мокин М.А., Земский В.Г., Сюзяева О.В. Некоторые аспекты химического загрязнения окружающей среды Донецкой области	67
Бережинский Я.З., Кирбаба В.В., Становова В.А. Металлотканевые фильтры – перспективное направление в решении экологических проблем Донбасса	69

Секция 2.

Энеорго и ресурсосбережение, прогрессивные технологии и оборудование

Бутюгин А.В., Узденников Н.Б., Кирбаба В.В., Антонова А.Л., Плевако М.З. Изучение возможности регулирования свойств породы отвала углеобогащения.....	73
Кирбаба В.В., Дробот О.Ю. Экологическое значение процессов обесфеноливания сточных вод коксохимического производства.....	74
Золотарёв И.В., Ильяшов М.А., Резников С.Ю., Саранчук В.И., Збыковский Е.И. Технология комплексной промышленной утилизации отходов углеобогащения.....	77
Золотарёв И.В., Ильяшов М.А., Саранчук В.И., Збыковский Е.И., Листопад А.С., Яценко Ю.А., Тамко В.А. Улучшение качества кокса за счет неорганических веществ	79
Клешня Г.Г., Чешко Ф.Ф. Производство добавок к каменноугольному пеку на основе вторичных смолистых продуктов КХП.....	81
Комиссарова О.В., Гребенюк А.Ф. Проблемы проектирования этаноламиновых сероочисток коксового газа	83
Комиссарова О.В., Гребенюк А.Ф. Разработка методики расчета этаноламиновой сероочистки коксового газа	85
Нифантова Л.С., Матвиенко В.Г. Определение теплот растворения диоксида углерода в органических абсорбентах по данным о растворимости	88
Сафин В.А., Бутузова Л.Ф., Янева Н. Исследование термической деструкции разновосстановленных спекающихся углей	91
Скрипченко Н.П. Проблема охраны окружающей среды в свете организации производства каменноугольного пропиточного пека.....	94
Фидчунов А.Л., Шульга И.В., Кауфман С.И. К вопросу о ресурсе образования топливных (прососных) оксидов азота при обогреве коксовых печей.....	95
Шульга И.В., Фидчунов А.Л. Особенности образования оксидов азота пох в периоды разогрев, пуск, заграфичивания кладки при пуске коксовых печей.....	98
Назаров В.И., Морозов А.Н. Разработка процесса гранулирования ферментных препаратов	100
Конченко Е.В., Кочура В.В. Утилизация пластмассовых отходов в доменном производстве.....	101
Клевлеев В.М., Кренделева В.В., Кузнецова И.А., Алиференкова М.А. Внедрение REACH в странах Евросоюза.....	104
Шевкопляс В.Н., Бутузова Л.Ф., Ляшук С.Н. Совместная переработка бурых углей с пластиком как источник углеводородного сырья для химической промышленности.....	106
Мизько А.А., Парфенюк А.С. Возможности ресурсосбережения при производстве гипсокартонных плит	109

Бутузова Л.Ф., Сафин В.А. Полукоксование высокосернистых спекающихся углей в присутствии добавок.....	112
--	-----

Секция 3.

Экологическая и техногенная безопасность, и переработка отходов, мониторинг техногенных систем

Агеев А. И., Парфенюк А.С., Гайдаенко А.С. Конструктивные методы повышения надежности и безопасности конвейерных галерей на коксохимическом заводе.....	115
Филатов Ю.В., Королев В.П., Бондаренко А.В. Регистрационный метод мониторинга технического состояния конструкций.....	118
Колесниченко С.В., Кулик А.А., Суярко В.А. Структура нормативных документов технологической безопасности предприятия	120
Колесниченко С.В., Джерен С.Я., Шкода В.Г. Структура технической эксплуатации зданий и сооружений как составляющая технологической безопасности предприятия.....	123
Корольов В.П., Висоцький Ю.Б., Колесніченко С.В. Стан і заходи для забезпечення технологічної безпеки в основних галузях економіки Донбасу	125
Высоцкий Ю.Б., Королев В.П., Сохина С.И., Шевченко О.Н., Селютин Ю.В. Экологические проблемы индустриального Донбасса и утилизация побочных продуктов коксохимического производства в противокоррозионные материалы.....	129
Королев В.П., Магунова Н.Г. Проблема долговечности конструкций из стальных оцинкованных профилей в промышленной атмосфере городов Донбасса.....	134
Нестеров А.Н., Остапенко М.А. Влияние угла раскрытия боковых стенок камеры термолизного агрегата на силовые параметры перемещения углеродного дисперсного материала	136
Гноевой А.В. Компьютерное моделирование виброзащитных систем.....	140
Каталымов А.В., Гданский Н.И. Производство строительных материалов из полимерных отходов	142
Луганцев Л.Д., Коростыльов А.В. Компьютерный мониторинг несущей способности и долговечности реакционных труб высокотемпературных печей конверсии метана	144
Малеев В.Б., Журба В.В., Кудрявцев А.А. Определение верхнего предела крупности частиц исходного материала при грохочении в поле центробежных сил	147
Топоров А.А., Акусов В.В., Локтионова А.А. Предупреждение техногенных аварий химического оборудования на основе прогноза их технического состояния	151
Парфенюк А.С., Костина Е.Д. О восстановление кладки коксовых печей на основе прогнозирования образования дефектов.....	155
Третьяков П.В., Алексеева О.Е. Гарантия долговечности тепловых агрегатов для переработки углеродистых материалов.....	158
Нестеров А.Н., Остапенко М.А. Моделирование процесса формования твердых бытовых и промышленных отходов	160
Бован Д.В., Веретельник С.П. Классификация видов внутреннего и внешнего взаимодействия компонентов ВВ.....	163
Аверин Е.Г., Парфенюк А.С. Анализ состояния зеленых зон на территории города Донецка.....	165

**80 ЛЕТ ФАКУЛЬТЕТУ ЭКОЛОГИИ И ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДОНЕЦКОГО
НАЦИОНАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Минаев А.А.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Наша конференция посвящена 80-летию факультета экологии и химической технологии Донецкого национального технического университета. Поэтому позвольте мне представить вашему вниманию небольшую историческую справку и рассказать о сегодняшнем дне факультета.

Факультет экологии и химической технологии (ФЭХТ), который ранее назывался химико-технологическим, был создан в 1928 году и является одним из старейших факультетов Донецкого политехнического института (ДПИ), а ныне Донецкого национального технического университета (ДонНТУ).

ДонНТУ и ФЭХТ, имеют богатые традиции и широко известны не только в Донбассе и Украине, но и в ближнем и дальнем зарубежье, имеют высшую степень аккредитации (лицензия АА № 867775 от 08.11.2004 г.) и лидируют в Донецком регионе по подготовке высококвалифицированных инженерных кадров для химической и других основных отраслей промышленности Донбасса и всей Украины.

Это во многом обусловлено тем, что Донбасс занимает ведущее место среди промышленных регионов Украины. Здесь расположено 70% коксохимических, 80% огнеупорных, около 50 % химических предприятий Украины и много других производств, отраслевых институтов и научно-производственных комплексов. Поэтому наш регион остро нуждается в инженерно-технических и научных кадрах и усиленном внимании к охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов.

Решение этих задач факультет осуществляет в сотрудничестве со многими промышленными предприятиями, госучреждениями, техникумами.

На базе факультета работают филиалы кафедр на Авдеевском коксохимическом заводе, ДНТЦ «Реактивэлектрон», учебно-научно-производственные комплексы: „Технология переработки угля” (с Донецким КХЗ и ИнФОУ АН Украины) и „Энергия” (с Донецким казенным заводом химических изделий), созданы филиалы кафедр в Государственном управлении охраны окружающей природной среды в Донецкой области, учебно-научно-производственный комплекс «Силикатчик» с Артёмовским, Константиновским, Амвросиевским индустриальными техникумами и рядом предприятий огнеупорной и стекольной промышленности.

Факультет сегодня – это более 100 преподавателей и сотрудников, около тысячи студентов разных специальностей и форм обучения и больше 10000 выпускников разных лет, это 5 кафедр с их традициями, научными школами, достижениями.

Деканами факультета были А.А.Агроскин, А.С.Носков, Д.И.Ожерельев, В.И.Коробчанский, В.С.Масляев, В.Г.Пугач. В настоящее время деканом факультета является А.С.Парфенюк.

Кафедра общей химии, старейшая в университете, была основана в 1924 г. на базе химической лаборатории видным ученым, одним из основоположников нашего вуза – профессором А.И.Тулпаровым. Работы А.И.Тулпарова имели большое значение для восстановления промышленности Донбасса после гражданской войны. Им были исследованы грунтовые воды Донбасса, что позволило спроектировать и построить первый в г. Сталино водопровод. Он автор известных книг "Технология воды и топлива", "Химия циклических компонентов каменноугольной смолы". В довоенные годы и сразу после войны кафедре

возглавляли известные ученые и педагоги профессора М.М.Платонов, И.А.Пьянков, доцент Д.С.Дорофеев.

С 1954 г. по 1973 г. кафедрой руководил доцент Д.И.Ожерельев. Заложенные им традиции скрупулезнейшего подхода к методике преподавания, от содержания курсов до размещения записей на доске, традиционно составляют одну из сильных сторон преподавания на кафедре.

Значительный вклад в подготовку научных кадров внес профессор Ю.Ф.Лысенко, проводивший исследования в области химии неводных растворов. Под его руководством было защищено 12 кандидатский диссертаций.

Одним из первопроходцев учебного телевидения почти сорок лет назад был доцент В.С.Семыкин, читавший лекции по общей химии. Кстати, он является автором стихов «Марша политехников».

В 1973 г. кафедру возглавила проф., д.х.н. Р.В.Визгерт. Под ее руководством были начаты работы по химии сероорганических соединений, синтезу и реакционной способности производных сульфокислот. За научные заслуги профессор Р.В.Визгерт была удостоена звания лауреата премии АН Украины им. А.Писаржевского, а с 1995 г. профессора фонда Сороса.

В настоящее время на кафедре продолжают активную работу ученики Р.В.Визгерт – доценты Н.Н.Максименко, М.П.Михеева, Л.И.Рублева, С.Г.Шейко.

С 1989 г. кафедру общей химии возглавляет д.х.н., профессор Приседский В.В. – член-корреспондент Петровской академии наук и искусств в Санкт-Петербурге, член Американского химического общества. Созданная им научная школа включает 14 подготовленных кандидатов наук. Под его руководством проводятся исследования в области химии твердого тела и новых оксидных неорганических материалов.

На кафедре сформулирована и принята общая концепция преподавания химии в инженерном вузе. Целью является преподавание химии не только как фундаментальной научной дисциплины, но и как научной основы инженерного материаловедения, теории технологических процессов, природоохранной науки и деятельности.

Кафедра первой в университете начала разработку учебного пакета для самостоятельной подготовки студентов по химическим дисциплинам. С 1993 г. по желанию студентов ведется преподавание на английском языке.

На базе кафедры организована школа довузовской подготовки «Юный химик», играющая важную роль в привлечении и подготовке абитуриентов на специальности факультета. Большую работу в этом направлении ведут доценты И.А.Удодов, Л.И.Рублева, И.В.Мнускина.

На кафедре физической и органической химии под руководством проф. Н.Л.Ярым-Агаева сложилось научное направление «Термодинамика фазовых равновесий». Было разработано описание фазового равновесия жидкость - пар в двух- и многокомпонентных системах для широкого класса таких систем. Выполнены пионерские работы в области изучения электропроводности насыщенных паров галогенидов щелочных металлов. Проведен обширный цикл исследований фазового равновесия в системах с компонентами природного газа. В результате их выполнения предложены эффективные абсорбенты для очистки газа и его низкотемпературной осушки. Это направление развивает проф. В.Г.Матвиенко.

В области органической химии доцент Д.Д.Мысык ведет плодотворную научную работу по синтезу химических соединений для бессеребряной записи информации.

Под руководством доцента К.А.Уваровой с участием сотрудников кафедры выпущено и утверждено Госстандартом более 300 стандартных образцов сплавов. Разработан ряд новых методов анализа цветных и черных металлов, методики аттестованы и внедрены в производство. Два метода определения железа введены в ГОСТ Украины: «Сплавы медно-цинковые. Методы анализа» и «Бронза фосфористая. Методы анализа».

В настоящее время под руководством зав. кафедрой, профессора Ю.Б.Высоцкого с участием ученых института Макса Планка (Германия) выполняется цикл работ по

экспериментальному и теоретическому исследованию кластерообразования различных классов веществ на поверхности раздела жидкость – пар.

Кафедра химической технологии топлива – одна из старейших в университете. Она была создана в 1930 году. У истоков и руководства кафедры ХТТ стояли такие выдающиеся ученые как профпрофессор В.С.Крым, член-корр. АН УССР профессор И.Е.Коробчанский, профессора А.А.Агроскин, А.И.Тулпаров, М.Д.Кузнецов

Позднее кафедрой возглавляли доценты А.Ф.Гребенюк, П.Л.Новицкий, Е.И.Збыковский. Сегодня руководит кафедрой ХТТ профессор, д.х.н. Л.Ф.Бутузова.

Свой вклад в развитие кафедры внесли профессора Н.А.Никольский, Г.И.Дешалит, Я.М.Обуховский, В.И. Саранчук, доценты Н.И.Кочергин, Е.Я.Эйдельман, М.Г.Резник, И.Л.Непомнящий, В.М.Леоненко, О.Е.Сагаловский, З.Г.Лянная, В.Г.Пугач, Б.Я.Чеховской, С.С.Гребенникова, Л.М.Акимова, Н.Н.Кочергина, Т.Н.Празникова.

Многим поколениям химиков-технологов известны книга профессоров И.Е.Коробчанского и М.Д.Кузнецова «Расчеты аппаратуры для улавливания химических продуктов коксования», которая выдержала 2 издания и переведена за рубежом и учебные пособия профессора В.И.Коробчанского «Технологические схемы улавливания и переработки химических продуктов коксования» и доцента Е.Я.Эйдельмана «Основы технологии коксования углей». Профессор В.И.Саранчук со своими учениками и коллегами опубликовал в последние годы десять монографий, которые широко используются специалистами, аспирантами и студентами.

Под руководством И.Е.Коробчанского была разработана технология подземной газификации углей бесшахтным способом, защищенная рядом авторских свидетельств. Эта технология явилась основой для создания документации, которая в 1982 г. была продана по лицензионному соглашению фирме «Техас Ютилитис» (США). Исследования в области подготовки угля к коксованию избирательным и дифференцированным дроблением вели доценты П.Л.Новицкий, Е.И.Збыковский, в области обогащения углей в тяжелых органических средах, использование твердого теплоносителя для сушки и полукоксования углей, газификация угля – профессор В.И.Коробчанский. Изучение динамики процессов низкотемпературного окисления углей вели П.Л.Новицкий, Б.Я.Чеховской, В.Ф.Горюшкин, Е.И.Збыковский и продолжают А.И.Збыковский, В.В.Ошовский. В изучение теоретических основ и методов расчета процессов улавливания и переработки химических продуктов коксования и охраны окружающей среды внесли свой вклад А.Ф.Гребенюк, С.С.Гребенникова, В.Г.Пугач, Л.Н.Акимова, Б.Я.Чеховской. Разработаны аппараты с направленным перемещением кипящего слоя для термической обработки зернистых материалов, аппараты для гидравлической классификации углей, внедренные на ряде коксохимических заводов Украины.

Научную школу кафедры ХТТ сегодня возглавляют профессора Л.Ф.Бутузова В.И.Саранчук. Приоритетными являются работы кафедры, направленные на повышение качества кокса и химических продуктов коксования, совершенствование технологии переработки топлива, полукоксование и газификация низкосортного топлива и исследование структуры и процессов термической деструкции углей.

Кафедра прикладной экологии и охраны окружающей среды является не только крупнейшей выпускающей кафедрой факультета, но и занимает ведущие позиции среди экологических кафедр Украины. В этом году исполнилось 30 лет как первые в нашей Донецкой области специалисты-экологи покинули стены кафедры.

Она основана 20 мая 1966 года как кафедра «Технология неорганических веществ и неорганическая химия». Первым заведующим кафедрой был лауреат Государственной премии СССР, профессор М.И.Кляшторный.

В 1996 года кафедра получила свое нынешнее название. В разные годы заведующими кафедрой были: доценты В.С.Масляев, Ю.Л.Попов, А.И.Панасенко. С 2004 года кафедрой возглавляет д.т.н., проф. В.В.Шаповалов.

На кафедре работают более 30 преподавателей, в их числе ведущие специалисты Государственного управления охраны окружающей природной среды и Государственной

экологической инспекции в Донецкой области. Четыре преподавателя кафедры награждены знаком «Відмінник освіти України».

За время существования кафедры ПЭиООС по ряду направлений химической технологии и экологии выпущено более 2500 специалистов.

Под руководством М.И.Кляшторного и В.С.Масляева на протяжении почти четверти века проводилась крупнейшая в нашем ВУЗе научно-исследовательская работа государственного значения. Был разработан поглотитель углекислого газа для систем регенерации воздуха замкнутых объёмов и налажено его серийное производство. Работы сотрудников кафедры отмечены на Всемирной выставке научных исследований и новых технологий – “Эврика-2000” дипломом и золотой медалью в Брюсселе, 2000. В настоящее время кафедра решает вопросы энерго- и ресурсосберегающих технологий и охраны природы. В решение этих вопросов большой вклад внесли профессора Д.М.Паладе и Р.Г.Синельщиков.

Особо хочу отметить экологическую направленность работы кафедры. Впервые о роли экологического образования в современном мире решительно заявила Стокгольмская конференция по окружающей среде (1972 г.). И уже в 1973 году на кафедре благодаря активной работе заведующего кафедрой В.С.Масляева и поддержке руководителей предприятий химической промышленности и научных учреждений Донбасса была открыта новая специальность «Технология рекуперации вторичных материалов промышленности». Началась подготовка остро необходимых для Донецкой области инженеров-химиков-экологов. На этой специальности, имеющей сегодня название «экология и охрана окружающей среды», выпущено почти 1300 инженеров-экологов. Кафедра стала одной из ведущих на Украине в области высшего экологического образования и успешно проводит по поручению Министерства образования и науки Украины Всеукраинский конкурс научных работ студентов по отрасли науки «Экология и охрана окружающей среды».

Среди выпускников кафедры по этой специальности - начальники отделов Государственного управления охраны окружающей природной среды в Донецкой области, Государственной экологической инспекции в Донецкой области О.А.Суворова, С.В.Поль, В.А.Марченко, доцент Е.В.Короткова и др.

В 1984 году на кафедре была начата подготовка инженеров-химиков-технологов по специальности «Химическая технология керамики и огнеупоров» для одной из основных отраслей – огнеупорной промышленности. За эти годы выпущено около 500 специалистов, из них защитили кандидатские диссертации А.Н.Гороховский, Р.Д.Мысык, А.Н.Пушкарев. Многие занимают ответственные руководящие должности: В.Н.Дерлименко, В.В.Макоткин, А.И.Беспалый, П.В.Рядченко, В.В.Захаров, И.Н.Медяник.

В течение 20 лет кафедра по заданию МОН Украины успешно проводит Всеукраинские студенческие мероприятия: олимпиаду по экологии, Международную конференцию по экологии и охране окружающей среды, конкурс студенческих научных работ.

Кафедра машин и аппаратов химических производств создана в мае 1964 году для подготовки инженеров-механиков по эксплуатации оборудования химических и коксохимических заводов, предприятий строительных материалов и для работы в проектных и научно-исследовательских организациях соответствующего профиля. Ее основателем и первым заведующим был И.Л.Непомнящий. Позднее заведующими кафедрой были доценты А.В.Чамов и Л.Ф.Лукьянченко. Ныне кафедрой руководит доцент С.П.Веретельник.

При относительной малочисленности преподавательского состава кафедра подготовила более 2000 специалистов, и сегодня одна из самых молодежных в университете.

Первыми преподавателями кафедры были Е.Р.Кузнецов, А.В.Чамов, И.П.Слюсарь, В.С.Ткачев, М.А.Остапенко, Н.Н.Филатов. В основу творческой жизни кафедры МАХП наряду с подготовкой инженеров-механиков были положены научно-исследовательская работа и подготовка кандидатов технических наук. Уже через несколько лет после основания кафедры были созданы уникальные экспериментальные установки для непрерывного коксования слабоспекающихся углей на Авдеевском коксохимическом заводе. Наибольшее развитие кафедра получила в 80-90-е годы. К этому периоду относится приход молодого поколения

преподавателей. После окончания института на кафедре стали работать В.Н.Мовчанюк, С.П.Веретельник, А.С.Парфенюк, А.В.Киричук, а позднее Е.Д.Костина, И.В.Кутняшенко, А.А.Топоров, О.Е.Алексеева, П.В.Третьяков.

Книга преподавателей кафедры В.С.Ткачева и М.А.Остапенко «Оборудование коксохимических заводов» служит учебным пособием не только для студентов механиков, но и для студентов других специальностей.

Важным направлением научной работы кафедры можно считать сложившиеся под руководством А.С.Парфенюка направление создания научных основ повышения надежности техники и технологии коксохимического производства. Разработана и внедрена система технического обслуживания и ремонта коксовых машин на основе показателей надежности; защищены многими авторскими свидетельствами и внедрены со значительным экономическим эффектом на коксохимических заводах конструкции новых агрегатов и машин.

Под руководством А.И.Сибилева при участии профессора М.П.Зборщика, доцентов А.С.Парфенюка и С.П.Веретельника, сотрудников других предприятий и организаций впервые в мировой практике разработаны, сооружены и проверены в эксплуатации коксовые батареи из крупноразмерных огнеупорных бетонных блоков. Эта разработка признана перспективной для коксохимической и огнеупорной промышленности. Доценты А.С.Парфенюк и С.П.Веретельник в составе авторского коллектива стали лауреатами премии Совета Министров. В 1996 г. доценту А.С.Парфенюку присвоено почетное звание «Заслуженный изобретатель Украины».

Должен отметить сотрудничество кафедры МАХП с Московским государственным университетом инженерной экологии (МГУИЭ), ректор которого профессор М.Б.Генералов в 2002 году был избран почетным доктором нашего университета по кафедре МАХП.

Хочу особо отметить одного из выпускников кафедры МАХП, а сегодня доктора технических наук, генерального директора крупнейшего в Европе Авдеевского коксохимзавода Г.А.Власова – одного из инициаторов нашей конференции. Возглавляемое им предприятие, на котором трудится сегодня несколько сотен инженеров – выпускников ДонНТУ, многое делает для нашего университета. И не случайно Совет ДонНТУ два года назад вручил Г.А.Власову почетный знак выдающегося выпускника нашего университета.

В последние годы на основе накопленного научного потенциала на кафедре разрабатываются техника и технология комплексной крупномасштабной переработки твердых углеродистых промышленных и бытовых отходов, позволяющая решить актуальную проблему экологии и ресурсосбережения не только для Донбасса, но и Украины.

ФЭХТ сотрудничают с рядом иностранных предприятий и организаций: Магдебургский университет, Боннский университет, институт Макса Планка (Германия), Остравский технический университет (Чехия), Силезский технологический университет и Институт углехимии (Польша), Институт органической химии (Болгария) и др.

Как уже отмечалось, наиболее тесно факультет связывают давние творческие научные и учебные связи с Московским государственным университетом инженерной экологии (МГУИЭ) (Россия), что закреплено соответствующим договором о сотрудничестве. Совместно с этим вузом России и Авдеевским коксохимическим заводом ежегодно проводится эта международная научно-практическая конференция «Экологические проблемы индустриальных мегаполисов».

ФЭХТ – это люди: преподаватели, сотрудники, студенты и это конечно, наши выпускники.

Выпускники **ФЭХТ** всегда востребованы и работают на руководящих инженерных должностях различных промышленных предприятий, в проектных, конструкторских, научно-исследовательских, монтажных и ремонтных организациях, в экологических службах, санитарно-эпидемиологических лабораториях и инспекциях, внедряют безотходные технологии, установки для очистки газовых выбросов и сточных вод, решают вопросы утилизации промышленных и бытовых отходов. Среди выпускников факультета сотни

директоров, руководителей разных рангов, заслуженных работников, которыми гордится ДПИ – ДонНТУ. Всех не перечислить!

Многие из них в разные годы стали выдающимися руководителями и крупными учеными. Наиболее известны: д.т.н. В.Е.Привалов – директор УХИНа, Г.К.Талалаев – начальник Главкокса СССР; А.И.Коломийченко – директор Макеевского КХЗ, О.Н.Литвинов – директор Мариупольского КХЗ; Д.Д.Воробьев – директор Авдеевского КХЗ Герой социалистического труда; Г.А.Власов – д.т.н., директор Авдеевского КХЗ; И.И.Збыковский – директор Донецкого КХЗ; В.И.Пшеничный – директор Горловского химического завода, В.И.Чаленко – директор Ясиновского КХЗ; Б.А.Сумской – директор “ЮЖНИИ ГИПРОГАЗ”; Ю.Я.Филоненко – ректор Липецкого эколого-гуманитарного университета (Россия); А.Е.Мадар – директор Енакиевского КХЗ; П.В.Бондаренко – директор «МАРКОХИМа» и многие другие.

За последние годы выпущено более 120 магистров, защищены десятки кандидатских диссертаций под руководством П.Л.Новицкого, В.И.Саранчука, В.И.Коробчанского, А.С.Парфенюка, В.В. Приседского, В.В.Шаповалова, Л.Ф.Бутузовой и докторская диссертация В.В.Шаповаловым.

За 80 лет факультет прошел большой и славный творческий путь. На всех этапах этого пути преподаватели и сотрудники факультета считали своими основными задачами обеспечение высококвалифицированными кадрами важнейших отраслей промышленности, ускорение научно-технического прогресса в химическом и коксохимическом производстве, решение проблем экологической безопасности Донбасса и всей Украины.

Многое сделано за предыдущие годы, но время ставит новые сложные задачи, которые, хочется верить, факультету по плечу.

От всей души поздравляю преподавателей, сотрудников и студентов факультета с юбилеем, а нашей конференции желаю успеха в таком важном деле, как охрана окружающей среды!

Ректор Донецкого национального
технического университета,
профессор

А.А.Минаев

КРИОХИМИЧЕСКАЯ НАНОТЕХНОЛОГИЯ

Генералов М.Б.

(МГУИЭ, Москва, Россия)

Questions of the reception of the nanomaterials are considered by the cryochemical methods

В нынешнем столетии слова, начинающиеся с приставки *нано* -, а именно, «нанонаука», «нанотехнология» и «наноматериалы», прочно вошли в современный научный и технический обиход [1-3].

За последние годы почти во всех промышленно развитых странах были определены национальные приоритеты в области нанонауки и нанотехнологии; утверждены связанные с этим научно-технические и образовательные программы. Так, еще в 2000 г. в США была принята программа по долговременному развитию нанотехнологии, так называемая Национальная нанотехнологическая инициатива (ННИ). В этом году проект «Наноматериалы» объявлен в качестве национального приоритета и в России.

Нанонауку можно представить как совокупность знаний о свойствах вещества в нанометровом масштабе [1 нанометр (нм) = 10^{-9} м], а нанотехнологию – как умение целенаправленно создавать объекты с заранее заданными свойствами (составом, структурой и размерами) в диапазоне приблизительно 1-100 нм.

К объектам нанотехнологии относятся как индивидуальные частицы, пленки, стержни или трубки, имеющие трех-, двух- и одномерные образования, так и консолидированные

наноструктурные и нанопористые материалы вместе с нанокompонентами и наноустройствами. Верхний предел указанного выше интервала размеров элементов структуры достаточно условен, а нижний определяется размерами атомов и молекул. При этом число атомов в объеме такого элемента структуры близко к числу атомов, находящихся на его поверхности. Поверхностная энергия также приближается к объемной, а поверхностные атомы оказывают определяющее влияние на свойства элемента структуры.

Нанообъекты характеризуются малыми размерами, сложной внутренней организацией, способностью к очень плотной упаковке, сильными взаимодействиями с соседними структурами; на их основе можно создавать материалы с новыми физическими и химическими свойствами (наноматериалы).

Многие свойства твердых тел связаны с характерным размером, ниже которого эти свойства изменяются. Это открывает возможность перехода к новому поколению материалов, свойства которых изменяются не путем изменения химического состава компонентов, а в результате регулирования их размеров и формы.

Получение и использование наноструктур для синтеза, изготовления и сборки новых материалов или для производственных процессов в химической и в смежных отраслях промышленности сейчас только начинается. Методы синтеза и изготовления наноструктур непрерывно совершенствуются и развиваются. Исследования проводятся в широкой области – от синтеза наноструктур в коллоидах до создания эпитаксиальных «квантовых точек» при послойном выращивании кристаллов. Разрабатываются методы получения фуллеренов, углеродных нанотрубок и других одномерных и многомерных наноструктур, а также методики изготовления нанопористых неорганических материалов, наномасштабных полимеров – дендримеров и сложных блок-сополимеров [4,5].

Несмотря на все эти достижения в области создания изолированных наноструктур, изучение направлений самосборки этих структур в более сложные и объемные объекты еще только начинается. Исследования проводятся на базе фундаментальных наук – физики конденсированных сред, химии твердого тела, материаловедения, электроники, биологии и др.

В изучении фундаментальных свойств наноструктур можно выделить две основные проблемы:

- во-первых, свойства таких структур и материалов на их основе качественно меняются с изменением размеров, вследствие чего возникают очень важная проблема нахождения закономерностей размерных эффектов, а также сравнение данных теории и эксперимента при таких преобразованиях;
- во-вторых, свойства изолированных наноструктур характеризуются значительным статистическим разбросом, изменяющимся во времени. Их характеристики – особенно электрические, магнитные, оптические и др. – преимущественно описываются законами квантовой физики.

В перспективе наноматериалы смогут оказать значительное содействие в решении многих проблем, связанных с охраной окружающей среды. Имеется в виду использование наноустройств в системах исследования и контроля продуктов и отходов различных химических производств; создание экологически чистых технологий с минимальным выходом вредных отходов производства, а также переработка мусора на свалках и очистке загрязненных водоемов. В дальнейшем предполагается осуществление непрерывного контроля и обработки обширных участков окружающей среды с целью их очистки от очень мелких частиц загрязняющих веществ, содержащихся в воде (< 300 нм) и в воздухе (<20 нм).

Необходимо также учитывать, что наноструктурные материалы могут сами вызывать загрязнение окружающей среды, угрожающее здоровью человека. Загрязнение может быть связано как с существующей техникой (например, наночастицы в выхлопных газах дизельных двигателей), так и с новыми веществами или технологическими процессами. Во многих случаях нанотехнологии будут представлять собой новые производственные процессы, потенциальная опасность для окружающей среды которых должна быть тщательно оценена.

Из существующего множества химических и физических способов перевода твердых макрочастиц в нанодисперсное состояние возможностями технологической и экологической безопасности при высокой производительности и низкой себестоимости переработки обладают *криохимические методы* [3]. Эти способы получения нанодисперсных порошков и гранул успешно реализованы в технологии получения ферритов, керамических композитов, оптически прозрачной и пористой керамики, катализаторов, адсорбентов, твердых окислителей и других материалов.

Проведенные в МИХМ – МГУИЭ теоретические и экспериментальные исследования показали, что наиболее эффективно криохимический способ получения нанодисперсных порошков неорганических солей, органических соединений, оксидов металлов, твердых окислителей реализуется при использовании различных процессов кристаллизации растворов при криогенных температурах и последующего удаления растворителя в процессах сублимационной сушки.

Проведенные в МГУИЭ и ряде отраслевых организаций совместные научные исследования и опытно-промышленные испытания показали, что разработанная криохимическая нанотехнология позволяет получать высокодисперсные порошки неорганических солей с новыми и улучшенными свойствами при строгом сохранении их химической природы. Процесс получения наноматериалов осуществляется с использованием простого по конструкции оборудования и без вредного воздействия на окружающую среду. Образующиеся пористые гранулы с нанодисперсной структурой соответствуют принятым нормам хранения и транспортировки сыпучих материалов.

Список литературы:

1. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направлений исследований /Под ред. М.К. Роко, Р.С. Уильямса и П. Аливисатуса. Пер. с. англ. – М.: Мир, 2002. – 292 с.
2. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: Физматлит, 2005. – 416 с.
3. Генералов М.Б. Криохимическая нанотехнология. - М.: Академкнига, 2006. - 325 с.
4. Помогайло А.Д., Розенберг А.С., Уфлянд И.Е. Наночастицы металлов в полимерах. – М.: Химия, 2000. – 672 с.
5. Валиев Р.З., Александров И.В. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. – М.: Логос, 200. – 397 с.

УДК 628.5..662.74.012.7

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ – ГЛАВНАЯ ЦЕЛЬ ИНОВАЦИОННЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Власов Г.А.

(АКХЗ, Авдеевка, Украина)

ОАО “Авдеевский коксохимический завод” - крупнейшее предприятие Европы. В этом году ему исполняется 45 лет с момента выдачи первой тонны кокса. Сегодня предприятие включает в себя 13 основных и 30 вспомогательных цехов и структурных подразделений. На АКХЗ производится более 30 видов товарной продукции, что составляет более 25% всей продукции, производимой коксохимиками Украины.

Авдеевский коксохим является экологически вредным предприятием, что обусловлено особенностями происходящих технологических процессов при производстве кокса, бензола, сульфата аммония, пекового кокса, серной кислоты, фталевого ангидрида, продуктов переработки каменноугольной смолы. Поэтому, активное внедрение экологических программ позволит Заводу уверенно конкурировать на рынках кокса в среднесрочной и долгосрочной перспективе. Мы заботимся об имидже Завода и о людях, постоянно снижая воздействие работы завода на окружающую среду.

Главной особенностью последних лет работы стала неуклонное повышение уровня производства, заработной платы, улучшение технико-экономических и финансовых показателей работы завода.

Характерной чертой АКХЗ с момента его пуска и по настоящее время является то, что в основу всех проектных решений закладывались последние достижения науки и технического прогресса.

Авдеевский коксохимический завод не раз был базой для внедрения в производство новых химико-технологических процессов. Например, здесь впервые осваивались двухступенчатое первичное охлаждение газа, бессатураторный способ производства сульфата аммония, дальняя газопередача, производство фталевого ангидрида и обогащенного антрацена на базе коксохимического сырья (нафталина и сырого антрацена).

Техническое перевооружение или замена устаревшего оборудования - это вопросы производства и решение экологических проблем. На предприятии разработана "Программа реконструкции и технического перевооружения на период до 2010 года", которая предусматривает модернизацию производства с учетом самых строгих требований к охране окружающей среды.

Некоторые ее этапы.

Впервые в Украине на заводе были сооружены закрытые склады угля, состоящие из 32 силосов объемом 2,5 тыс. тонн каждый. Применение автоматических дозаторов, устройств для пневматического обрушивания зависания угля в силосах позволили использовать склады в качестве дозирочных отделений для составления шихт. Для облегчения и ускорения разгрузки углей из вагонов в зимнее время построены и работают три гаража размораживания.

После реконструкции и модернизации введены в эксплуатацию коксовые батареи №№ 1, 2, 3. Отличительной особенностью этих батарей является применение на двересъемных машинах устройств для подавления выбросов пыли и газа, благодаря чему количество выбросов во время выдачи кокса сократилось наполовину. Тушительная башня для предотвращения выбросов в атмосферу оборудована каплеотбойниками. Для исключения газования наверху батареи применены гидроуплотнения крышек стояков и раструбов. Усовершенствована кладка и отопительная система батарей, что позволило на 90 % сократить газование дверей, увеличить срок службы футеровки, улучшить условия труда коксовиков.

В углеподготовительном цехе №1 введены в эксплуатацию две установки немецкой фирмы "Allied Colloids Manufacturing GmbH" по осаждению хвостов флотации и обезвоживанию концентрата с применением реагентов "Магнафлок". Это позволило более чем на треть уменьшить количество работающих вакуум-фильтров, сократить расход электроэнергии и коксового газа, улучшить чистоту технологических вод, повысить культуру производства.

В апреле 2003 года введена в эксплуатацию установка по обогащению крупнозернистых шламов с применением гидросайзеров английской компании «Gramtech Associates Ltd», благодаря чему стабилизировалась и уменьшилась нагрузка на флотацию, на 1 % увеличился выход концентрата при переработке шлама, что особенно важно, учитывая дефицит коксующихся углей в Украине.

Монтаж скрубберов Вентури после первичных газовых холодильников дал возможность снизить содержание смолистых веществ и нафталина в коксовом газе, поступающем на улавливание аммиака, увеличить срок службы оборудования и улучшить качество сульфата аммония. Для охлаждения поглотительного масла в одном из цехов улавливания установлены теплообменники шведской фирмы «Alfa Laval Vicarb», что значительно сократило количество теплообменной аппаратуры. Внедренные в цехах сероочистки пластинчатые холодильники серной кислоты этой же фирмы заменили громоздкие и малоэффективные оросительные и воздушные холодильники.

В цехах сероочистки были введены в эксплуатацию установки по производству серной кислоты по технологии датской фирмы "Haldor Topsoe A/S". Это позволило улучшить экологическую обстановку, уменьшив выбросы в атмосферу диоксида серы более чем в два

раза и тумана серной кислоты более чем в пять раз, увеличить объем производства серной кислоты высокого качества, снизить потребление электроэнергии на 0,5 млн. кВт в год и сократить затраты на ремонт оборудования.

В настоящее время на заводе реализуется **экологический проект** «Реконструкция цехов сероочистки с очисткой коксового газа от сероводорода до 0,5 г/м³».

В рамках программы реконструирована система конечного охлаждения коксового газа в цехе сероочистки №2, где была применена экологически чистая технология закрытого охлаждения с использованием уникального для Украины оборудования. Это позволило Заводу ликвидировать до 640 тонн в год выбросов химических веществ в атмосферу (нафталина, бензола, аммиака, цианистого водорода).

Использовавшаяся ранее технология охлаждения коксового газа для извлечения содержащихся в нем различных химических соединений не обеспечивала необходимую степень экологической защиты, поскольку охлаждение осуществлялось путем непосредственного контакта газа с технологической водой, что приводило к растворению в ней части содержащихся в горячем газе химических продуктов. Это приводило к испарениям в атмосферу нафталина, бензола, аммиака, соединения серы и других химических веществ во время охлаждения воды воздухом на градирне (открытом воздушном холодильнике).

Установка закрытого охлаждения, исключила из технологической схемы охлаждения непосредственный контакт газа с водой и тем самым полностью прекратила попадание химических элементов в атмосферу. Основой установки стал трехступенчатый спиральный холодильник шведской компании «Альфа Лаваль» стоимостью \$670 тыс., созданный специально по заказу АКХЗ.

Проектирование и строительство установки закрытого конечного охлаждения коксового газа в цехе сероочистки №2 длилось около 2 лет. Инвестиции в модернизацию производства и защиту окружающей среды составили более 10 млн. грн.

Кроме улучшения экологической обстановки и способствования роста производства, работа новой установки конечного охлаждения коксового газа позволит снизить эксплуатационные и энергозатраты, а также приведет к уменьшению в технологической воде смолистых веществ и нафталина. Это уменьшит нагрузку на биохимическую установку №2, где очищается технологическая вода, улучшит ее производственные показатели и надежность работы.

Подобная модернизация технологии уже проводится в цехе улавливания № 1, где будет установлено два трехступенчатых спиральных холодильника шведской компании «Альфа Лаваль».

Проводимая реконструкция цехов сероочистки по проекту Гипрококса подтвердила правильность в выборе технологии вакуумно-карбонатного метода очистки коксового газа, так как достигнут конечный результат – содержание сероводорода в обратном коксовом газе 0,5 грамм на м³. Это значимый экологический результат в коксохимии Украины.

В 2006 году введено в эксплуатацию отделение сгущения и обезвоживания хвостов флотации с применением фильтр-прессов фирмы «Rittershaus & Blecher» (Германия). Данная технология является ресурсосберегающей, что позволяет за счет современных решений исключить такой вид отходов, как хвосты флотации, и вернуть в оборотный цикл 465 м³/час производственных вод, ранее сбрасываемых в шламонакопитель. Инвестиции в строительство фильтр-прессового отделения составили 55 млн. грн.

Внедрение новой технологии полностью устраняет угрозу остановки углеподготовительной фабрики, обеспечивающей до половины потребностей Завода в шихте, а закрытие шламонакопителя позволит АКХЗ начать переработку накопившихся в нем 6,5 млн. тонн шлама, содержащего большое количество угля, и в дальнейшем рекультивировать территорию шламонакопителя. Пороодоотвал, на который будут отгружаться сухие отходы углеобогащения, рассчитан на 15-20 лет непрерывной работы.

Большое внимание уделяется на заводе утилизации отходов производства. Найдены технические решения для использования как вторичного сырья всех отходов химических цехов

завода. В основном, они возвращаются в технологический цикл производства кокса и применяются для производства дорожного вяжущего.

Использование вторичного тепла для выработки пара с параметрами, аналогичными вырабатываемому энергетическими котлами ТЭЦ, создает его определенный избыток. В настоящее время заводом вырабатывается более 50 Мвт/час электроэнергии, которая не только полностью покрывает потребности предприятия, но и передается в систему «Донбассэнерго» для нужд региона.

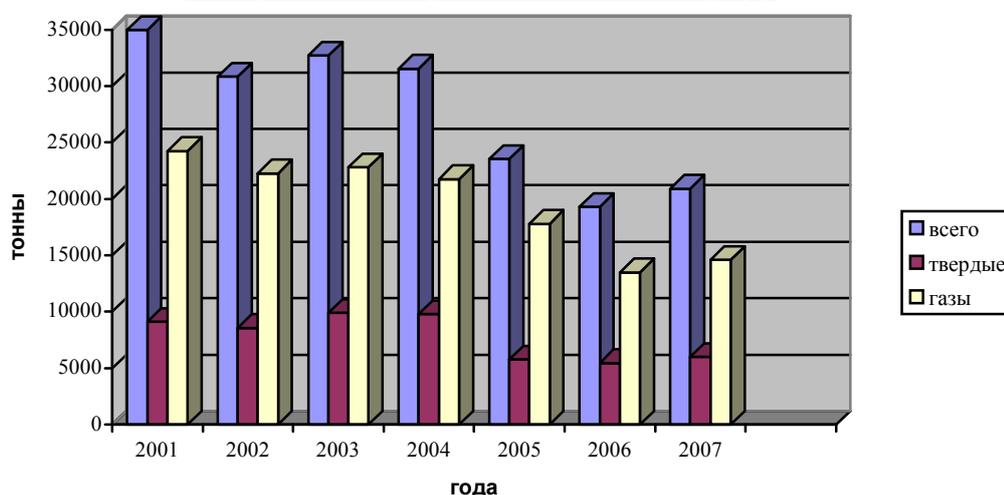
Внедрение природоохранных мероприятий привело к тому, что выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух за последние восемь лет имеют тенденцию к снижению и колеблются в пределах 37 – 19 тыс. т/год, в зависимости от объемов производства кокса. Из них приблизительно 14 тыс. тонн составляют выбросы диоксида серы, оксиды азота, оксид углерода и 6 тыс. тонн твердые вещества, т.е. 98% загрязняющих веществ составляют четыре вышеуказанных компонента.

Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу приведена в таблице и на диаграмме.

ТЫС. ТОНН

	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.
Всего	34980,5	30843,9	32698,1	31540,9	23552,114	19313,546	20913,739
Твердые	9110,1	8581,1	9903,1	9791,9	5760,497	5470,08	6001,954
СО	8272,8	7696,6	7416	7176,0	6190,215	5571,594	6009,665
SO₂	12202,1	9670,6	10412,3	9613,4	6410,922	4159,95	4479,849
NO_x	2585,6	2275,4	3075,6	3105,7	3889,590	3269,59	3667,298
NH₃	499,4	437,1	453,4	448,0	212,829	192,852	171,187
H₂S	133,7	119,3	110,1	110,3	110,514	96,253	82,284
Бензол	526,8	406,1	559,1	566,5	226,625	176,158	172,241
Фенол	25,9	49,0	51,2	28,6	42,338	39,091	33,418

Диаграмма выбросов ЗВ в атмосферу



Любое предприятие – большое или малое – с момента пуска в работу не является чем-то обособленным, отдельно существующим, решающим только свои производственные цели. Оно неразрывно связано со всем сообществом: с поставщиками и потребителями, с транспортными артериями, с местными сообществами, на территории которых расположены, а основное – с проблемами своих работников и их семей. И чем крупнее предприятие, тем сильнее его влияние на экономические и социальное развитие региона.

Группа СКМ определила политику в области корпоративной социальной ответственности по таким основным направлениям:

- условия труда;
- забота об окружающей среде;
- взаимоотношения с местными сообществами, спонсорство и благотворительность.

Авдеевский коксохимический завод, как предприятие входящее в группу СКМ, непосредственно участвует в реализации этой политики. Нужно справедливо отметить, что мы не начали решать какие-то новые для себя вопросы. На протяжении своей производственной деятельности завод, как градообразующее предприятие, просто определяет сам факт существования города Авдеевки. Уникальность завода в том, что он построен на новой площадке, вдали от крупных предприятий и обеспечивает собственное производство, город и возникшие позже предприятия Авдеевки транспортом, водой, электроэнергией, паром, теплом, канализационными сетями, осуществляет очистку сточных вод, то есть является единственным градообразующим предприятием. Именно завод формирует городской бюджет, именно заводская инфраструктура помогает жителям города решать свои социальные и бытовые проблемы, удовлетворять духовные потребности.

Но сейчас, когда многое в государстве меняется - и политика, и организация производства – это становится особенно актуальным.

Миссия предприятия – обеспечение достойной жизни работников предприятия, жителей города Авдеевки, рост доходов трудящихся за счет производства и реализации конкурентоспособной коксохимической продукции гарантированного и стабильного качества, отвечающей требованиям потребителей, улучшения природоохранной деятельности. Это есть наше понятие социальной корпоративной ответственности.

Авдеевский коксохим является не только сторонником внедрения природоохранных технологий, но и предприятием, которое участвует в формировании государственной экологической политики.

В конце 2005 года ОАО «АКХЗ», в числе других крупных украинских предприятий посетила Рабочая группа по мониторингу и оценке окружающей среды Европейской комиссии ООН, которая занимается мониторингом во всех странах Восточной Европы, Кавказа и Средней Азии. Из всех обследованных Еврокомиссией ООН предприятий система экологического мониторинга ОАО «АКХЗ» заслужила признание Рабочей группы. Руководству Завода было предложено поделиться опытом на Шестой сессии ООН в Женеве. Сотрудничество с международными организациями, при поддержке Государственного управления охраны окружающей природной среды в Донецкой области позволило заводу стать участником еще одного международного экологического проекта, который проводит Минприроды Украины при поддержке Всемирного банка. Проект направлен на разработку и принятие Концепции реформирования системы природоохранных разрешений, которая обеспечит комплексный подход при определении условий разрешений и последующих инспекционных проверок, гармонизацию природоохранного законодательства Украины и с законодательством Европейского Союза, соответствие международным требованиям по экологии, включая участие общественности. Специалистами завода совместно с международными экспертами будет разработан проект пилотного комплексного природоохранного разрешения комплексного предприятия. Первыми быть тяжело, но мы уверены, что опыт и знания наших специалистов будут достойным вкладом в реформирование государственного природоохранного регулирования.

Инновационные направления развития Авдеевского коксохима невозможно без кадрового потенциала предприятия. Механики, технологи, экологи, инженеры-лаборанты, которые окончили Донецкий Национальный технический университет, в разные годы, являются бесценной основой существования предприятия. На сегодняшний день около 100 выпускников ДонНТУ с различного профиля трудятся на инженерных должностях во всех подразделениях завода.

По заочной форме факультета экологии и химической технологии учатся 26 работников завода.

Производственную практику студенты факультета экологии и химической технологии проходят на заводе: в 2006 году – 40 человек, 2007 году – 41 человек, 2008 году – 14 человек.

На кафедре «Машины и аппараты химических производств» оборудована учебная лаборатория, где с помощью современных средств студенты могут ознакомиться с последними достижениями в коксохимии.

Мы осознаем, что без пропаганды высшего образования, без профессиональной подготовки необходимых кадров, инновационные направления развития любого предприятия невозможны и в этом плане у нас есть интересное предложение: создать Ассоциацию содействия прогрессу в сфере подготовки инженерных кадров.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ В 2007 ГОДУ

Засевский В.П.

(Государственное управление охраны окружающей природной среды в Донецкой области,
Донецк, Украина)

Экологическая ситуация в области, которая формировалась в течение длительного периода, через пренебрежение объективными законами развития и восстановления 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. Концентрации основных загрязняющих веществ в водоемах области превышаются в 2-90 раз предельно допустимые. К границе экологического бедствия дошло состояние Азовского моря. Объем накопленных отходов в Донецкой области составляет четвертую часть от накопленного объема отходов в Украине, из них около 60 % - токсичные.

Негативно влияют на техногенную-экологическую безопасность последствия закрытия угольных шахт. Происходят процессы ухудшения инженерно-геологического состояния территории, которое повлекло за собой разрушение гражданских и промышленных сооружений, коммуникационных и транспортных сетей, нарушения гидрологического режима, поднятие уровня подземных вод и загрязнение ранее обезвоженных горизонтов, подтопление территорий шахтными водами. Уровень техногенной нагрузки в области на окружающую среду превышает среднеукраинский показатель в 8,7 раза.

Основными загрязнителями атмосферного воздуха в регионе остаются предприятия черной металлургии, угольной промышленности и тепловые электростанции на производственные объекты, которых приходится более 90 процента всех вредных веществ. Объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух этими предприятиями составляет около 1493,2 тыс. т, в том числе угольной промышленностью 33,5 %, черной металлургией – 30,7 %, предприятиями энергетики – 26,9 %. В городах и районах, где расположены предприятия черной металлургии, угольной промышленности и энергетической отрасли имеют место наибольшие объемы выбросов в атмосферный воздух. Это Мариуполь (24,4%), Донецк (12,6%), Макеевка (7,5%), Марьинский район (5,7 %), Старобешевский район (6,8 %).

По информации управления статистики, в атмосферный воздух Донецкой области в 2007 году от стационарных источников были выброшены около 1660 тыс. т загрязняющих веществ, от передвижных источников этот показатель составил 236 тыс. т. Общие выбросы в атмосферный воздух области составили 1896 тыс. т.

Рост объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух Донецкой области в 2003-2007 гг. связан с соответствующим ростом объемов производства, но следует отметить, что темпы роста производства превышают темпы роста выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Кроме этого следует отметить, что рост общих объемов выбросов осуществляется за счет увеличения количества автотранспорта в регионе следствием, которого есть увеличение выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников.

Одной из причин значительных выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух является моральное старение и физический износ технологического и пылеочистного оборудования. Использование для сжигания многосернистого и зольного твердого и жидкого топлива приводит к значительным выбросам диоксида серы и пыли.

Остается острой проблема породных отвалов. На территории Донецкой области расположено 596 породных отвалов (терриконов) угольных шахт и обогатительных фабрик, из которых тех, что горят, – 169. Из терриконов в атмосферный воздух выбрасывается свыше 65000 тонн вредных веществ, или более 4,0 % выбросов области. Недостаточно проводятся работы по их тушению и профилактике самовозгорания.

Существенным источником загрязнения атмосферного воздуха области являются транспортные средства, на которые приходится каждая восьмая тонна выброшенных в атмосферу загрязняющих веществ (235 тыс. т).

С целью решения сложных экологических проблем области, в том числе улучшения ситуации относительно охраны атмосферного воздуха, в Донецкой области разработаны и внедряется ряд программ и мероприятий.

В городах: Донецк, Макеевка, Мариуполь, Константиновка, Краматорск, Горловка, Енакиево в соответствии с решением общего заседания коллегий Донецкой областной государственной администрации и Минприроды Украины от 26.03.04г. разрабатываются программы оздоровления атмосферного воздуха городов. В 2007 году местными органами власти утверждены программы по городам Макеевка, Краматорск и Дзержинск.

Основными загрязнителями водных объектов области являются предприятия металлургической, химической и угольной промышленности, теплоэнергетики и коммунального хозяйства. В настоящее время в области насчитывается около 330 предприятий, которые осуществляют сброс сточных вод по 470 выпускам. Больше всего сточных вод сбрасывается предприятиями металлургической промышленности (64%), дальше идут угольная промышленность (17%) и коммунальное хозяйство (14%). В 2007 году предприятиями Донецкой области были сброшены в водные объекты 1697 млн. м³ сточных вод, из которых 781 млн. м³ (46%) – загрязненные, то есть не отвечают установленным нормативам.

В коммунальном хозяйстве области эксплуатируется более 70 сооружений биологической очистки. В виду физического износа и неудовлетворительного состояния очистных сооружений, которые эксплуатируются более 30-40 лет, не эффективно работают сооружения в городах Комсомольское, Соледар, Белицкое, Водяное, Торез, Ясиноватая и других. В 2007 году реконструкция осуществлялась на 17 коммунальных очистных сооружениях.

Среди наиболее существенных проблемных вопросов, следует выделить:

1. В Донецкой области из 183 городов и поселков подтопленными являются 33 (18%). Площадь подтопленных территорий области достигает 23 тыс. га. Одной из причин подтапливания населенных пунктов является заиленность рек и водоемов.
2. В области существуют серьезные проблемы с шахтными водами закрывающихся шахт. Ликвидация шахт с полным или частичным затоплением по проектам, что не имеют надежного обоснования прогнозов развития гидрологических и гидрохимических процессов, привела к крайне негативным последствиям.

Так, перетекание шахтной воды из частично затопленной шахты «Селидовская» на шахту им. Коротченко привело к резкому ухудшению качества откачиваемой из нее на поверхность воды. В проекте закрытия шахты мероприятия по предотвращению или

ликвидации последствий этого процесса не предусмотрены. ДП «Донуглереструктуризация» не выполняются в полной мере требования постановлений Кабинета Министров Украины о порядке ликвидации убыточных угледобывающих предприятий.

Одной из самых острых экологических проблем в области является проблема обращения с отходами. Накопленные в области в больших объемах промышленные отходы (4 млрд. тонн) оказывают на окружающую природную среду техногенное влияние. Площадь земель, занятых отходами, приближается до 2% территории области.

Наличие в области предприятий химической, коксохимической, машиностроительной промышленности, цветной металлургии и других привело к значительным объемам образования и накопления токсичных отходов и загрязнения территорий целого ряда городов. В области образуется 20-30% токсичных отходов относительно общеукраинских объемов.

Наибольшую тревогу вызывают накопленные отходы. По статистическим данным всего в области на начало 2007 года в городах организованного складирования и на территориях предприятий накоплено 799,85 млн. тонн отходов I - III классов опасности. Больше всего накоплено токсичных отходов предприятиями городов Горловка (83,5 тыс. тонн), Донецк (191,8 тыс. тонн), Макеевка (5406,4 тыс. тонн), Дзержинск (196,2 тыс. тонн), Дружковка (147,4 тыс. тонн), Мариуполь (149,2 тыс. тонн).

Очень острой остается проблема обращения с непригодными к использованию пестицидами и агрохимикатами состоянием на 01.01.2008 в области накоплено 583,6 тонн. В 2007г. было перезатарено и передано на уничтожение на ООО "Елга" 58,470 т. непригодных и запрещенных химических средств защиты растений (ХСЗР), в т.ч. 56,950 т. – со склада в с. Благодатное, Волновахского района. Работы были выполнены спецкомбинатом УкрДО "Радон" и ЧП "Дон-Бас". Остаток непригодных и запрещенных ХСЗР в области составляет 583,6 т., работы по их обезвреживанию планируется выполнить в течение 2008 года.

Госуправлением проводится работа по предотвращению негативного влияния отходов на окружающую природную среду. Так в 2007 году на решение проблемы, которая сложилась в г. Славянск на ОАО "Содовый завод" областным фондом охраны окружающей природной среды израсходовано 2,5 млн. грн. на выполнение комплекса работ по транспортировке 496 т фосфорных шламов на утилизацию в Казахстан.

Несмотря на работу, которая проводится в области, состояние дел в сфере обращения с отходами требует продолжения целеустремленной работы по решению целого ряда проблем для улучшения ситуации.

Учитывая наличие в области больших объемов накопленных токсичных отходов, отсутствие мощностей для их обезвреживания или утилизации, а также мест для их удаления, первоочередным приоритетом в сфере обращения с отходами для Донецкой области является обеспечение утилизации и обезвреживания накопленных на протяжении длительного времени опасных отходов и тех, что ежегодно образуются.

Во-вторых – это обеспечение экологически безопасного удаления опасных отходов.

В-третьих, учитывая отсутствие на протяжении длительного времени законодательной и нормативной базы в сфере обращение с отходами и ее интенсивную разработку в последние годы, одним из приоритетов становится создание региональной системы управления отходами.

Лесной фонд Донецкой области составляет 203,7 тыс. га. С целью проведения работ по охране и восстановлению полезащитных лесных полос распоряжением главы Донецкой облгосадминистрации от 27.08.2007 №532 в постоянное пользование гослесхозам области для ведения лесного хозяйства переданы овраго-балочные защитные лесные насаждения общей площадью 12594,5 га.

В 2007 году для Донецкой области подготовлена региональная программа мероприятий «Леса Донбасса до 2015 года», собрана и обобщена информация о наличии деградированных и малопродуктивных земель в Донецкой области.

Программа «Леса Донбасса до 2015 года» определила, что в ведении сельских и поселковых советов находится на сегодняшний день - 34282,6 га полезащитных лесных полос и других защитных насаждений, но в тоже время специализированных подразделений лесного

хозяйства у них нет. В том числе 21,3 тыс. га защитных насаждений не было передано в пользование никому (находятся в запасе). Исходя из этого, подготовлены материалы по передаче части защитных лесных насаждений, из этой площади, лесохозяйственным предприятиям области (12594,5 га).

Для решения экологических проблем региона с целью сохранения и восстановления растительных и животных ресурсов в области необходимо:

- постоянно создавать новые лесные насаждения, проводить лесовосстановление на землях лесного фонда, а так же на эродированных и деградированных землях;
- не допускать снижения лесистости области в ходе застройки городов и пригородных зон за счет изменения целевого назначения земель лесного фонда, находя альтернативные варианты размещения объектов строительства;
- усиливать охрану лесов, их полезные свойства, повышать продуктивность лесных насаждений, рационально использовать с целью удовлетворения потребностей общества в лесных ресурсах;
- отрабатывать нормы соотношения площадей сельхозугодий, лесов и водных объектов в зависимости от климатических, почвенных условий и уровня культуры земледелия, на этой основе осуществлять оптимизацию ведения сельского, лесного охотничьего и рыбного хозяйства;
- земли лесного фонда области представлять под размещение различных объектов в соответствии генеральных планов развития населенных пунктов.

Благодаря принятым мерам по усилению охраны, проведению благоустройства охотничьих угодий с 2002 года в области обозначились позитивные тенденции роста численности основных видов охотничьей фауны. Так, численность копытных охотничьих животных выросла в целом почти на 42% (почти на 1100 голов), в том числе, кабана – с 804 до 1251 голов. Численность зайца-русака увеличилась на 22% (почти на 20 тыс. голов), фазана – на 25% (на 10 тыс. особей), серой куропатки – на 16% (на 11,5 тыс. особей). Охотничьими хозяйствами на протяжении последних лет осуществляются мероприятия по содержанию в полусвободных условиях и последующему расселению в угодье отдельных видов охотничьей фауны. В целом, в охотничьи угодья области было расселено свыше 80 председателей кабана, 8,5 тыс. фазанов, а также, 47 экземпляров байбака.

Одним из направлений решения является интеграция экологической политики в стратегию социально-экономических реформ путем разработки природоохранных разделов программ экономического и социального развития области, района, города, предприятия.

Целью программ является разработка и реализация, в первую очередь, мероприятий по обеспечению экологической безопасности, стабилизации и постепенного улучшения состояния окружающей природной среды путем осуществления комплекса научно-обоснованных природоохранных и ресурсосберегающих мероприятий, мобилизации материальных и финансовых ресурсов, координации действий государственных органов и хозяйственных субъектов, использования международного опыта.

Разработка и реализация принципов устойчивого развития Донецкой области, внедрение экологически безопасных технологий, снижение техногенной нагрузки на окружающую среду и внедрение ресурсосбережения является приоритетным направлением в сфере охраны окружающей среды.

Госуправление экологии и природных ресурсов в Донецкой области экологические программы формирует на основе экологических программ предприятий, комплексных городских и районных программ, отдельных целевых программ и общеобластных программ, соответствующих разделов в программах социально – экономического развития территорий.

В разделе «Охрана окружающей природной среды» Программы экономического и социального развития Донецкой области на 2007 год предусматривались наиболее приоритетные мероприятия по обеспечению экологической безопасности, восстановления и поддержки в надлежащем состоянии природных ресурсов области.

Природоохранная Программа разработана по ресурсно-территориальному принципу, что позволило сформировать и дать оценку мероприятиям, как по конкретным территориям, так и по ресурсным направлениям. При этом, основное внимание обращалось к наиболее значительным мероприятиям, которые имеют существенный экологический эффект. На 2007 год были предусмотрены 247 мероприятий по 6 разделам Программы на общую сумму 697 841,32 тыс. грн. Освоено по городам и районам Донецкой области за 2007 год 350 574,82 тыс. грн., что составляет 50,2% от запланированной суммы расходов.

Анализ поступления и использования средств за загрязнение окружающей природной среды показывает их ежегодный рост. Так в фонды охраны окружающей природной среды всех уровней в 2007 году поступило: в государственный фонд – 156,3 млн. грн, в областной – 60 млн.грн., в местный – 24 млн. грн. Израсходовано соответственно из государственного фонда – 2,05 млн.грн., из областного фонда – 50,5 млн.грн., из местного – 8,1 млн. грн. Следует отметить незначительное возвращение средств из государственного бюджета на выполнение природоохранных мероприятий.

Программой были предусмотрены и выполнены мероприятия по рациональному использованию и восстановлению природных ресурсов, в том числе: водных - 32 %, земельных и минеральных - 1 %, растительных и животного мира - 21 %; мероприятия по рациональному использованию и утилизации промышленных и бытовых отходов - 36%. За последние годы значительно возросли капитальные вложения средств предприятий в мероприятия по охране окружающей природной среды, так в 2007 году они составили более 1,3 млрд грн.

Таким образом, выполнение природоохранных программ позволяет в настоящее время сдерживать дальнейшее увеличение техногенной нагрузки на окружающую среду Донецкой области. Так с ростом промышленного производства выбросы вредных веществ в атмосферный воздух от стационарных источников за последние пять лет остаются на уровне 1,66 млн. тонн, темпы роста объемов образования отходов ниже, чем темпы роста промышленности, а объемы сбросов в поверхностные водные объекты постепенно уменьшаются.

СЕКЦИЯ 1. АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ КРУПНЫХ УРБООКОСИСТЕМ, ЗАЩИТА ВОЗДУШНОГО И ВОДНОГО БАССЕЙНОВ, ГЕОТЕХНОЛОГИИ В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

УДК 574

ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПОКАЗНИКА БІОЛОГІЧНОГО ВІКУ ЛЮДИНИ В МЕДИКО-ЕКОЛОГІЧНОМУ МОНІТОРИНГУ

І.В. Беляєва, О.М. Калінкіна
(ДонНТУ, Донецьк, Україна)

В роботі зроблено спробу оцінити вплив стану навколишнього середовища, а по-перше, атмосферного повітря на біологічний вік людини та темпи його старіння. Було проведено анкетування більш ніж 300 підлітків у віці 16-19 років, які мешкають у різних регіонах Донецької області. Проведено регресійний аналіз між біологічним віком людини та станом атмосферного повітря, якість якого визначали показником ІЗА.

Сучасна вітчизняна і міжнародна політика в області охорони здоров'я вимагають кількісної оцінки здоров'я людей в масштабах регіонів і країн. Це необхідно для грамотного виділення пріоритетних проблем в області здоров'я і планування програм по здоров'ю населення на всіх рівнях, від місцевого і регіонального до національного і міжнародних. В цьому випадку постійно виникає питання про вплив параметрів навколишнього природного середовища, перш за все антропогенних забруднень, на здоров'я людей, що, природно, вимагає кількісного підходу. Тому виникає проблема вибору індикаторів здоров'я - параметрів, сукупність яких дає адекватну оцінку стану здоров'я тієї або іншої людської популяції [1].

Проблеми здоров'я населення Донецької області значною мірою пов'язані із забрудненням навколишнього середовища, яке визначається тривалим та безперервним негативним впливом промисловості, перш за все чорної, коксохімічної та кольорової металургії, а також гірничодобувної промисловості.

Несприятливі екологічні фактори разом із соціальним та економічним неблагополуччям суспільства протягом останніх років зумовили стійкі негативні тенденції у стані здоров'я населення. Останні десятиліття відмічені різким погіршенням стану здоров'я всіх вікових категорій населення. Провідний показник, який інтегрально характеризує стан здоров'я та відбиває найбільш повно рівень розвитку та добробуту держави - тривалість життя. Все більшу популярність та поширення отримує зараз оцінка старіння за допомогою показника біологічного віку.

Біологічний вік – це показник рівня зношеності структури та функції певного структурного елементу організму, групи елементів та організму в цілому, виражений в одиницях часу шляхом співвіднесення значень виміряних індивідуальних біомаркерів з еталонними середньопопуляційними кривими залежностей змін цих біомаркерів від календарного віку [2]. Він залежить від функціональної активності серцево-судинної, нервової, дихальної систем, а також від суб'єктивної оцінки здоров'я. При цьому біологічний вік є показником не тільки морфофункціональної, але й тимчасової організації, тобто об'єктивно відбиває стан основних систем у часі. З цієї точки зору показник біологічного віку тісно зв'язаний з проблемою тривалості життя. На жаль, до цього часу немає відомостей про відповідність біологічного віку календарному, хоча часто вказується, що людина має значно більший біологічний вік, ніж календарний. На підставі серйозних досліджень вводиться навіть спеціальний «коефіцієнт старіння».

За даними експертів ВОЗ [2] здоров'я людини зумовлено на 50 % умовами та способом життя, на 20-25 % - екологічними факторами, на 15-20 % - генетичними особливостями організму, на 5-10 % - станом та рівнем розвитку медицини. На сьогоднішній день існує несприятлива тенденція популяційного та індивідуального здоров'я. Це багато в чому визначається не лише нездоровим способом життя, несприятливими екологічними факторами, складними соціальними умовами, але і безграмотним ставленням до свого здоров'я конкретної людини. Все це призводить до передчасного «зношування», старіння організму. Оцінити індивідуальний стан здоров'я можна з використанням динаміки інтегральних показників, головними з яких є біологічний вік та темпи старіння організму.

Мета даної роботи – визначення залежності між показником біологічного віку людини та довкілля, та в перше чергу, станом атмосферного повітря.

Стан атмосферного повітря в якості основного показника якості довкілля було обрано з тих причин, що це більш стійкий показник на відміну від якості питної води (певний час більшість людей використовує очищену за допомогою побутових фільтрів питну воду). Крім того, за рахунок введення консервантів до їжі з'явилась можливість транспортувати всі харчові продукти по всій Україні, а також завозити їх із-за кордону. Тому люди зараз споживають продукти харчування, завезені з різних областей України та з зарубіжжя. Для оцінки ступеню впливу забрудненого повітря на здоров'я людини було зібрано статистичні дані захворюваності людей Донецької області, що мешкають в регіонах, атмосферне повітря яких відрізняється по показнику ІЗА. Було проведено кореляційний аналіз, за допомогою якого отримали рівняння залежності захворюваності (З, тис. чол.) від індексу забруднення атмосфери (ІЗА). Найкраще рівняння залежності захворюваності від ІЗА мало вигляд підводної зворотної залежності виду:

$$Z = 1/(0,169+0,246/ІЗА)$$

з коефіцієнтом кореляції 0,73.

Коефіцієнт кореляції показав, що між цими показниками є суттєвий зв'язок.

Для визначення залежності біологічного віку людини від стану атмосферного повітря було проведено анкетування молоді Донецької області віком від 16 до 19 років. В опитуванні брало участь близько 300 осіб, у яких фіксували вагу (МТ, кг), артеріальний тиск (Адс - систолічний тиск; Адп – пульсовий тиск, мм рт.ст.), час затримки дихання (Здв, с), час статичного балансування (СБ, с), визначали самооцінку здоров'я за допомогою спеціальної анкети (СОЗ). На підставі цих даних розраховували біологічний вік та темпи старіння. Розрахунок біологічного віку (БВ) проводили по формулах 1 (для юнаків) та 2 (для дівчат).

$$БВ = 27,0 + 0,22 \cdot Адс - 0,15 \cdot Здв + 0,72 \cdot СОЗ - 0,15 \cdot СБ \quad (1)$$

$$БВ = 1,46 + 0,42 \cdot Адп + 0,25 \cdot МТ + 0,70 \cdot СОЗ - 0,14 \cdot СБ. \quad (2)$$

Для визначення відповідності БВ календарному віку було розраховано належний біологічний вік (НБВ) згідно формули 3 для юнаків та 4 – для дівчат.

$$НБВ = 0,629 \cdot КВ + 18,6 \quad (3)$$

$$НБВ = 0,581 \cdot КВ + 17,3. \quad (4)$$

Темпи старіння визначали, як різницю між біологічним віком людини та його належним біологічним віком. В залежності від отриманої різниці всіх опитуваних можна розділити на такі групи:

- 1 група - від (-15) до (-9) років (різко уповільнений темп старіння);
- 2 група - от (-8,9) до (-3) років (уповільнений темп старіння);
- 3 група - от (-2,9) до (+2,9) років (біологічний вік відповідає календарному);
- 4 група - от (+3) до (+8,9) років (прискорений темп старіння);
- 5 група - от (+9) до (+15) років (різко прискорений темп старіння).

Оскільки здоров'я людини за даними експертів ВОЗ зумовлено не лише екологічними факторами, а й умовами та способом життя, тому враховувалися анкетні дані лише тих опитаних, які не мають негативних звичок.

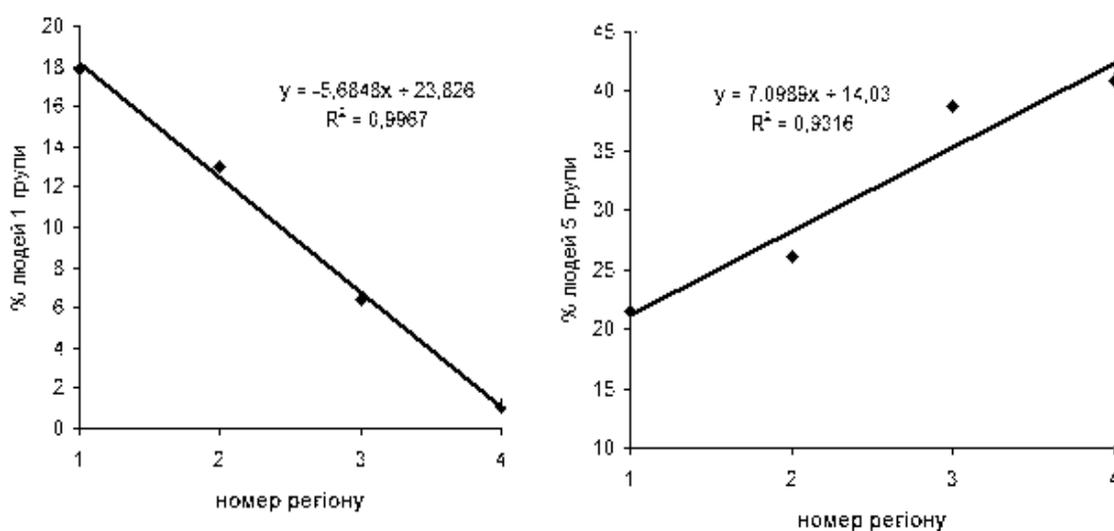
Для того, щоб встановити зв'язок між біологічним віком та станом атмосферного повітря всі міста та райони Донецької області було поділено на 4 групи відповідно стану забруднення атмосферного повітря (за показником ІЗА).

На основі даних по ІЗА було виділено 4 типи регіонів за рівнем забруднення атмосферного повітря і ступеня небезпеки:

- 1 регіон - слабо небезпечний (кратність перевищення ГДК > 1-2);
- 2 регіон - помірно небезпечний (кратність перевищення ГДК > 2-4,4);
- 3 регіон - небезпечний (кратність перевищення ГДК > 4,4-8,0);
- 4 регіон - дуже небезпечний (кратність перевищення ГДК > 8,0).

В результаті аналізу анкет у кожному регіоні було визначено відсоток людей по кожній групі за темпами старіння і проаналізовано отримані результати.

Була встановлена залежність між темпами старіння організму та регіоном проживання. У слабо небезпечному регіоні (1 регіон) більш вищий відсоток людей із різко уповільненими темпами старіння (36 %), а в дуже небезпечному регіоні (5 регіон) така група людей складала лише 7 %. Також у слабо небезпечному регіоні населення із прискореними та різко прискореними темпами старіння складають 50 %, в той час як у дуже небезпечному регіоні ці групи складають 80 % всіх опитаних. Результати досліджень для найменше (а) та найбільше (б) забруднених регіонів показані на рисунку.



1 регіон (а)

5 регіон (б)

y - % людей даної групи; x – номер регіону

Рисунок – Залежність відсотку людей даної групи від стану атмосферного повітря

На рисунку наведені коефіцієнти кореляції та рівняння залежності відсотку людей зазначеної групи старіння в залежності від номеру регіону. Величини коефіцієнтів кореляції свідчать про досить сильний зв'язок між цими показниками.

Таким чином, аналізуючи результати проведеної роботи, можна зробити висновок, що показник біологічного віку людини та темпи старіння можуть бути показниками, по яких можна визначати ступінь впливу стану атмосферного повітря на якість життя людини. Також ці дані можуть знайти застосування в медико-екологічному моніторингу різних районів України.

Список літератури:

1. С.В. Алексеев, О.И. Янушанец, И.Ф.Иванова. Экология человека и проблемы гигиенического мониторинга. – СПб.: КЭМ, 1994. – 48 с.
2. Г.Л.Апанасенко, Л.А.Попова. Медицинская валеология. – К.: Здоров'я, 1998. – 247 с.

САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕЕСЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СИСТЕМАХ **$Fe_2(SO_4)_3 - ZnO - NaO_2$, $ZnSO_4 - Fe_2(SO_4)_3 - NaO_2$ И $Fe_2O_3 - ZnSO_4 - NaO_2$**

Берестовая А.А., Шаповалов В.В., Прилипко Ю.С., Мнускина Ю.В.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Проанализировано и установлено взаимодействие в системах $Fe_2(SO_4)_3 - ZnO - NaO_2$, $ZnSO_4 - Fe_2(SO_4)_3 - NaO_2$ и $Fe_2O_3 - ZnSO_4 - NaO_2$

В связи с постоянным ухудшением состояния окружающей среды и обострением экологической ситуации сейчас очень важной и актуальной задачей является поиск новых экологически чистых технологий производства. По этой причине нами было рассмотрена возможность получения методом самораспространяющегося взаимодействия (СРВ) очень распространенных во всех отраслях техники ферритных материалов. Поскольку традиционные способы их производства приносят вредное воздействие на природу в основном образование сточных вод, то есть смысл переход на технологический процесс их синтеза, который основанный на методе СРВ

Целью данной работы является изучить возможное взаимодействие в тройных пероксидно-солевых системах, где все компоненты в системе вступают в реакцию с пероксидом натрия. Ранее было установлено взаимодействие в системах $Na_2O_2(NaO_2) - Me_x(SO_4)_y$, где в качестве третьего компонента вводился оксид магния (MgO), но он являлся тепловым разбавителем и не вступал в реакцию с другими компонентами системы [1]. Для изучения самораспространяющегося взаимодействия были выбраны такие системы как: $Fe_2(SO_4)_3 - ZnO - NaO_2$, $ZnSO_4 - Fe_2(SO_4)_3 - NaO_2$ и $Fe_2O_3 - ZnSO_4 - NaO_2$. Большой интерес представляют соединения $Fe(III)$, так как эти соединения являются амфотерными и могут взаимодействовать с компонентами системы, образуя продукты, которые являются промышленно применимы.

В ходе изучения систем $Fe_2(SO_4)_3 - ZnO - NaO_2$, $ZnSO_4 - Fe_2(SO_4)_3 - NaO_2$ и $Fe_2O_3 - ZnSO_4 - NaO_2$ использовались следующие методы:

1. дифференциально-термический анализ систем (ДТА);
2. определение скоростей СРВ в этих системах;
3. спектральный анализ продуктов взаимодействия (ИК-спектроскопия);
4. рентгенофазный анализ продуктов взаимодействия (РФА).

В работе использовался супероксид натрия с количеством активного кислорода 41,5 % при содержании $NaO_2 - 93,6\%$, $Na_2O_2 - 4,7\%$ и сумме $NaOH$ с $Na_2CO_3 \approx 1,7\%$ и пероксид натрия с количеством активного кислорода 20 % при содержании $Na_2O_2 - 92,2\%$, $NaO_2 - 5,4\%$, $NaOH < 1,4\%$; $Na_2CO_3 < 1,0\%$. Сульфаты цинка и железа сушили при $200^\circ C$. Качество сушки сульфатов контролировалось при помощи ТГА и ИК-спектроскопии. Термический анализ проводился на установке с автоматической записью веса и чувствительностью $\pm 0,5$ мг. Использовались устойчивые к воздействию пероксидных соединений в используемом интервале температур тигли из никеля. Образцы для измерения скорости СРВ имели диаметр 30 мм и высоту 60-65 мм и изготавливались путем прессования ($1000-1500$ кг/см²) порошкообразных смесей сульфата кадмия с Na_2O_2 или NaO_2 . Скорость СРВ определялась исходя из длины образца и времени распространения фронта реакции, после инициирования процесса СРВ высокотемпературным источником [2].

В условиях ДТА установили, что начало температуры взаимодействия в системах при мольном соотношении составляет $250^\circ C$.

По результатам эксперимента средняя скорость распространения фронта горения по порошку в системе $Fe_2(SO_4)_3 - ZnO - NaO_2$ при мольном соотношении равна $92,48$ мм/мин. Попытки определить скорость горения в системе $Fe_2O_3 - ZnSO_4 - NaO_2$ не дали результатов из-за того, что фронт горения не распространяется самостоятельно по объему смеси. Это говорит о том, что Fe_2O_3 разбавляет систему, в результате чего самораспространяющееся взаимодействие в ней становится невозможным.

Скорость распространения фронта горения в системе $\text{ZnSO}_4 - \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 - \text{NaO}_2$ по экспериментальным данным составила 102,62 мм/мин.

Спектральный анализ продуктов взаимодействия систем практически не дал никаких результатов. Удалось идентифицировать только сульфат натрия и оксиды Fe_2O_3 и ZnO . Для более полного определения состава продуктов взаимодействия в изученных системах остаются необходимыми результаты рентгенофазного анализа.

Результаты для продуктов взаимодействия систем $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 - \text{ZnO} - \text{NaO}_2$, $\text{ZnSO}_4 - \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 - \text{NaO}_2$ и $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{ZnSO}_4 - \text{NaO}_2$ приведены на рисунке 1.

Данные РФА дают возможность утверждать, что состав продукта системы $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 - \text{ZnO} - \text{NaO}_2$ следующий: Na_2SO_4 , ZnO и Fe_2O_3 . Следует обратить внимание на то, что оксид железа в данной системе проявляется плохо, что может быть связано с возможным образованием в нём цинкового феррита ZnFe_2O_4 не очень интенсивные пики которого также наблюдаются на рентгенограмме. Механизм реакции образования феррита в этой системе может быть объяснен внедрением ZnO в ещё несформировавшуюся кристаллическую решетку Fe_2O_3 в момент её образования во время протекания реакции СРВ между $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ и Na_2O_2 .

В продуктах взаимодействия системы $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{ZnSO}_4 - \text{NaO}_2$ по данным РФА хорошо выявляют разные фазы Fe_2O_3 и Na_2SO_4 , а также ZnO . Очень сложно делать выводы про возможность образования в ней цинкового феррита поскольку имеем лишь одно хорошее совпадение между значениями межскоростных расстояний чистого вещества и исследуемого образца. Но обращает на себя внимание факт точного выявления Fe_2O_3 и ZnO . Поэтому образование феррита в данной системе маловероятно, что полностью объясняется небольшим теплообразованием системы и отсутствием в ней СРВ в связи с довольно сильным её разбавлением оксидом железа.

В продуктах взаимодействия системы $\text{ZnSO}_4 - \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 - \text{NaO}_2$ присутствуют разные фазы Na_2SO_4 , а также ZnO и Fe_2O_3 . Оксиды в этой системе проявляются плохо, что свидетельствует о наличии феррита в продуктах этой системы, пики которого хорошо видны на рентгенограмме.

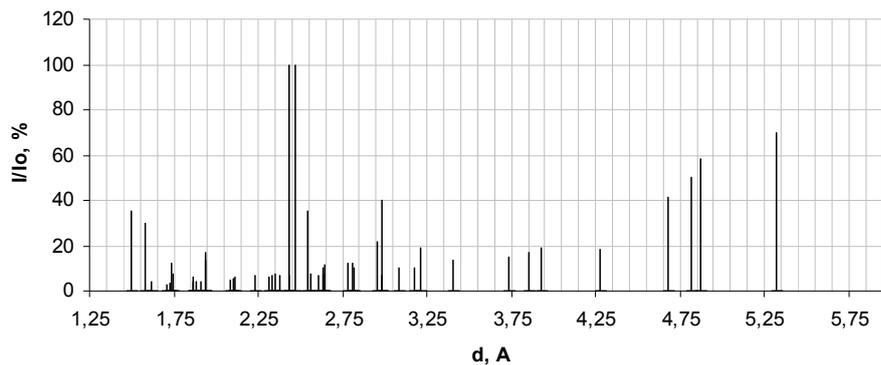
Механизм реакции образования феррита объясняется образованием оксида цинка, с последующим его внедрением в несформировавшуюся кристаллическую решетку оксида железа.

Обнаружение фаз цинкового феррита при взаимодействиях в системах $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 - \text{ZnO} - \text{NaO}_2$, $\text{ZnSO}_4 - \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 - \text{NaO}_2$ методом РФА позволяет сделать вывод, что методом самораспространяющегося взаимодействия, возможно, получать ферриты.

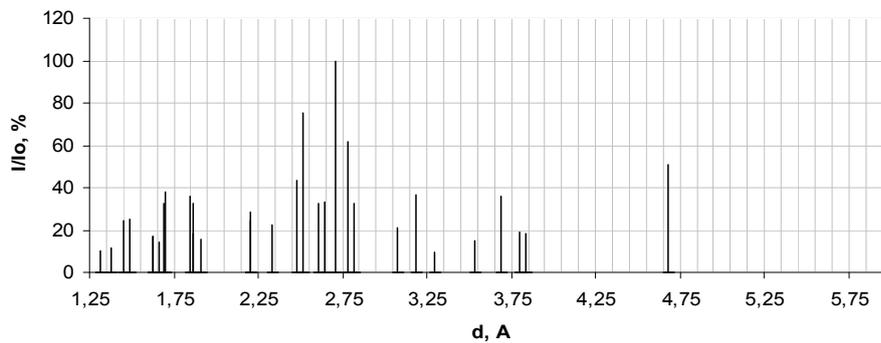
В системе $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{ZnSO}_4 - \text{NaO}_2$ феррит, очевидно, не образуется, так как в связи с небольшим тепловыделением в ней не развиваются необходимые для этого температуры.

Самым важным результатом в работе является определение возможности получения в тройных системах ферритов методом СРВ, поскольку этот метод может служить основой новых энергосберегающих и экологически-чистых технологий.

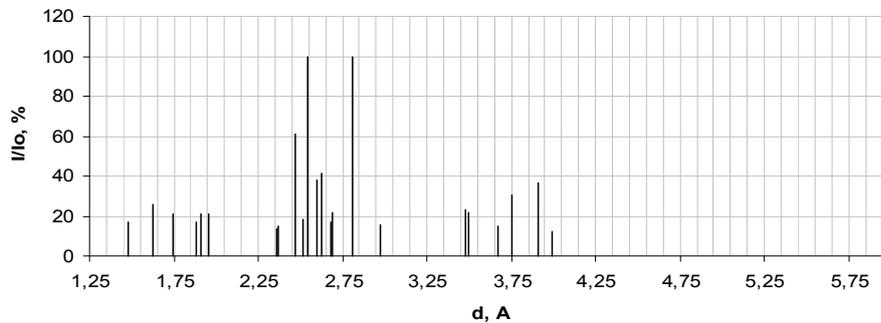
Результаты РФА системы ZnSO4-Fe2(SO4)3-NaO2



Результаты РФА системы ZnSO4-Fe2O3-NaO2



Результаты РФА системы ZnO-Fe2(SO4)3-NaO2



ZnFe2O4

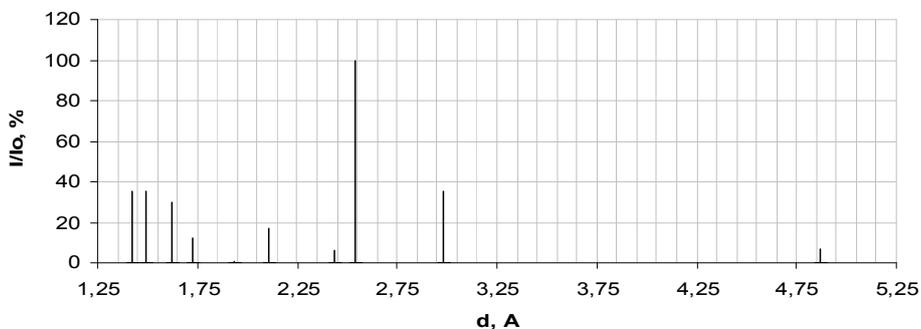


Рисунок 1 – Результаты рентгенофазового анализа

Список литературы:

1. Шаповалов В.В., Гороховский А.Н. Закономерности самораспространяющегося взаимодействия сульфатов металлов с пероксидными соединениями натрия // Укр. хим. журнал. – 2001. – т. 67. – № 2. – с. 85-88.
2. Мнускина Ю.В., Шаповалов В.В., Ванин В.И. Об особенностях взаимодействия NaO_2 и Na_2O_2 с CdSO_4 // Вопросы химии и химической технологии. – 2005. – № 3. – с. 25–28.

УДК 658.567

МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РОДІЮЧОСТІ ҐРУНТІВ

Бородай Ю.К., Мнускіна Ю.В., Прокопенко Н.Ю.

(ДонНТУ, ДІАПВ, Донецьк, Україна)

Встановлено зниження продуктивності ґрунтів внаслідок інтенсивного техногенного навантаження. Визначено можливість використання найбільш доступних органо-мінеральних відходів сільськогосподарського виробництва: соломи і мулу комунальних стічних вод, для компенсації мінералізації органічної складової ріллі.

В Донецькій області з 1600 діючих підприємств близько 80% є екологічно небезпечними. Крім того, з понад 1000 відвалів, териконів і накопичувачів відходів підприємств вугільної промисловості спостерігаються постійні емісії комплексу небезпечних для агросфери сполук. Інтегральне техногенне навантаження на агроландшафти регіону обумовлюють біля 1,8 млн. т/рік викидів в атмосферу, 1,7 млрд. м³/рік хімічно-забруднених і засолених стічних вод, а також понад 25 млн. т/рік промислових токсичних відходів. Для Донбасу найбільш характерними забруднювачами ґрунтів є сполуки міді, цинку, кадмію, свинцю, ртуті, селену, марганцю, фтору, ряду токсичних і канцерогенних органічних речовин (діоксини, бенз(а)перен та інші). Над сільгоспугіддями області щорічно розсіюється 80 тон на кожний квадратний кілометр екотоксичних речовин. Транслокація важких металів у сільгосппродукцію відбувається не тільки в системі ґрунт-рослина, а й безпосередньо з інших природних ресурсів, що призводить до зменшення врожайності, якості і конкурентноздатності сільгосппродукції.

В Донецькій області прогностично виділяють такі території:

- сировинна зона для одержання продукції, що відповідає санітарно-гігієнічним вимогам по екотоксикантам техногенного походження. Її площа складає ~ 28% ріллі;
- зона, де негативний вплив техногенного навантаження може бути зменшений за рахунок агротехнічних і інших заходів (площа ~ 40%);
- зона значного техногенного навантаження (площа ~ 32%).

Площа земель, зайнятих відходами, наближається до 2% території Донецької області. Дуже гострими в області є проблеми поводження з побутовими відходами, яких, згідно з діючими нормами накопичення з урахуванням чисельності мешканців, щорічно утворюється близько 6 млн. м³. На цей час в області накопичено понад 400 млн. м³ твердих побутових відходів. В основних галузях сільськогосподарського виробництва утворюється значна кількість відходів переважно IV класу небезпеки [1]. Доцільність застосування цих речовин в системах удобрення не викликає сумнівів.

Органічна речовина є ефективним інактиватором важких металів у ґрунті, при цьому утворюються металоорганічні комплекси, які є малорухомими, або неспроможними до подолання клітинних мембран на контакті ґрунт – корінь. Це сприяє зниженню токсичної дії важких металів, перешкоджає надходженню їх у рослини. Поряд з цим використанням органічних добрив вирішує інше важливе для забруднених ґрунтів завдання – збагачує їх органічним вуглецем і елементами мінерального живлення рослин.

Таблиця 1

Характеристика основних відходів виробництва в сільському господарстві

Найменування відходів	Клас небезпеки	Питоме накопичення [2]	Тип відходів (орган.реч., суміш)	Вміст поживних речовин в ґрунтах, % (сух.реч)				Засоби застосування
				N	P	K	Органічна речовина	
Поживні рештки куль-тур: колосових технічних овочевих	IV	0,7-1,5 т/т зерн	органічне	3-5	2,5-8,6	9,4-21,0	~90	Заорювання з внесенням азотних добрив
	IV	1,5-2,0т/т продук.	органічне	3-5	2,5-8,6	9,4-21,0	~90	
	IV	0,4-1,7т/т продук.	органічне	3-5	2,5-8,6	9,4-21,0	~90	
Гній: Свиней ВРХ птиці	III	4,5 кг/гол.доб	органічне	3,3-4,0	3,2-4,1	1,5-2,1	~90	Витримка 6-9 місяців, заорювання під основний обробіток ґрунту.
	III	40-50 кг/гол.доб	органічне	1,5-2,5	0,6-2,2	0,8-2,5	~90	
	III	0,2-0,6 кг/гол.доб	органічне	0,6-1,5	0,5-1,2	0,5-1,0	~90	
Тверді побутові відходи	IV	0,06 т/рік.людину	суміш	1,6-2,0	1,0-5,7	0,3-3,2	~50	Сепарування, біоконверсія, компостування
Мули комунальних стічних вод	III-IV	0,06 т/рік.людину	органічна речовина	1,7-2,0	3,0-4,0	0,5-1,1	20-30	Витримка 2-3 роки, заорювання
Деревина (тирса, кора та ін.)	IV	по факту	органічна речовина	0,44-0,68	1,4-2,5	3,9-9,1	~90	Авто гідроліз, виробництво органо-мін. добрив

У зв'язку з нестачею органічних добрив в господарствах вміст гумусу в ґрунтах зменшився за останні 10 років на 0,2-0,3 % абс. Це потребує оптимізації агротехнологій за рахунок використання органо-мінеральних відходів виробництва. В теперішній час, при нестачі органічних добрив і високій вартості агрохімікатів органо-мінеральні відходи є найбільш доступними засобами компенсації вносу N, P, K, а також органічного вуглецю в орному шарі. Розрахунок показує, що при внесенні деяких відходів IV класу небезпеки в науково-обґрунтованих нормах забезпечується повернення в ґрунти 3,0-3,5 т органічної речовини, 16—38 кг азоту, 6-10 кг фосфору і 32-60 кг калію.

Для компенсації мінералізації органічної складової ріллі можливо застосування найбільш доступних відходів сільськогосподарського виробництва: соломи і мулу комунальних стічних вод. Аналіз матеріальних потоків і хімічного складу цих відходів свідчать про їх агрохімічну і екологічну цінність як постачальників елементів живлення і меліорантів в ґрунти (табл.1). Потрібно зазначити, що при внесенні мулу комунальних стічних вод необхідне визначення вмісту важких металів (сполук свинцю, міді, цинку, кадмію) в вихідній речовині, ґрунтах, продукції. Застосовуючи органо-мінеральну сировину відходів досягається зниження впливу на навколишнє (природне середовище вирішується проблема накопичення відходів) і одночасно підвищення рівня родючості ґрунтів. Тобто такі заходи мають як екологічний, так і економічний ефект.

Таким чином, внесення відходів забезпечує кругообіг мінерального і органічного живлення рослин, що обумовлює утилізацію їх без забруднення навколишнього середовища.

Список літератури:

1. Класифікатор відходів ДК 005-96. Держстандарт України, 1996р.
2. Справочник по планированию сельского хозяйства // Под ред. Хитруна Л.И. – М.: Колос, 1974. – с. 413.

ДИОКСИНЫ В МЕТАЛЛУРГИИ И МЕТОДЫ ИХ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ

Е.Г. Долженко, Г.С. Клягин
(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Диоксины представляют собой ароматические полихлорированные углеводороды, присутствие которых в окружающей среде волнует экологов ввиду их токсичных свойств, устойчивости и способности к бионакоплению. В настоящее время положение вещей таково, что концентрация диоксинов в гидросфере и литосфере может достигнуть критических значений и загрязнение живой материи может принять необратимый характер.

Диоксины являются представителями хлорированных циклических эфиров, которые имеют два бензольных кольца с различной степенью хлорирования, связанные двумя атомами кислорода (PCDD) или одним атомом кислорода и связью С-С (PCDF). Для диоксинов характерно структурное разнообразие, то есть изомерная и гомологическая сложность соединений. Зафиксировано 75 изомеров PCDD и 135 изомеров PCDF. Наиболее токсичным из них является: 2,3,7,8-TCDD (тетрахлордibenзо-п-диоксин $C_6H_4Cl_2-O-O-C_6H_4Cl_2$) [1].

Выделяясь из промышленных источников в неживую природу, они попадают чаще всего в органическую фазу почвы или воды, перемещаются в виде соединений с органическими веществами, попадают в воздух, водоемы, пищевые продукты и оттуда в организм человека. В живых организмах диоксины накапливаются главным образом в жировых тканях и затем изменяют биохимические процессы. Они очень медленно выводятся из живых организмов, например из организма мыши или крысы в течение 15-90 дней, из организма обезьяны и человека соответственно в течение 455 и 2120 дней [1].

Диоксины представляют следующие опасности для здоровья: канцерогенные, гормональные эффекты (влияние на щитовидную железу, репродуктивную функцию), иммунные, неврологические эффекты (психомоторное развитие), воздействие на печень (некроз, цирроз, рак), дерматологические эффекты (хлоракне – тяжелая форма

профессиональных угрей, фоточувствительность, образование темных пятен на коже), опухоли.

Безопасной для здоровья населения была признана концентрация диоксинов в отходящих газах промышленных установок, равная $0,1 \text{ нг/м}^3$ в пересчете на 2,3,7,8-TCDD, в законодательном порядке утвержденная в Германии в 1990 году как норма 17BImSchV [2].

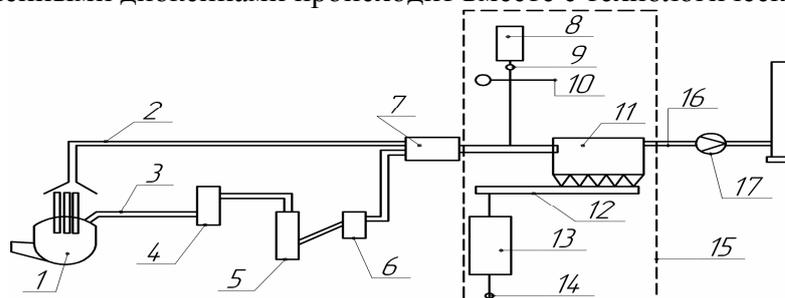
Металлургические предприятия, в частности электросталеплавильные цеха, являются интенсивными источниками выделения диоксинов. Зачастую металлолом, поступающий в качестве сырья для переплавки, сильно загрязнен остатками органических веществ (различные покрытия, краска, остатки масел, пластмассы), что провоцирует ухудшение качества отходящих газов, образующихся при переплавке.

При термической обработке такого металлолома образуются диоксины, которые попадают в атмосферу через систему вытяжки печи. Известно, что выбросы электродуговых печей могут содержать диоксины в концентрации $0,02-9,2 \text{ нг/м}^3$. Вместе с этим, выбросы с максимальным содержанием диоксинов свойственны электродуговому печам с предварительным подогревом металлолома [4].

Использование для улавливания диоксинов только системы «чистого» фильтрования (например, с рукавными фильтрами) без использования адсорбентов провоцирует проскакивание диоксинов в атмосферу с отходящими газами, так как только 20-30 % диоксинов сконцентрированы на частицах золы, а 70-80 % сосредоточены в газовой фазе [3].

Для адсорбции диоксинов сорбентом необходим очень короткий временной интервал контакта. На использовании этого принципа основан процесс адсорбции в потоке. При этом методе очистки адсорбент, содержащий уголь (в частности, активированный лигнит, обладающий оптимальной пористостью для адсорбции вредных веществ), вдувается в порошкообразном виде в поток исходного газа до установки пылеулавливания.

При внедрении метода очистки адсорбцией в систему пылеулавливания осаждение адсорбента с уловленными диоксинами происходит вместе с технологической пылью.



1 – электродуговая печь; 2 – вытяжка цехового воздуха; 3 – прямая вытяжка; 4 – дожигание; 5 – охлаждение; 6 – вихревой осадитель; 7 – камера смешивания; 8 – бункер с адсорбентом; 9 – дозирование адсорбента; 10 – ввод адсорбента; 11 – тканевый фильтр; 12 – конвейер; 13 – бункер для пыли; 14 – на последующую утилизацию; 15 – зона взаимодействия адсорбента и пыли; 16 – газопровод; 17 – дымосос

Рисунок 1 – Установка для пылеулавливания в электросталеплавильном цехе

На рисунке 1 представлена схема электродуговой печи с оборудованием для сокращения выбросов диоксинов методом адсорбции в потоке. Отходящие газы, образовавшиеся во время плавки, оказываются прямо в канале вытяжки печи и после дожигания попадают на охлаждение до $\approx 250^\circ\text{C}$, затем большие частицы осаждаются в вихревом осадителе. На следующей стадии очищенный газ подается в камеру смешивания газа с цеховым воздухом, температура газа снижается до $80-100^\circ\text{C}$. В тканевом фильтре осуществляется улавливание пыли с большим содержанием диоксинов, которая затем выгружается и складывается в бункере для дальнейшей утилизации. Обязательным условием при этом является предварительная обработка и нейтрализация пыли, например технологией высокотемпературного обеззараживания в электродуговой печи или в плавильном реакторе [4].

Достигнутый в очищенном газе при расходе активированного лигнита не более 30 мг/м^3 низкий уровень содержания диоксинов подтверждает высокую эффективность этого процесса

очистки отходящих газов. Даже при очень малых количествах адсорбента обеспечиваются значительные скорости осаждения, и степень загрязнения диоксидами очищенного газа, не превышающая $0,1 \text{ нг/м}^3$.

Таким образом, технология адсорбции в потоке, интегрированная в технологический процесс, представляет собой безопасный и одновременно малозатратный способ сокращения выбросов диоксинов в условиях производства электростали.

Для эффективной очистки отходящих газов электродуговых печей сочетание термической обработки, вдувания адсорбента и быстрого охлаждения обеспечивает возможность сократить содержание диоксинов до безопасной концентрации.

Список литературы:

1. Федоров Л. А. Диоксины как экологическая опасность: ретроспектива и перспективы. – М.: Наука, 1993. – 266 с.
2. Воронова Г.П. Двухступенчатая система пылеулавливания. // Новости черной металлургии за рубежом. – 2004. – №2. – С. 24.
3. Корчагин К.А. Снижение выбросов диоксинов в электросталеплавильных цехах. // Новости черной металлургии за рубежом. – 2005. – №5. – С. 42-43.
4. Лопухов Г.А. Удаление диоксинов из технологических газов дуговой сталеплавильной печи. // Электрометаллургия. – 2004. – №4. – С. 29-33.

УДК 658.26:657.471.76

КОНТРОЛЬ, УЧЕТ И ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПРОДУКЦИИ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Е.А. Жирякова, А.А. Вислобод, И.М. Мищенко

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

В статье обоснована необходимость проведения на предприятиях чёрной металлургии расчётов по определению энергоёмкости продукции. Представлены расчетные показатели и направления энергосбережения в отрасли.

Более 70 % производимой в Украине энергии (тепловой, электрической) связано с использованием традиционных видов топлива — угля и природного газа.

Для анализа топливопотребления и принятия эффективных мер по охране окружающей среды в черной металлургии необходимы расчёты энергопотребления (удельных расходов топлива и электроэнергии) не только для отдельных видов сырья, топлива, полуфабрикатов, но и конечной товарной металлопродукции – прокатных и других изделий.

Примеры таких расчётов предложены специалистами УкрГНТЦ "Энергосталь"[1], которые обоснованно связывают загрязнение окружающей среды от предприятий ГМК со сквозным удельным расходом (СУР) топлива на производство товарной продукции. Этот показатель определяется не только расходом топлива в цехах, выпускающих товарную металлопродукцию (чугун, стальные слитки, прокатные изделия), но и в цехах обеспечения работы единого металлургического цикла, производящих твёрдое топливо и полуфабрикаты — кокс, железорудный концентрат, агломерат, окатыши, известь, передельный чугун и другие, в сущности, исходные шихтовые материалы или стальные заготовки.

В целом отраслевая энергоёмкость основной товарной продукции ГМК — проката определяется цеховой энергоёмкостью прокатных изделий, а также СУР полуфабрикатов и их энергоёмкостью.

СУР полуфабрикатов — это результат перемножения их удельных расходов по всей технологической цепи производства металлопродукции. Например, если удельный расход катаных заготовок на сортовой прокат составляет 1,04 т/т, расход слитков на производство заготовок — 1,15 т/т и расход чугуна на выплавку стали — 0,8 т/т, то СУР передельного чугуна на производство сортового проката составляет $1,04 \cdot 1,15 \cdot 0,8 = 0,9568$ т/т сортопрокатных изделий.

Таблица 1. Удельные расходы топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) при производстве полуфабрикатов и сквозной их расход на производство проката [1]

Продукции, в т.ч. полуфабрикаты	Удельный расход ТЭР на производство продукции		Сквозной удельный расход полуфабрикатов на производство проката, кг/т		
	электроэнергия, кВт·ч/т	топливо, кг. усл. топлива	сортового	листового	катаных заготовок
Железорудный концентрат	100,5	2,0	1541,8	1820,3	1492,7
Окатыши и агломерат ГОКов	60,2	77,9	33,5	39,6	32,4
Кокс и коксовая мелочь	35	168,2	523,4	619,2	507,6
Коксовый газ, м ³	60,0	71,8	143,0	102,0	8,0
Известь	14,2	146,8	75,2	88,7	72,9
Агломерат	37,0	55,3	1539,8	1817,9	1490,8
Чугун	97,4	571,8	879,7	1038,4	851,7
Сталь (слитки)	148,3	35,6	1171,1	1382,6	1133,8
Катаные заготовки	24,8	35,6	1032,9	1219,4	1,0
Сортовой прокат	70,5	97,5	1,0	—	—
Листовой прокат	137,6	131,0	—	1,0	—

В таблице 1 приведены показатели цеховой энергоёмкости полуфабрикатов и их СУР на производство катаных заготовок, сортового и листового проката для условий Алчевского металлургического комбината (АМК). Сквозной расход чугуна (851,7...1038,4 кг/т) включает его потребление на выплавку стали и на производство сменного оборудования (изложниц, поддонов), что при разливке стали в слитки составляет 19,0...23,0 кг/т выплавленной стали. Сквозной расход кокса включает потребности в нём доменного, литейного и агломерационного цехов.

СУР полуфабрикатов при производстве листового проката на 18 % больше, чем при производстве сортового проката, и на 22 % больше, чем при производстве катаных заготовок. Это обусловлено, в частности, большим удельным выходом обрезки — 219,4 кг/т листового проката при 32,9 кг/т — в сортопрокатном и 171,1 кг/т — в обжимном цехах.

На величины СУР железорудного сырья, кокса, чугуна при производстве проката оказывает влияние удельное потребление передельного чугуна на выплавку стали. В мартеновских цехах АМК и металлургического комбината "Азовсталь" удельный расход чугуна составляет, соответственно 734,8 и 628,5 кг/т стали. В конвертерном производстве металлургических комбинатов "Азовсталь", "Криворожсталь" и Енакиевского металлургического завода (ЕМЗ) эти показатели на 20 – 30 % больше и составляют, соответственно, — 902,4; 812,6 и 897,1 кг/т стали. Отсюда выше и СУР железорудного концентрата, кокса, агломерата и окатышей на производство прокатных изделий.

В таблице 2 приведены данные о сквозной отраслевой энергоёмкости проката упомянутых металлургических предприятий, рассчитанной с учётом фактических СУР полуфабрикатов и их цеховой энергоёмкости.

Средняя по четырём предприятиям приведенная энергоёмкость проката составляет 1283,3 кг.у.т/т. Структура и энергоёмкость товарного проката этих предприятий в основном отражает соответствующие показатели в целом по ГМК Украины. Поэтому данные таблицы можно использовать для анализа возможных изменений потребления энергоресурсов в отрасли при изменениях сортамента выпускаемой продукции.

Таблица 2. Показатели отраслевой энергоёмкости проката на примере предприятий ГМК Украины

Предприятия, продукция	Доля в общем объёме товарного проката	Удельный расход энергоресурсов		
		электроэнергия*), кВт·ч/т	топливо, кг.у.т/т	энергоёмкость, кг.у.т/т
АМК				
Катаная заготовка	—	801,6	576,6	997,7
Сортовой прокат	11,9	935,8	676,5	1165,8
Листовой прокат	6,1	1116,9	852,3	1406,7
В среднем по комбинату	18,0	1009,0	736,0	1259,2
Азовсталь				
Катаная заготовка	—	955,6	429,7	1101,7
Сортовой прокат	10,7	1153,07	568,0	1346,8
Листовой прокат	7,7	1301,1	868,7	1597,2
Литая заготовка	9,6	893,01	526,2	1072,0
В среднем по комбинату	28,0	1103,1	637,7	1319,9
Криворожсталь				
Катаная заготовка	4,9	890,2	684,1	1122,8
Сортовой прокат	37,1	997,1	802,8	1270,0
В среднем по комбинату	42,0	984,8	789,0	1253,1
ЕМЗ				
Катаная заготовка	7,9	1005,6	715,3	1248,8
Сортовой прокат	4,1	1205,9	934,4	1523,6
В среднем по заводу	12,0	1071,3	789,8	1339,8
Итого	100,0	1032,7	737,2	1283,3

*) полученный из результатов практики производства электроэнергии на твёрдом и газообразном топливе коэффициент перевода 1 кВт·ч электроэнергии в килограммы затраченного условного топлива (кг.у.т), равен 0,34 при теоретической величине этого коэффициента 0,123 кг.у.т/кВт·ч электроэнергии.

Энергоёмкость листового проката АМК и металлургического комбината "Азовсталь" на 19,0 — 20,0 % больше энергоёмкости сортового проката, поскольку СУР полуфабрикатов на производство листа и цеховая энергоёмкость листового проката больше энергоёмкости сортового в 1,45 раза. По этим же причинам сквозная отраслевая энергоёмкость катаных заготовок меньше энергоёмкости сортового проката на 22 — 30 %. Средняя энергоёмкость проката по каждому предприятию и в целом по отрасли может изменяться в зависимости от соотношения объёмов производства различных его видов при неизменной энергоёмкости каждого вида.

На основании расчётных данных можно прогнозировать увеличение потребления ТЭР отраслью в случае роста производства листового и сортового проката, например, на 1 млн.т/год (таблица 3) при существующем соотношении объёмов их производства.

Таблица 3. Увеличение потребления ТЭР в связи с ростом производства проката на 1 млн.т/год

Виды производств	Увеличение расхода ТЭР	
	Топливо, тыс.усл.тонн	Электроэнергия, млн. кВт·ч
Коксохимическое	99,0	27,0
Горнорудное	46,0	200,0
Ферросплавное и огнеупорное	18,0	59,0
Производство агломерата, чугуна, стали и проката	870,0	471,0

Отдельные расчёты показывают, что ожидаемая тенденция увеличения доли листового проката в общем объёме производства прокатных изделий означает, что замена 1 млн.т сортового проката на 1 млн.т листового вызывает дополнительное потребление 163 тыс.т условного топлива и 176 млн.кВт·ч электроэнергии или в суммарном энергопотреблении — 60 млн.т.усл.топлива. Естественно, что такие изменения в потреблении энергии возможны лишь при существующей структуре производства стали (соотношении объёмов производства мартеновской и конвертерной стали и разливке металла в основном в изложницы).

Сформулируем в общем виде некоторые направления энерго- и материалосбережения в чёрной металлургии:

1. Повышение точности и надёжности автоматического и других видов контроля и учёта расхода ресурсов. Не имея объективного представления о расходовании материалов и ТЭР, невозможно организовать эффективную деятельность по их сбережению. По данным Госэнергонадзора несовершенство существующих методов контроля и учёта, например, в потреблении электроэнергии обуславливает не менее чем 3 % её потерь. В значительно большей мере несовершенство контроля и учёта громадных потоков сырья и топлива сказывается на уровне их использования и величинах потерь [3].
2. Внедрение созданных мировой наукой и практикой технологий и современного оборудования, обеспечивающих снижение энерго- и ресурсоёмкости металлопродукции, повышение её качества и экологических показателей:
 - автоматизация управления металлургическими процессами, например, самым энергозатратным доменным процессом, создаёт условия для экономии 10 – 20 % энергоносителей;
 - замена мартеновского производства стали конвертерным, переоснащение электросталеплавильного производства позволяют снизить энергопотребление на 10 – 25 %;
 - замена слитковой разливки на непрерывную экономит более 200 тыс.т.усл.топлива на 1 млн.т.стали и снижает на 10 – 20 % потери железа в производстве прокатной продукции;
 - максимально возможное использование альтернативных топлив и ВЭР в большинстве процессов, что позволит заменить не менее 30 – 40 % первичных дорогих и дефицитных природных топлив.

Список литературы:

1. Анализ сквозных отраслевых затрат энергоресурсов на производство металлопродукции /Сталинский Д.В., Грецкая Г.Н., Андреева Т.А., Литвиненко В.Г. // Экология и промышленность. – 2004. – № 1. – с. 48 – 51.
2. Юсфин Ю.С., Леонтьев Л.И., Черноусов П.И. Промышленность и окружающая среда. М.: ИКЦ "Академкнига", 2002. – 469 с.
3. Антипин В.Г. Повышение использования железа – одна из важнейших задач отрасли // Сталь. – 1983. – № 11. – С 1 – 4.

УДК 666.64

ПОЛУЧЕНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОДУКТОВ

Кроз В.В., Куликовская О.В., Беломеря Н.И.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

В работе рассмотрены вопросы получения теплоизоляционного материала – керамзита с использованием в качестве сырья техногенных продуктов. Определены составы исходных шихтовых смесей и оптимальные технологические параметры производства керамзита

На современном этапе развития строительной отрасли на Украине и в Донецке используются технологии возведения сооружений из монолитных конструкций и сборного железобетона. Дома из железобетона недолговечны и малокомфортны для человека, к тому же есть ограничения по высоте зданий – (22 – 23) этажа [1]. Таким образом, чем выше эти конструкции из бетона, тем толще несущие стены, а значит дороже и тяжелее сооружения. Последнее особенно актуально для Донецка, который фактически стоит на подземных угольных шахтных выработках.

Как снизить себестоимость и вес зданий? На этот вопрос был найден ответ в прошлом столетии – керамзитобетон. Керамзит как ключевой теплоизолирующий материал, на основе которого было построено 80 процентов жилья в СССР, – экологически чистый, долговечный и дешевый – был выброшен и заменен на так называемые эффективные утеплители – пенопласт, пенополистирол, минвату, Rockwool. Что получилось? Все дома, которые сегодня утепляют этими материалами, обречены. По существующим нормам срок годности этих утеплителей – десять-двенадцать лет [1]. Они не только недолговечны, но и вредны – выделяют фенолформальдегидные и другие токсичные соединения, которые укорачивают жизнь человеку. Если добавит, что их сочетают с тяжелым бетоном, который "не дышит", то что можно сказать об энергосбережении? Через форточки при проветривании теряется то самое тепло, которое пытаются экономить с применением эффективных утеплителей.

В Донецке городским советом принята программа энергосбережения в коммунальной отрасли, а точнее утепление жилых домов минеральной ватой. Таким образом, вкладываются деньги в строительство тяжелых бетонных конструкций и недолговечных утеплителей.

На сегодняшний день на территории Донецкой области нет ни одного завода по производству керамзита. Это притом, что достаточно сырьевой базы: не только природного сырья, но и техногенных продуктов.

Донбасс является центром горнодобывающей промышленности и играет важную роль в разработке месторождений глин.

Во время добычи полезных ископаемых образуется много отходов. Ни один вид промышленной деятельности человека не влияет так широко и разрушительно на окружающую среду как горное производство. В сфере его непосредственного влияния водный и воздушный бассейны, земная поверхность, недра, фауна и флора – все элементы окружающей природной среды [2]. С другой стороны, в процессе добычи и переработки полезных ископаемых образуется значительное количество разных отходов непосредственного производства, которые часто значительно превышают массу товарной продукции. Поэтому их комплексное использование есть не только основой безотходного производства, но служит радикальным средством снижения техногенной нагрузки на естественную среду и важным источником экономии труда и природных ресурсов.

На территории Донбасса сосредоточено 90 % всех действующих в Украине шахт, находятся 858 породных отвалов, из которых 140 горят. Рядом с шахтным складированием породы, есть отходы обогатительных фабрик. Общая масса этих отходов по разным оценкам представляет от 2 до 3 млрд. т. Использование ресурсного потенциала отходов угольного производства не превышает 7 % [3].

Экономическое значение проблемы использования вторичных материальных ресурсов состоит в том, что верное ее решение позволяет: увеличить виды сырья, таким образом уменьшить использование природных сырьевых материалов; предупредить потери большого количества земельных угодий, в том числе важных для сельскохозяйственного производства, которые заняты отвалами под отходы и попутные продукты; избежать больших затрат на создание складов, хранилищ, отвалов; повысить технико-экономические показатели отраслей промышленности [4].

Применение отходов и попутных продуктов в промышленности строительных материалов, дает большой экономический эффект благодаря снижению себестоимости продукции, затрат топлива, электроэнергии и капитальных затрат. Сырьевые материалы или компоненты, которые изготавливают из отходов, в (2 – 3) раза более дешевые относительно

сырьевых материалов, которые изготавливаются специально. Текущие капиталовложения при использовании некоторых видов отходов снижаются на (30 – 50) %. Кроме того, следует помнить, что известные запасы природных сырьевых материалов все более истощаются и отдаляются от промышленных регионов.

Целью данной работы является исследования возможности использования вскрышных глинистых пород, отходов углеобогащения для производства керамзита.

В начале проведения эксперимента было рассмотрено более десяти вскрышных пород разных глинистых месторождений Донецкой и Луганской областей.

По результатам предварительных исследований было установлено, что наиболее подходящими материалами для этих целей являются вскрышные глинистые породы Мариупольского и Снежнянского месторождений (которые в дальнейшем будем называть глинами), а в качестве добавок, повышающих вспучивание, – отходы углеобогащения Чумаковской ЦОФ и пиритные огарки.

При определении температурного интервала вспучивания для глинистых пород: лучше результаты получены для образцов из глины Мариупольского месторождения в пределах – (1050 – 1090) °С; а для образцов из глины Снежнянского месторождения в пределах – (1030 – 1070) °С.

По результатам опытов построены и графически обоснованы кривые обжига по ступенчатому принципу термообработки для каждого глинистого сырья. Для примера на рисунке 1 приведенная кривая обжига снежнянской глины на керамзит.

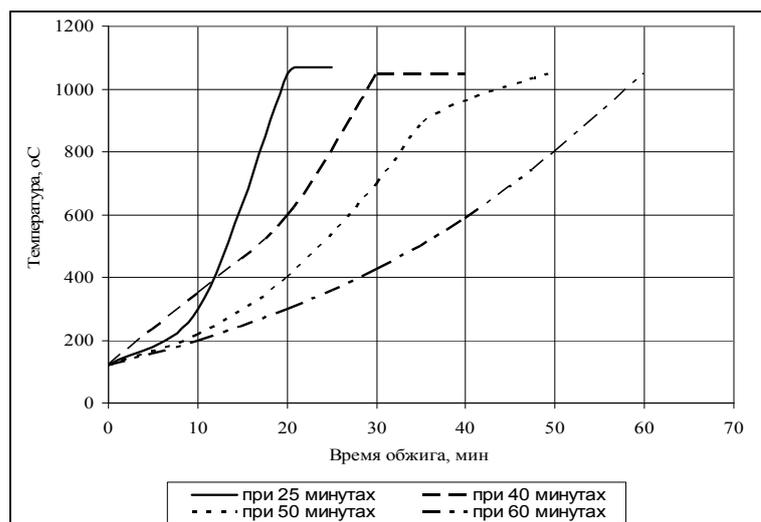
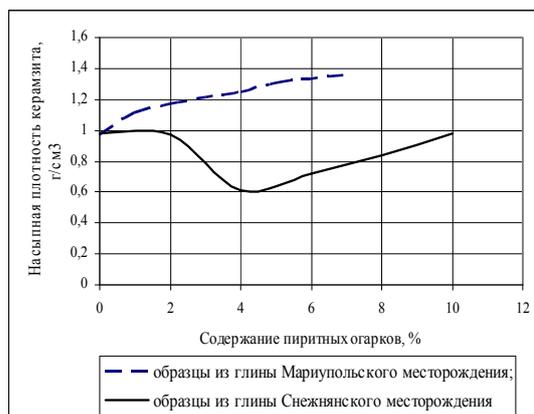


Рисунок 1 – Графическое обоснование ступенчатого принципа термообработки снежнянской глины на керамзит

Рассмотрено влияние газовой среды на обжиг керамзита: вспучивание исходных материалов не изменяется в зависимости от изменения атмосферы печи. Это свидетельствует о том, что в глинистых породах достаточно органического вещества, которое во время обжига внутри гранул образует благоприятную восстановительную среду. Это позволит проводить обжиг в окислительной среде без ухудшения свойств керамзита, не тратя лишнего технологического топлива для создания восстановительной среды.

Установлено, что увеличение содержания пиритных огарков в массе из мариупольской глины вызывает уменьшение ее вспучивания, а в массе из снежнянской глины увеличения добавки целесообразно лишь до 4 мас.%, дальнейшее ее введение приводит к уменьшению объема (см. рис. 2а). Увеличение содержания отходов углеобогащения в массе из мариупольской глины влияет положительно на ее вспучивание; в массе из снежнянской глины увеличения примеси целесообразно лишь до 6 мас.%, дальнейшее ее введение приводит к резкому падению коэффициента вспучивания и повышению насыпной плотности (см. рис. 2б).



а)

б)

Рисунок 2 – Зависимость насыпной плотности керамзита от содержания в шихте добавок

При одновременном введении добавок, необходимо снижать температуру обжига для каждого глинистого сырья на (20 – 30) °С, так как происходит оплавление образцов. Это связано с быстрым нарастанием жидкой фазы из-за образования эвтектик с оксидами железа [5]. Для мариупольской глины наилучшие результаты дали массы с 4 мас.% пиритных огарков и (3 – 5) мас.% отходов углеобогащения. При этом прочность гранул керамзита, которые содержат от 3 до 7 мас.% отходов углеобогащения не изменяется и составляет (25 – 30) кг/гранулу. Введение в массу из снежнянской глины пиритных огарков в количестве 4 мас.% и отходов углеобогащения от 4 до 8 мас.% влияют положительно на свойства керамзита. Эффективное влияние этой добавки особенно важно в отношении формирования характерной для керамзита мелкозернистой структуры. Получены образцы с закрытыми равномерно распределенными порами, внутри которых находится газ. Только такой продукт обладает необходимыми теплофизическими характеристиками. Образцы, которые сформованы из 6 мас.% пиритных огарков, (4 – 8) мас.% отходов углеобогащения и снежнянской глины, имеют высокие свойства. Гранулы хорошо вспучились, имеют округлую форму. Внутренние поры равномерно распределены по объему. Пример образцов приведен на рисунке 3.



а)



б)

Рисунок 3 – Образцы керамзита из снежнянской (а) и мариупольской (б) глины

Таким образом, по качественным показателям керамзит из вскрышных пород Мариупольского и Снежнянского месторождений, отходов углеобогащения и пиритных огарков можно использовать в качестве заполнителя в теплоизоляционных и конструктивно-теплоизоляционных бетонах. Это решит проблему не только энергосохранения, но и уменьшит экологическую нагрузку за счет использования техногенных продуктов вместо природного сырья.

Список литературы:

1. Марсель Бикбау. Особенности национального абсурда // Строительство. – 2007. – №9.
2. Грядущий Б. А., Майдуков Г. Л., Кислов Б. И., Григорюк М. Е. Эколого-экономический анализ твердых отходов угольных предприятий // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2006. – № 4. С. 32 - 38.
3. Панов Б. С. Техногенные месторождения минерального и нетрадиционного сырья Украины // Збірка доповідей II Міжнародної наукової конференції аспірантів і студентів «Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів». – Том 1. – Донецьк: ДонНТУ, ДонНУ. – 2003. – С. 4 - 6.
4. Отходы химической промышленности в производстве строительных материалов / Л. И. Дворкин, В. Л. Шестаков. – К.: Будівельник, 1986. – 128 с.
5. Онацкий С. П. Производство керамзита. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.:Стройиздат, 1987. – 333 с., ил.

УДК 669.18:338

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

М.М. Перистый, А.В. Кравченко, М.А. Пакка

(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 перевооружение 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, а разлива стали в слитки преобладает над непрерывной разливкой в заготовки. Это свидетельствует о технологическом и техническом отставании ряда отечественных металлургических предприятий от известных мировых аналогов и о высоком уровне потребления сырья, огнеупоров, топлива, энергии, а также значительном воздействии на окружающую среду.

Серьезной проблемой черной металлургии является низкая рентабельность производства, неудовлетворительная внутренняя структура сталеплавильного передела. Износ основных фондов достигает 65 %. Доля непрерывной разливки составляет всего менее 20 %.

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 их составляет 15-30 г/м³. Для сравнения выход газов из электросталеплавильной печи – 80-110 м³/т стали со средней запыленностью 10-15 г/м³.

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

В основном мартеновские печи не оборудованы газоочисткой или очистка технологических газов производится преимущественно мокрым способом, что является

источником образования шламов. Мартеновские шламы относятся к группе железосодержащих отходов и являются наиболее богатыми железом ($Fe_{\text{общ}} = 52,5-64,2 \%$). Удельный выход шламов составляет 0,26-2,55 %. Эти шламы используются, в основном, в аглошихте, но большей частью складываются в шламонакопителях, которые занимают значительные площади.

Побочным продуктом мартеновского процесса является шлак. Удельный выход мартеновских шлаков составляет в среднем 180 кг/т стали. Электросталеплавильных шлаков образуется значительно меньше, чем мартеновских. Сталеплавильный шлак является ценным сырьем для металлургического производства, так как содержит около 12 % Fe, а также такие компоненты как CaO, MgO, MnO, CaF₂, FeO, и может использоваться в аглодоменном и литейном производствах.

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

Таким образом, одним из направлений повышения экологической безопасности сталеплавильного производства, является наиболее полная утилизация отходов производства.

Ввиду экономического положения отечественных предприятий реконструкция сталеплавильного производства возможна в несколько этапов, как за счет совершенствования технологии выплавки и разлива стали, так и за счет перестройки структуры цеха.

Сокращение продолжительности мартеновской плавки, а, следовательно, и выбросов в атмосферу возможно за счет использования продувки металла в печи через пористые пробки в днище в период плавления и доводки плавки в установке «печь-ковш». Использование усовершенствованной конструкции выпускного желоба позволяет отсечь печной шлак, снизить угар ферросплавов и улучшить качество стали.

При реконструкции производства на первом этапе 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 подогревается 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 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 10-15 %, что позволит снизить выбросы в атмосферу на 7-10 %;
- снизить себестоимость стали за счет сокращения расхода природного газа 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;
- организовать разливку стали на МНЛЗ способом «плавка на плавку».

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.

При сохранении производительности на уровне исходного состояния, после первого этапа реконструкции выбросы в атмосферу сократятся примерно на 10-15 %, 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 (примерно 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 современной газоочисткой. Все мартеновские печи выводятся из эксплуатации. Выплавляемая сталь разливается на МНЛЗ. Печь ДСП-150 с эркерным выпуском металла оборудована газокислородными горелками, оборудованием для вдувания углеродсодержащих материалов, имеет водоохлаждаемые панели и свод. Предусмотрены подогрев металлолома отходящими газами, использование технологии плавки стали с оставлением в печи металла и шлака предыдущей плавки (плавка «на болоте»), использование окатышей в качестве добавки и др. Указанные мероприятия позволят повысить технико-экономические показатели плавки.

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 потребителю.

Для ведения оптимального технологического процесса плавки в электропечи предусматривается автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУТП). При этом будут обеспечены оптимальные расходы шихтовых материалов и электрический режим, позволяющие значительно снизить энергоемкость продукции.

Основным источником загрязнения атмосферы после второго этапа реконструкции будет являться электропечь. Выброс вредных веществ от ДСП 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 зонтик, 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.

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. Готовые брикеты с содержанием ~ 50 % железа направляются на рудный двор доменного цеха и используются в доменном производстве.

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.

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.

УДК 628.5

ИНДЕКСЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ И БИОТЕСТЫ В ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЯ

Трошина Е.А., Денисович Ю.А., Макаришина Ю.И.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Кирбаба В.В.

(ОАО “Авдеевский коксохимический завод”, Авдеевка, Украина)

Для изучения влияния очищенных сточных вод, сбрасываемых ОАО “АКХЗ”, на состояние экосистемы р.Каменка на основании изученных гидрохимических показателей качества воды выполнена комплексная оценка исходя из гидрохимического индекса загрязнения воды ИЗВ и комплексного индекса загрязнения КИЗ, а также проведено биотестирование воды.

Сточные воды коксохимических заводов содержат значительные количества загрязняющих веществ как органических, так и неорганических, таких как фенолы, бензол, соединений азота, неорганические соли. Для обезвреживания сточных вод наиболее широко применяют биохимическое окисление содержащихся в воде примесей с предварительным удалением нерастворенных веществ. На предприятии ОАО “АКХЗ” предусмотрена двухэтапная очистка производственных сточных вод на БХУ-1 и БХУ-2 с последующей доочисткой на внеплощадочных очистных сооружениях, куда также поступают хозяйственно-фекальные воды завода и г. Авдеевка. Очищенные сточные воды поступают в пруд-накопитель с последующим сбросом в балку Почтовый Лог, а затем в р.Каменку, являющуюся притоком р.Кривой Торец.

Целью проведенного исследования явилось изучение влияния сбрасываемых очищенных сточных вод на экологическое состояние р.Каменка.

Для выполнения комплексной оценки качества воды использовали гидрохимический индекс загрязнения воды и методику оценки качества воды по гидрохимическим показателям

Гидрохимического института [1]. Исследования проводили для вод р.Каменка выше сброса ОАО “АКХЗ” и ниже точки сброса.

Расчет гидрохимического индекса загрязнения воды (ИЗВ) проводили по 10 показателям, значения которых сравнивали с соответствующими величинами ПДК. Согласно найденному значению ИЗВ, равному 4.41, р.Каменка (выше точки сброса) может быть отнесена к пятому классу водных объектов (грязная), воды которого находятся под значительным антропогенным влиянием, уровень которого близок к границе устойчивости экосистемы. Это объясняется тем, что р.Каменка является приемником сточных вод промышленных предприятий, в частности, шахт, находящихся на территории Донецкой области, что значительно ухудшает качество речной воды. В результате аналогичных расчетов, выполненных для вод р.Каменка ниже точки сброса, было получено значение ИЗВ, равное 5.35, т.е. качество воды несколько хуже. Водный объект в этом случае также относят к пятому классу, вода которого является грязной. Следовательно, в целом, воды реки до и после сброса очищенных сточных вод соответствуют одному классу, т.е. не наблюдается резкого ухудшения качества воды р.Каменка в результате сброса сточных вод.

Характер загрязнения реки согласно методике Гидрохимического института определяли по величине условного коэффициента комплексности как отношение числа показателей, по которым наблюдается превышение ПДК, к общему числу используемых показателей. Установление уровня загрязнения и класса качества воды осуществляли по комплексному индексу загрязнения КИЗ, найденному по кратности превышения ПДК и повторяемости случаев превышения ПДК. Согласно проведенным расчетам величина КИЗ составила 31 как для вод выше точки сброса, так и ниже. И в том, и в другом случае воды р.Каменка можно отнести к третьему классу (грязная), подкласс Б, что подтверждает предположение о незначительном влиянии сбрасываемых сточных вод.

Таким образом, проведенная комплексная оценка качества воды р.Каменка выше и ниже точки сброса очищенных сточных вод свидетельствует, что сбрасываемые сточные воды в целом не нарушают экологического баланса в водном объекте.

Для проверки выдвинутого предположения о незначительном влиянии сточных вод ОАО “АКХЗ” на качество воды р. Каменка было проведено биотестирование изучаемых вод с использованием высшего сосудистого растения *Allium Сера* (лук обыкновенный) [2], согласно которого после трехдневного проращивания лукович в исследуемых образцах воды производили подсчет длины корешков и сравнивали их с контрольными результатами в чистой воде, а затем рассчитывали коэффициент ингибирования роста корешков K_i , позволяющий оценить интегральную токсичность проб воды. Исследования были проведены для воды выше и ниже точки сброса сточных вод. Величина коэффициента ингибирования составила 16.7 % и 19.4 %, что свидетельствует о незначительном изменении токсичности воды, относимой к умеренно токсичной. На основании аналогичных исследований для воды из пруда-накопителя был также определен коэффициент ингибирования, равный 29.1 %. Результаты биотестирования подтвердили вывод о сохранении экологического состояния р.Каменка после сброса сточных вод коксохимического завода.

Список литературы:

1. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. – Київ, 2001. – 264 с.
2. Fiskesjo A., Geirid F. Allium test for screening chemicals; evaluation of cytological parameters// Plants for Environmental Studies. - 1997. - P.308-333.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА МАКСИМАЛЬНЫЕ ПРИЗЕМНЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ В ВЫБРОСАХ ОТРАБОТАННЫХ ГАЗОВ АВТОМОБИЛЕЙ

Чайка Л.В., Тарковская М.В.

(ДонНТУ, Госуправление ООПС в Донецкой области, Донецк, Украина)

В индустриальных городах возрастает отрицательная роль мобильных источников. В работе раскрыто влияние температуры на приземные концентрации отработанных газов автомобилей, двигатели которых работают на бензиновом топливе.

В работе [1] была четко определена причина отрицательного воздействия отработанных газов автомобильного транспорта при изучении влияния автозаправочных комплексов на чистоту воздушного бассейна города Донецка. Следует еще раз подчеркнуть, что в их состав входят более 1000 различных компонентов, из которых идентифицировано около 200. При этом концентрация токсических соединений зависит от марки бензина, от конструкции двигателя, а также от режимов его работы.

Микроклимат и характер застроек городов обуславливают локальные изменения метеорологических условий: неравномерное повышение температуры, особенная «городская» циркуляция воздуха, разрушение приземных инверсий и формирование поднятых, ослабление ветра в приземных слоях и многое другое.

Таким образом, в условиях города при наличии огромного количества автомобилей, относящихся к категории низких источников загрязнения, большую опасность представляет приземная инверсия, особенно в случаях так называемого «застоя воздуха». При этом связь между температурой воздуха и концентрацией выбрасываемых газов в приземном слое определяется тем обстоятельством, что с повышением температуры уменьшается высота подъема горячих выбросов и, соответственно, увеличивается концентрация вредных компонентов.

В данном случае температура, как фактор в статистических схемах прогнозирования загрязнения атмосферы, рассматривалась без учета других факторов, т.к. анализ позволяет выявить два эффекта: увеличение загрязнения воздуха при понижении температуры за счет сопутствующих факторов и определяющая роль термического состояния воздушных масс при высоких температурах. Отсюда можно сделать вывод о том, что термическое состояние воздушной массы является самостоятельным фактором.

Для расчета приземных концентраций вредных соединений в выбросах отработанных газов при неблагоприятных метеорологических условиях были разработаны блок-схемы, в основе которых лежит следующая функциональная зависимость [2]:

$$C_m = C_m^* \times f\left(m, n, \frac{1}{H}, \frac{1}{V}, \frac{1}{\Delta T}\right);$$

$$C_m^* = A \times M \times F \times \eta,$$

где C_m - максимальная приземная концентрация, мг/м³;
 C_m^* - приведенная концентрация к данным условиям, мг/м³;
 A - коэффициент температурной стратификации, ($A = 200$);
 M - мощность выброса, г/с;
 F - коэффициент скорости оседания вредных веществ, ($F = 1,0$);
 η - коэффициент рельефа местности, ($\eta = 1,0$);
 V - объемный расход газовой смеси, м³/с;
 m, n - коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника (безразмерные);

H – высота источника выброса, ($H = 2,0$ м);

ΔT – разница между температурой газовой смеси, которая выбрасывается, и температурой окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$.

Расчет проводился в интервале температур от -20 до $+20$ $^{\circ}\text{C}$, что соответствует среднегодовым сезонным колебаниям в городе Донецке. В таблице приведены результаты для главных токсичных компонентов в выбросах отработанных газов.

Таблица – Значения максимальных приземных концентраций отдельных компонентов отработанных газов, $\text{мг}/\text{м}^3$

Название компонента	Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$								
	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
Углерода оксид	3,814	3,676	3,524	3,356	3,167	2,950	2,694	2,378	1,956
Углеводороды	0,532	0,513	0,492	0,468	0,442	0,412	0,376	0,332	0,273
Азота оксиды	0,176	0,170	0,163	0,155	0,146	0,136	0,124	0,110	0,090
Серы диоксид	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,005	0,005	0,004	0,003
Соединения свинца	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004	0,003	0,003

На первый взгляд, из данных таблицы следует, что наиболее значимо температура влияет на величину максимальных приземных концентраций оксидов углерода, азота и углеводородов. Это связано с тем, что концентрации соединений свинца и диоксида серы в валовых выбросах газов не значительны, но в работе изучение влияния этих компонентов не исключалось.

Для определения степени и направления взаимосвязи «температура – приземная концентрация» был использован метод корреляционного анализа, который позволил вывести уравнения зависимости максимальной приземной концентрации от температуры окружающей природной среды [3]. Степень взаимосвязи оценивался по величине коэффициентов детерминации, отрицательные значения которых для всех выше указанных компонентов находятся в интервале $0 < R^2 < 1$, что указывает на тенденции обратной связи между выбранными факторами. Диаграммы рассеивания также показали, что практически все экспериментальные точки ложатся на прямую, подтверждая линейную связь.

Для оценки адекватности выбранной модели была использована оценка дисперсии регрессии по значениям доли дисперсий остатков [4]: чем меньше ее величина (до 30%) в общей дисперсии, тем лучше выбрана модель. В данном эксперименте их значения соответственно равны: оксид углерода – 15,0; углеводороды – 3,4; оксиды азота – 3,3; диоксид серы – 16,6; соединения свинца – 16,7, что также отвечает требованиям корреляционного анализа.

Для определения значимости уравнений регрессии в выбранном доверительном интервале ($\alpha_t = 95\%$) были построены диаграммы рассеивания остатков для каждого из загрязняющих соединений. Все диаграммы отвечали требованиям регрессионного анализа: «облака рассеивания» подтвердили соответствие остатков нормальному закону распределения. На основании результатов расчетов были получены следующие уравнения регрессий:

- углерода оксид - $C_{\text{CO}} = 0,4820 - 0,0063 \times t$;

- углеводороды - $C_{\text{CmHn}} = 3,0572 - 0,0446 \times t$;

- азота оксиды - $C_{\text{NOx}} = 0,1411 - 0,0021 \times t$;

- серы диоксид - $C_{SO_2} = 0,0053 - 8,333 \times 10^{-5} \times t$;

- соединения свинца - $C_{Pb} = 0,0043 - 5,668 \times 10^{-5} \times t$.

Полученные уравнения регрессии подтверждают, что температура, как метеорологический фактор, имеет максимальное влияние при неблагоприятных условиях на концентрацию вредных компонентов отработанных газов независимо от других факторов.

Учитывая тот факт, что интенсивная урбанизация мегаполисов сопровождается резким увеличением числа единиц автомобильного транспорта, пренебрегать влиянием загрязнителей атмосферного воздуха на здоровье горожан и состояние окружающей среды не допустимо.

Так, диоксид серы поражает органы дыхания, изменяет состав крови, ухудшает иммунитет, нарушает белковый обмен веществ в организме не только человека, но и животных, разрушает в крови витамины группы В, способствует накоплению сахара и белка.

Присутствие соединений свинца в атмосферном воздухе городов, в основном, связано с выбросами отработанных газов от автомобилей, двигатели которых работают на этилированных бензинах. В виде аэрозолей эти токсические соединения попадают в организм не только при вдыхании определенной порции воздуха, но и через кожу и также с некоторыми продуктами питания, так как соединения свинца способны кумулироваться в почве. В организме человека они вызывают нарушения функций пищеварения, нервно-мышечной системы и мозга, кроме того, накапливаясь до опасных концентраций у детей, замедляют процессы их физического и умственного развития.

Если учесть тот факт, что «вклад» выбросов от автотранспорта в мегаполисах, особенно в местах пересечения автомагистралей, на остановках и автозаправочных станциях, может достигать 60 – 70 % [5], то экологический, социальный и экономический убытки оценить очень сложно. Поэтому для предотвращения и уменьшения отрицательного влияния отработанных газов автомобилей на чистоту атмосферного воздуха (не только в городах) должна быть государственная программа перехода на альтернативные экологически чистые виды топлива.

Список литературы:

1. Чайка Л.В., Тарковская М.В. Отрицательное влияние автозаправочных комплексов на чистоту атмосферного воздуха в городе Донецке. – Экологические проблемы промышленных мегаполисов. Сборник трудов 1У международной научно-практической конференции. – М.: МГУИЭ, 2007. – С. 96 – 99.
2. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 86 с.
3. Гихман И.И., Скороход А.В., Ядренко М.И. Теория вероятностей и математической статистики. – М.: Высш. школа, 1979. – 477 с.
4. Боровиков В.П. Statistica для профессионалов. – СПб.: Питер, 2001. – 655 с.
5. Уокер Г. Формы проявления местных и региональных экологических проблем. – М.: Экспресс-информ / ВИНТИ, 1993. – 92 с.

УДК 546:661.49:543.22:662.661

САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕЕСЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КАК МЕТОД ПЕРЕРАБОТКИ СОЛЕЙ КАДМИЯ

В.В. Шаповалов, Ю.В. Мнускина

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Изучено взаимодействие в системах соль кадмия – пероксидное соединение натрия. Установлено, что в системе протекает обменное взаимодействие, реализация которого возможна в режиме самораспространения. В результате реакции продуктом является оксид кадмия, что позволяет перерабатывать отходы ряда производств с получением ценного продукта.

Самораспространяющееся взаимодействие (СРВ) – это высокоэкзотермическое взаимодействие веществ в конденсированной фазе. В ходе СРВ образуются однородные вещества с малодфектной структурой. Еще одним преимуществом метода самораспространяющегося взаимодействия является осуществление взаимодействия за счет тепла химической реакции, что минимизирует энергозатраты производства. Эти преимущества позволяют широко применять метод СРВ для решения ряда экологических проблем: синтеза различных веществ, для очистки газовых выбросов, обезвреживания стоков, а также для переработки отходов.

Известно, что, несмотря на высокую токсичность (1-й класс опасности), соединения кадмия находят широкое применение в хозяйстве. В результате деятельности гальванических цехов и ряда других производств образуются отходы, содержащие различные соли кадмия. В то же время исходным материалом для получения ценных с точки зрения использования соединений является оксид кадмия. Большинство кислородсодержащих солей кадмия возможно разложить, однако эти процессы эндотермические и реализуются при различных, подчас достаточно высоких температурах (табл.1). Это делает процесс термической переработки отходов, содержащих соли кадмия, экономически невыгодным. Кроме того, эти процессы сопровождаются выделением побочных продуктов: ангидридов кислот, что является нежелательным с точки зрения экологии и оказывает отрицательное воздействие на окружающую среду. Помимо этого, большинство солей кадмия растворимы, что предъявляет к хранению отходов, содержащих соли кадмия, особые требования. Потому является очень важным разработка методов, позволяющих перерабатывать высокотоксичные отходы с понижением их класса опасности и в тоже время извлекать ценный продукт.

Таблица 1–Некоторые характеристики кислородсодержащих солей кадмия

соль	Процесс разложения или окисления соли	Температура процесса, °С [1]	Тепловой эффект реакции	
			кДж	кДж/кг CdO
CdSO ₄	CdSO ₄ →CdO+SO ₃	1000	280	2181
Cd(NO ₃) ₂	Cd(NO ₃) ₂ →CdO+2NO ₂ +½O ₂	≥300	265	2064
CdCO ₃	CdCO ₃ →CdO+CO ₂	>350	102,5	798
Cd(ClO ₄) ₂	Cd(ClO ₄) ₂ →CdCl ₂ +4O ₂	330	-184,6	-
CdCl ₂	CdCl ₂ +½O ₂ →CdO+ Cl ₂	>700	131	1020

Было установлено [2], что самораспространяющееся взаимодействие реализуется в пероксидно-сульфатных системах. Целью данной работы является изучения взаимодействия в системах соль кадмия - пероксид (супероксид) натрия, в том числе изучение условий реализации процесса в режиме СРВ.

Изучались системы CdSO₄ - NaO₂(Na₂O₂), Na₂Cd(SO₄)₂ - Na₂O₂, CdCO₃ - NaO₂(Na₂O₂), Cd(NO₃)₂ - NaO₂ (Na₂O₂), CdCl₂ - NaO₂, Cd(ClO₄)₂ - Na₂O₂. Установлено, что в каждой из изученных систем протекает экзотермическая реакция. Определены условия, при которых взаимодействие в системах реализуется в режиме СРВ. Температуры, при которых начинается взаимодействие в системах соль кадмия - пероксидное соединение натрия, а также скорости перемещения фронта СРВ для изученных систем приведены в табл.2.

Обращает внимание факт, что взаимодействие в большинстве систем начинается после 240 °С, как и в пероксидно-сульфатных системах. Эта температура определяется превращениями, которые претерпевают пероксидные соединения при этой температуре. Супероксид натрия при этих температурах разлагается до пероксида натрия, и потому в большинстве изученных систем взаимодействие с NaO₂ после стадии разложения аналогично таковому с Na₂O₂. Исключение составляет лишь нитрат кадмия: температура взаимодействия этой соли с пероксидом натрия совпадает с температурой фазового перехода Cd(NO₃)₂ (158 °С), а с супероксидом – с температурой плавления эвтектики Cd(NO₃)₂-NaNO₃ (135°С). В этом случае взаимодействие происходит, минуя стадию разложения супероксида натрия.

Образование эвтектики в ходе реакции $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ с NaO_2 подтверждается аномально высокими скоростями СРВ при относительно умеренном тепловыделении, а также визуально.

Таблица 2 - Некоторые данные для изученных пероксидно-солевых систем

система	$\Delta H^0_{298\text{реакц.}}$, кДж/моль	$\Delta H^0_{298\text{реакц.}}$, кДж/кг смеси	$t_{\text{взаимод.}}$, °C	U, мм/мин	$\Delta G^0_{298\text{реакц.}}$, кДж/моль	$T_{\text{ад.}}$
$\text{CdSO}_4 - \text{Na}_2\text{O}_2$	-201.5	-703.6	262	21; 33*	-228.2	1072
$\text{CdSO}_4 - \text{NaO}_2$	-192.8	-605.4	264	14; 20*	-239.6	961
$\text{Na}_2\text{Cd}(\text{SO}_4)_2 - \text{Na}_2\text{O}_2$	-172.4	-402.2	295	4		719
$\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 - \text{NaO}_2$	-217.7	-628.3	135	101.5		815
$\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 - \text{Na}_2\text{O}_2$	-226.4	-720.1	158			887
$\text{CdCO}_3 - \text{Na}_2\text{O}_2$	-121.3	-484.3	244	24.4*	-151.5	722
$\text{CdCO}_3 - \text{NaO}_2$	-112.5	-398.4	248		-163	714
$\text{Cd}(\text{ClO}_4)_2 - \text{Na}_2\text{O}_2$	-359.7	-923.8	275			1307
$\text{CdCl}_2 - \text{NaO}_2$	-169.7	-578.4	275	45	-217.3	1074

* - для фракций соли 0.05мм.

Продукты взаимодействия в каждом случае изучались методами РФА и ИК-спектроскопией, а также химически анализировались. В результате для каждой из систем была предложена схема взаимодействия (табл.3).

Таблица 3 – Кинетические характеристики взаимодействия пероксидно-солевых систем

система	схема взаимодействия	Кинетические параметры обменной реакции	
		E/R, К	$k_0, \text{с}^{-1}$
$\text{CdSO}_4 - \text{NaO}_2$ (Na_2O_2)	$\text{NaO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$ $\text{CdSO}_4 + \text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{CdO} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \frac{1}{2}\text{O}_2$	5850	$1.34 \cdot 10^3$
$\text{Na}_2\text{Cd}(\text{SO}_4)_2 -$ NaO_2 (Na_2O_2)	$\text{NaO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$ $\text{Na}_2\text{Cd}(\text{SO}_4)_2 + \text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{CdO} +$ $+ 2 \text{Na}_2\text{SO}_4 + \frac{1}{2}\text{O}_2.$	9750	$1.8 \cdot 10^4$
$\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 - \text{NaO}_2$	$\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{CdO} +$ $+ 2\text{NaNO}_3 + \frac{1}{2}\text{O}_2$	8100	$6.5 \cdot 10^6$
$\text{CdCO}_3 - \text{NaO}_2$ (Na_2O_2)	$\text{NaO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$ $\text{CdCO}_3 + \text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{CdO} + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \frac{1}{2}\text{O}_2$	7000	$2.6 \cdot 10^4$
$\text{Cd}(\text{ClO}_4)_2 -$ NaO_2 (Na_2O_2)	$\text{NaO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$ $\text{Cd}(\text{ClO}_4)_2 + \text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{CdO} +$ $+ 2\text{NaClO}_4 + \frac{1}{2}\text{O}_2$	11100	$5.4 \cdot 10^7$
$\text{CdCl}_2 - \text{NaO}_2$	$\text{NaO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$ $\text{CdCl}_2 + \text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{CdO} + 2\text{NaCl} + \frac{1}{2}\text{O}_2$	7560	$2.65 \cdot 10^4$

Для каждой схемы реакций была составлена математическая модель, что позволило определить кинетические параметры обменного взаимодействия (табл.3).

Таким образом, изучено взаимодействие солей кадмия с пероксидными соединениями натрия. Установлено, что в каждой из систем взаимодействие может быть реализовано в режиме СРВ. Определены параметры взаимодействия. Самораспространяющееся взаимодействие может быть использовано как метод переработки твердых отходов, содержащих соли кадмия. Экзотермические реакции взаимодействия в изученных системах позволяют сделать этот метод экономически более привлекательным, чем традиционные. Еще одним преимуществом этого метода является относительная простота применения. Для осуществления процесса СРВ необходимо высушенные компоненты перемешать и инициировать процесс СРВ высокотемпературным источником. Также достоинством способа

СРВ по сравнению с термическим является отсутствие выделения вредных газообразных продуктов в ходе реакции. Действительно, при прохождении эндотермических реакций разложения солей (табл.1) антропогенная нагрузка на атмосферу увеличивается, и требуется установка специального газоочистного оборудования. При реализации реакций СРВ (табл.3) единственным газообразным продуктом является кислород, что подтверждается и экспериментальными данными. Соответственно, процессы не влияют на состояние атмосферного воздуха, и, напротив, в отличие от других экзотермических реакций горения, не уменьшают, а увеличивают содержание кислорода в воздухе. Все вышеперечисленные достоинства метода СРВ делают его перспективным для применения в качестве метода переработки твердых отходов производства, содержащих соли кадмия.

Список литературы:

1. Химическая энциклопедия: В 5-ти томах/ под ред. Кнунянц И.Л. – М.: Большая российская энциклопедия, 1992-1995.
2. Шаповалов В.В., Гороховский А.Н. Закономерности самораспространяющегося взаимодействия сульфатов металлов с пероксидными соединениями натрия // Укр. хим. журнал. – 2001.– т. 67, № 2. – с. 85-88.

УДК 61.01.94

МЕРОПРИЯТИЯ, ПРОВОДИМЫЕ В РОССИИ, В СВЯЗИ С ВСТУПЛЕНИЕМ В СИЛУ REACH

Баранов Д.А., Клевлеев В.М., Кренделева В.В., Кузнецова И.А., Алиференкова М.А.
(МГУИЭ, Москва Россия)

Приводятся результаты анализа мероприятий, проводимых в Российской Федерации, в связи с необходимостью гармонизации химического законодательства, включая вопросы классификации и маркировки химических веществ, а также обмена информацией о токсичных веществах и связанных с ними факторах риска.

В условиях, когда переговоры по вступлению России в ВТО перешли в завершающую стадию, а Европа ужесточает свое химическое законодательство внедрением системы REACH, очень остро стоит вопрос о соответствии российской химической промышленности международным стандартам, о конкурентоспособности отечественной химической продукции.



В настоящее время в России идет разработка технических регламентов, многие из которых имеют прямое отношение к модернизации химического комплекса. Это технические регламенты: «О безопасности химических производств», «О безопасности химической продукции, процессов ее хранения, перевозки, реализации, применения и утилизации», «О безопасности синтетических моющих средств и товаров бытовой химии», «О безопасности лакокрасочных материалов и растворителей», «Опасная химическая продукция. Требования к информации о характеристиках опасности и мерах для обеспечения безопасности обращения», «О требованиях к безопасности процессов испытаний, производства, хранения, перевозки, реализации, применения, обезвреживания и утилизации пестицидов», «Об упаковке и упаковочных отходах», и многих других. Ежемесячно на публичное обсуждение подается как минимум один-два технических регламента, которые в той или иной мере могут оказать влияние на работу химического комплекса России.

В настоящее время известно свыше 10 миллионов химических соединений. Примерно 70 тысяч внесены в Международный регистр как потенциально токсичные и около 1 тысячи — как высокотоксичные вещества. По химической структуре и источнику промышленного производства эти вещества условно можно разделить на следующие группы:

1. Продукты полного и частичного сгорания органического топлива, простые продукты окисления, сложные полициклические соединения, образующиеся при неполном сгорании углеводородов.
2. Продукты химической промышленности: бензол, фенолы, ксилол, аммиак, формальдегид, отходы производства пластмасс, резиновой, лакокрасочной, нефтеперерабатывающей промышленности.
3. Продукты бытовой и сельскохозяйственной химии: моющие средства, синтетические ткани и краски, органические растворители для химической чистки, пестициды, гербициды, добавки, применяемые для консервации и окраски продуктов питания или для придания им необходимых вкусовых качеств, косметические средства.
4. Тяжелые металлы (хром, свинец, ртуть, кобальт, марганец и др.), поступающие в биосферу при сгорании органического топлива или с заводов, выплавляющих металлы из руд.
5. Неорганическая пыль (силикаты, асбест, частицы углерода).
6. Биологические загрязнители, растительные аллергены, микроскопические грибы, микробы, вирусы, а также микотоксины.

Очевидно, что такое многообразие химических веществ и их воздействия на здоровье требует от государства принятия серьезных мер для обеспечения химической и биологической безопасности населения. Четвертого декабря 2003 года приняты Основы государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности Российской Федерации на период до 2010 года и дальнейшую перспективу. Они определяют цель, основные принципы, приоритетные направления, задачи и меры государственной поддержки в области обеспечения химической и биологической безопасности личности, общества и государства, а также механизмы и этапы реализации государственной политики в этой области.

Основными задачами в области совершенствования государственного регулирования являются:

- развитие механизмов государственного управления, координации и контроля, в том числе путем законодательного определения полномочий и ответственности федеральных органов государственной власти;
- определение необходимых объемов и источников финансовых ресурсов, их привлечение на реализацию программ и планов мероприятий в области обеспечения химической и биологической безопасности;
- развитие механизмов гарантированного государственного обеспечения и социальной защиты различных категорий граждан, пострадавших от воздействия опасных химических и биологических факторов;

- повышение эффективности государственного регулирования антитеррористической деятельности, предусматривающей обеспечение защищенности опасных объектов, мест массового скопления людей и иных возможных целей для террористических проявлений;
- развитие государственного управления в области создания и совершенствования системы защиты от воздействия опасных химических и биологических факторов в интересах обеспечения безопасности населения, производственного и обслуживающего персонала;
- развитие международного сотрудничества, включая совершенствование международной кооперации и механизмов реализации международных договоров и соглашений, участницей которых является Российская Федерация, в области обеспечения химической и биологической безопасности.

Основными механизмами и этапами реализации государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности являются:

- На первом этапе (2003 – 2004 годы) - создание комиссии по химической и биологической безопасности Российской Федерации, определение органов исполнительной власти, ответственных за реализацию государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности; разработка единых критериев и методической базы по определению и категорированию уровней химической и биологической опасности объектов, территорий и природных явлений; разработка и создание методов национального контроля в области химического разоружения в отношении обеспечения химической и биологической безопасности; введение лицензирования деятельности предприятий.
- На втором этапе (2005 – 2007 годы) - законодательное закрепление механизмов обеспечения защищенности населения, производственной и социальной инфраструктуры и экологической системы от воздействия опасных химических и биологических факторов, создание автоматизированной системы выявления и предотвращения угроз химической и биологической безопасности, формирование системы государственных внебюджетных фондов для обеспечения химической и биологической безопасности.
- На третьем этапе (2008 – 2010 годы) - разработка и внедрение технических регламентов для различных видов промышленной деятельности, обеспечение выполнения основного объема работ по ликвидации накопителей токсичных технических отходов.

В период после 2010 года планируется завершить реализацию комплекса мероприятий по экономической, научно-технической и технологической готовности государства к предотвращению угроз химической и биологической опасности.

Кроме того, в Российской Федерации разрабатываются и реализовываются и иные программы, содержащие отдельные мероприятия по охране окружающей среды, экологической безопасности и защите здоровья населения: "Охрана окружающей природной среды от свинцового загрязнения и снижение его влияния на здоровье населения"; "Снижение риска чрезвычайных ситуаций"; "Уничтожение запасов химического оружия"; "Безопасное материнство"; "Дети России", и др.

На уровне субъектов Российской Федерации разрабатывается ряд региональных программ, предусматривающих решение вопросов по обращению с опасными отходами производства и потребления. При этом правовое поле в области управления опасными химическими веществами и ликвидации последствий их негативного воздействия на здоровье и окружающую среду должно быть дополнено, в первую очередь, законами «О статусе зон экологического бедствия и регулирования хозяйственной и иной деятельности на их территории», «Об обеспечении безопасности использования химических веществ».

Список литературы:

1. Федеральный закон №184 –ФЗ от 27 декабря 2002 г. «О техническом регулировании».

2. Директива ЕС 96/61/ЕС «О комплексном предотвращении и контроле загрязнений».
3. Директива ЕС 85/337/ЕЭС «Об оценке воздействия некоторых государственных и частных проектов на окружающую среду».

УДК 51.74

МОДЕЛЬ ДОЖИГАНИЯ ОТХОДОВ В ТУРБУЛЕНТНОМ РЕЖИМЕ

Богданов Р.И., Богданов М.Р.

(МГУИЭ, Москва, Россия)

В режиме развитой турбулентности дожигаемые примеси могут самоорганизовываться в струйные течения в газе. Приведена простейшая физическая модель самоорганизации и даны тепловые характеристики возникающих струйных течений.

1. Основная модель

В 1990-х годах в работе [1] авторы, отправляясь от бифуркации Богданова-Тakensа [2], предложили рассмотреть следующую дискретную динамическую систему на плоскости:

$$\begin{aligned}x_{n+1} &= x_n + y_{n+1} \\ y_{n+1} &= y_n + F(x_n, y_n),\end{aligned}\tag{1.1}$$

где $F(x_n, y_n) = kx_n(x_n - 1) + (\varepsilon + \mu x_n)y_n$.

Упоминание бифуркации Богданова-Тakensа связано с универсальностью динамической системы на прямой в непрерывном времени:

$$m\ddot{x} = -\frac{\partial u}{\partial x} + f(x)\dot{x},\tag{1.2}$$

где потенциальные силы даются ангармоническим потенциалом $U(x) = \varepsilon x + x^3/3$, а коэффициент «трения» выбирается в виде $f(x) = \mu \pm x$.

«Универсальность» означает, что в окрестности точки $x = \dot{x} = 0$ можно отбросить высокие по степени слагаемые в ряду Тейлора, не меняя качественно фазовых портретов динамических систем семейства.

Важно, что (1.2) имеет прозрачный физический смысл, будучи уравнением Ньютона на прямой. Физический смысл (1.2) и его связь с (1.1) позволяют продвигаться в изучении свойств модели (1.1) и интерпретации этих исследований, в частности, в приложении к транспорту частиц в сплошной среде.

Уравнение (1.2) можно интерпретировать как одномерную динамику пробной частицы (а также их ансамблей). Дополнительные возможности представляет интерпретация x в качестве полярного радиуса в цилиндрической системе координат или сферического радиуса в сферической системе координат. Наконец, можно рассматривать надстройки над уравнением (1.2) использующие повышение размерности модели, тогда точки (x, \dot{x}) можно рассматривать в качестве фазовых координат в двумерной модели.

2. Основные результаты.

В работе [1] авторы при значениях параметров $\varepsilon, \mu \in 10^{-2}$ обнаружили периодические орбиты динамической системы (1.1) с периодами 5, 7, 13.

В работе [3] приведены результаты наших расчетов периодических орбит динамической системы (1.1), при значениях параметров $\varepsilon, \mu \in 10^{-5}$. В пределах точности численных расчетов мы вычислили $\approx 5 \cdot 10^2$ асимптотически (не) устойчивых орбит системы (1.1). В окрестности таких орбит обнаружены гиперболические орбиты в количестве $\approx 10^3$ орбит. Периоды вычисленных орбит меняются в пределах $1 \div 10^8$.

На иллюстрациях приводятся результаты расчетов тепловых характеристик ансамбля частиц в вышеуказанной модели: средний коэффициент теплопроводности и коэффициент теплоемкости для периодических (квазиравновесных) состояний.

Коэффициент теплопроводности пропорционален коэффициенту вязкости. Поэтому мы вычисляем средний коэффициент вязкости вдоль периодической орбиты. Коэффициенты теплоемкости и теплопроводности связаны соотношением

$$C_{\text{от}} \approx C_{\text{дд}} \cdot V \cdot l,$$

где V - средняя скорость движения частицы, а l - средняя длина пробега.

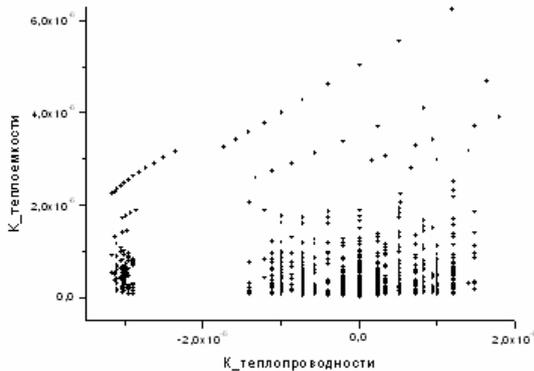


Рис. 1. Зависимость коэффициента теплоемкости от коэффициента теплопроводности.

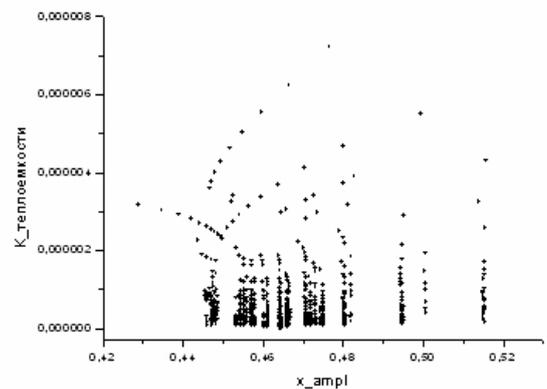


Рис. 2. Зависимость коэффициента теплоемкости от амплитуды периодической орбиты.

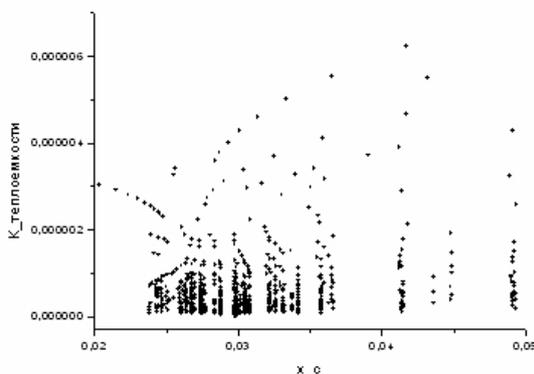


Рис. 3. Зависимость коэффициента теплоёмкости от центра тяжести периодической орбиты.

На рис 1, 2, 3 коэффициент теплоемкости дан в логарифмическом масштабе.

Коэффициент теплопроводности дан со знаком плюс (минус) для асимптотически устойчивых (неустойчивых) состояний.

Заключение

С ростом периода коэффициенты теплопроводности и теплоемкости падают на 3-4 порядка. Температура при этом возрастает на 2-3 порядка (см. [3]).

Таким образом, самоорганизующиеся структуры повышают эффективность дожигания отходов.

Список литературы:

1. Arrowsmith D.K., Cartwright J.H.E., Lansbury A.N., Place C.M. The Bogdanov-map: bifurcations, mode locking, and chaos in a dissipative system// International Journal of Bifurcation and Chaos, 1993, v. 3. №4, p. 803-842.
2. Арнольд В.И. Дополнительные главы теории обыкновенных дифференциальных уравнений. - М.: Наука, 1978, 304 с.
3. Богданов Р.И. Нелинейные динамические системы на плоскости и их приложения. - М.: Вузовская книга, 2003. 376 с.

ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ (КОМПЛЕКСАХ)

Бондарь В.А., Любартович В.А.
(МГУИЭ, Москва, Россия)

Рассмотрены методы и устройства, позволяющие улавливать легкие углеводороды, испаряющиеся из резервуаров на АЗС.

Охрана окружающей среды в современных условиях развития промышленности, транспорта, коммунальных служб, сельского хозяйства является одной из важнейших задач экологической безопасности нашей страны.

Воздействие АЗС (АЗК) на окружающую среду заключается в загрязнении атмосферного воздуха, грунтовых вод и почвы.

Основными загрязнителями атмосферного воздуха на современных АЗС являются: эмиссии паров бензина из дыхательных клапанов при сливе топлива из автомобильных цистерн, эмиссии паров бензина из горловин бензобаков заправляемых автомобилей и выхлопные газы от работающих автомобилей на территории АЗС, в основном, это монооксид углерода, оксиды азота и серы, а также углеводороды. На территории АЗС доли этих источников в общем выбросе распределяются приблизительно следующим образом: 40–45% – выбросы из дыхательных клапанов резервуаров, 40–45% – выбросы из горловин бензобаков заправляемых автомобилей и около 10-20% – выхлопные газы при заправке и движении автотранспорта по территории АЗС.

Количество паров бензина, которое теряется при дыхании резервуара можно приближенно определить аналитически, если считать, что концентрация паров во всех точках паровоздушного пространства резервуара одинакова и равна насыщенной концентрации при данной температуре.

Пусть в резервуаре (рис. 1) с дыхательным клапаном находится бензин, уровень которого и температура изменяются. Допустим, что объем паровоздушного пространства за определенный период изменился от V_1 до V_2 , температура и давление паров бензина от t_1 и P_1 до t_2 и P_2 , объемная концентрация паров от C_1 до C_2 . Количество вытесняемых паров бензина можно определить, если знать, сколько воздуха вытесняется из паровоздушного пространства резервуара.

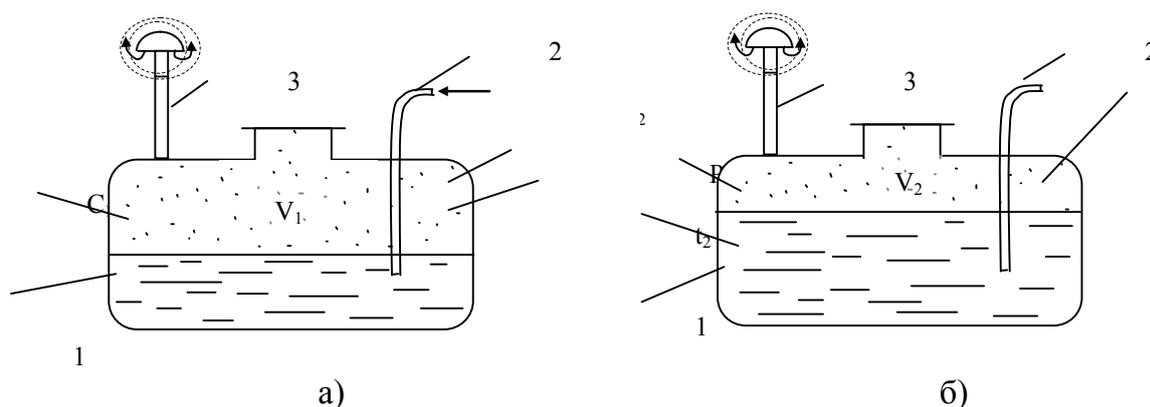


Рис. 1. Дыхание резервуара с бензином при его заполнении
а) начало дыхания; б) конец дыхания; 1 – корпус резервуара; 2 – наполнительная линия;
3 – дыхательная линия.

До начала заполнения в паровоздушном пространстве резервуара концентрация паров бензина равна C_1 , а концентрация воздуха $(1 - C_1)$, в конце заполнения – соответственно C_2 и $(1 - C_2)$.

Из уравнения состояния газа

$$PV = GRT, \quad (1)$$

где G – вес воздуха, кг;

R – газовая постоянная, равная $\frac{848}{M_B}$, $\frac{\text{кгм}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$;

P – давление в резервуаре, кг/м²;

находим количество воздуха в резервуаре до начала заполнения:

$$PV_1(1 - C_1) = G_1RT_1,$$

откуда

$$G_1 = P_1V_1(1 - C_1) \frac{1}{RT_1}.$$

Количество воздуха в конце процесса заполнения:

$$G_2 = P_2V_2(1 - C_2) \frac{1}{RT_2}.$$

Вес воздуха, вытесненного из резервуара:

$$G_B = G_1 - G_2 = \left[V_1(1 - C_1) \frac{P_1}{T_1} - V_2(1 - C_2) \frac{P_2}{T_2} \right] \frac{M_B}{848}. \quad (2)$$

Вместе с воздухом из резервуара будут вытесняться пары бензина, причем

$$\frac{G_B}{G_B} = \frac{V_B}{V_B} \cdot \frac{\gamma_B}{\gamma_B}, \quad (3)$$

где G_B – вес паров бензина;

V_B и V_B – объем воздуха и объем паров бензина;

γ_B и γ_B – удельный вес воздуха и паров бензина.

По закону Дальтона, объемы компонентов газовой смеси пропорциональны их объемным концентрациям, т.е.

$$\frac{V_B}{V_B} = \frac{1 - C}{C}, \quad (4)$$

где C – средняя объемная концентрация паров бензина.

Известно, что

$$\frac{\gamma_B}{\gamma_B} = \frac{M_B}{M_B}. \quad (5)$$

Подставляя (4) и (5) в формулу (3), получим:

$$\frac{G_B}{G_B} = \frac{1 - C}{C} \cdot \frac{M_B}{M_B}.$$

$$\text{Откуда } G_B = G_B \frac{C}{1 - C} \cdot \frac{M_B}{M_B}. \quad (6)$$

Подставляя значение G_B из уравнения (2) в выражение (3), получим:

$$G_B = \left[V_1(1 - C_1) \frac{P_1}{T_1} - V_2(1 - C_2) \frac{P_2}{T_2} \right] \frac{C}{1 - C} \cdot \frac{M_B}{848}. \quad (7)$$

Потери бензина при большом дыхании резервуара определяем из предположения, что перед его наполнением (рис. 2) в нем находится объем бензина V_1 , а в конце заполнения объем бензина в резервуаре будет равен V_2 . Наполнение обычно происходит при не изменяющейся температуре и постоянном давлении.

Таким образом $P_1 \approx P_2 = P_{раб}$, $T_1 \approx T_2 = T_{раб}$ и $C_1 = C_2 = C_B$.

Имея это в виду, уравнение (7) преобразуется следующим образом:

$$G_B = (V_1 - V_2) \frac{P_{раб}}{T_{раб}} \cdot C_B \frac{M_B}{848}. \quad (8)$$

где $(V_1 - V_2)$ – количество вытесняемой из резервуара паровоздушной смеси (или количество закачиваемого в резервуар бензина), м³;

$P_{раб}$ – давление в резервуаре, кг/м²;

$T_{раб}$ – температура бензина в резервуаре, °К;

C_B – объемная концентрация паров бензина при $t = 20^\circ\text{C}$;

M_B – молекулярный вес (масса) паров бензина.

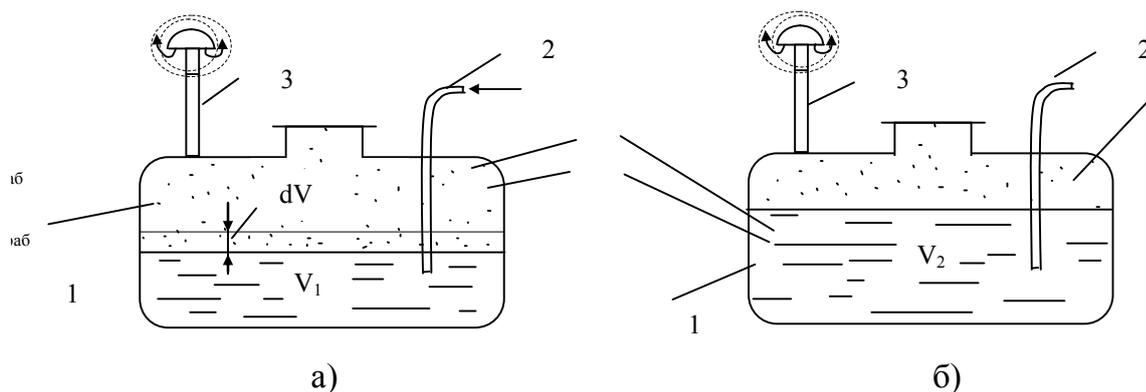


Рис. 2. Большое дыхание резервуара с бензином

а) начало дыхания; б) конец дыхания; 1 – корпус резервуара; 2 – наполнительная линия; 3 – дыхательная линия

Если принять номинальную вместимость резервуара 20 м³, температуру в паровоздушном пространстве 20°C, коэффициент заполнения резервуара 0,9, давление в паровоздушном пространстве равным атмосферному, т.е. 10000 кг/м² (или 760 мм рт. ст.), а остаточное количество бензина в резервуаре 2 м³, то объем вытесняемой паровоздушной смеси составит:

$$V_1 - V_2 = 20 \cdot 0,9 - 2 = 18 - 2 = 16 \text{ м}^3.$$

Упругость паров бензина при температуре 20°C по справочным данным составляет приблизительно 150 мм рт. ст.

Объемная концентрация паров бензина в паровоздушной смеси

$$C_B = \frac{150}{760} = 0,197.$$

Молекулярную массу бензина приближенно оцениваем по октановому числу. Так для бензина АИ-92 (92% изооктана и 8% n-гептана) молекулярная масса изооктана – C₈H₁₈ = 114,22, а молекулярная масса n-гептана – C₇H₁₆ = 100,21. Молекулярную массу бензина принимаем равной 110.

Количество вытесняемых паров бензина

$$G = 16 \cdot \frac{10000}{293} \cdot 0,197 \cdot \frac{110}{848} = 13,95 \text{ кг/цикл заполнения.}$$

Плотность бензина при температуре 20°C принимаем равной 0,775 г/см³ или 775 кг/м³.

Объем бензина, теряемого за одно большое дыхание

$$V = \frac{G}{\gamma} = \frac{13,95}{0,775} = 18 \text{ л.}$$

Таким образом, в летнее время с каждым 1 м³ вытесняемой паровоздушной смеси из резервуара теряется в атмосферу не менее 1,125 л бензина.

Чтобы предотвратить эти потери на новых, а также модернизируемых АЗС должны быть предусмотрены системы улавливания паров, вытесненных из резервуаров, обратно в автоцистерну. Суть «газовой обвязки» заключается в том, что, например, кроме топливопровода, по которому поступает топливо из автоцистерны в резервуар, используют дополнительный рукав, обеспечивающий герметичное соединение паровоздушного пространства резервуара с паровоздушным пространством автоцистерны. Таким образом, топливо из автоцистерны поступает в резервуар, а паровоздушная смесь в это же время – в автоцистерну.

Эффективность «газовой обвязки» повышают в результате конденсации паровоздушной смеси, охлаждением последней или абсорбцией ее с использованием активированного угля.

Опытным Заводом МГТУ им. Баумана выпускаются установки семейства «ЭРЕСТ», позволяющие осуществлять конденсацию паров бензино-воздушной смеси, образующихся как во время больших, так и малых дыханий. Бензиновый конденсат отделяется от воды и возвращается обратно в резервуар.

Абсорбционная установка для улавливания паров бензина на АЗС, разработанная ООО «Илотех» (г.Москва), в настоящее время проходит опытные испытания на ряде АЗС г.Москвы.

Список литературы:

1. Бондарь В.А., Зоря Е.Н., Цагарели Д.В. Операции с нефтепродуктами. Автозаправочные станции. – М.: АОЗТ «Паритет», 1999.-338с.
2. Цагарели Д.В., Бондарь В.А., Зоря Е.И. Технологическое оборудование автозаправочных станций (комплексов). – М.: ООО «Паритет Граф», 2000.-400с.
3. Бондарь В.А. Автозаправочные станции в вопросах и ответах: Справочник. – М.: ИД Калан, 2004.-264с.

УДК /66.53.023.3 /

ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ СЕРНИСТЫХ ГАЗОВ ЗАВОДОВ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ МЕГАПОЛИСАХ

Соколов А.С., Лагуткин М.Г.

(МГУИЭ, Москва, Россия)

Приведены результаты гидравлических испытаний керамических кольцевых насыпных насадок. Показано, что разработанная новая насадка имеет, по сравнению с кольцами Рашига и кольцами с крестообразной перегородкой, меньше потерю напора при более развитой поверхности и может быть рекомендована альтернативой для замены колец Рашига, при загрузке в абсорберы.

Вопросам охраны окружающей среды всегда уделяется большое внимание. В связи с этим перед предприятиями цветной металлургии стоит задача практически исключить выбросы в атмосферу с промышленными газами вредных и ядовитых веществ, и в первую очередь, сернистого ангидрида.

Наиболее целесообразным и эффективным способом утилизации сернистых газов в цветной металлургии является переработка их в серную кислоту.

В процессе получения серной кислоты до 99% серы может быть выделено и переработано в нужный для страны продукт – серную кислоту.

Для более полного использования серосодержащих газов и извлечения серы из технологических газов используют схемы двойного контактирования с двойной абсорбцией в аппаратное оформление которой входят сушильные башни и абсорберы, загруженные керамической насадкой [1].

В настоящее время широкое применение в промышленности нашли керамические кольца Рашига, обладающие высокой коррозионной и износостойкостью, а также сравнительной дешевизной.

Недостатками данного вида колец являются высокое гидравлическое сопротивление и низкая удельная поверхность.

Разработанная нами новая эффективная насадка, представляющая собой пустотелый цилиндр, с расположенными на его внутренней и внешней поверхностях открытых каналов, выполненных по винтовым линиям, имеет, по сравнению с известными кольцами Рашига, меньшее гидравлическое сопротивление при одновременно большей удельной поверхности.

Испытаниям подвергались: кольца Рашига, кольца с крестообразной перегородкой и новая насадка НК50 размерами 50x50x5 из керамики.

Испытания проводились в следующих диапазонах: расход по жидкости 0 – 33,3 м³/(м²·ч) и скорость по воздуху 0,2 – 3,5 м/с. Насадка загружалась навалом в колонну диаметром 600 мм. Общая высота слоя насадки составляла 0,8 м. При испытаниях, вода, с помощью насоса подавалась на орошение насадки в верхнюю часть колонны, а затем самотеком возвращалась в приемную емкость. Объемный расход, подаваемого в колонну воздуха, оценивался по перепаду давлений на диафрагме с помощью U-образного водяного дифманометра. Подача воздуха регулировалась дроссельной заслонкой. Сопротивление насадки измерялось U-образным водяным манометром.

Характеристика испытанных насадок приведена в таблице.

Тип насадки	Площадь поверхности одного элемента, м ²	Удельная поверхность, м ² /м ³
Кольца Рашига (КР-50)	0,016	87,5
Кольца с крестообразной перегородкой	0,023	126
Новая гофрированная насадка НК-50	0,021	168,8

Результаты испытаний сухих и орошаемых насадок при плотности орошения, 6,6, 10,6, 20,3, м³/(м²·ч) приведены, соответственно, на рисунках 1, 2, 3 и 4 в виде зависимости потери напора dP, мм.вод.ст/пм от W₀ – скорость воздуха в расчете на полное сечение пустого аппарата, м/с.

Как видно из графиков представленных: на рисунке 1 сухая насадка НК50 при плотности орошения равной 0 и при скорости газа 2 м/с имеет сопротивление меньше по сравнению: с кольцами Рашига - в 1,2 раза, с кольцами с крестообразной перегородкой в 1,5 раза; на рисунке 2 насадка НК50 при плотности орошения равной 6,6 м³/(м²·ч) и при скорости газа 2 м/с имеет сопротивление меньше по сравнению: с кольцами Рашига - в 1,4 раза, с кольцами с крестообразной перегородкой в 2 раза; на рисунке 3 насадка НК50 при плотности орошения равной 10,6 м³/(м²·ч) и при скорости газа 2 м/с имеет сопротивление меньше по сравнению: с кольцами Рашига - в 1,41 раз, с кольцами с крестообразной перегородкой в 2,8 раз; на рисунке 4 насадка НК50 при плотности орошения равной 20,3 м³/(м²·ч) и при скорости газа 2 м/с имеет сопротивление меньше по сравнению: с кольцами Рашига - в 1,5 раз, с кольцами с крестообразной перегородкой в 2,5 раз.

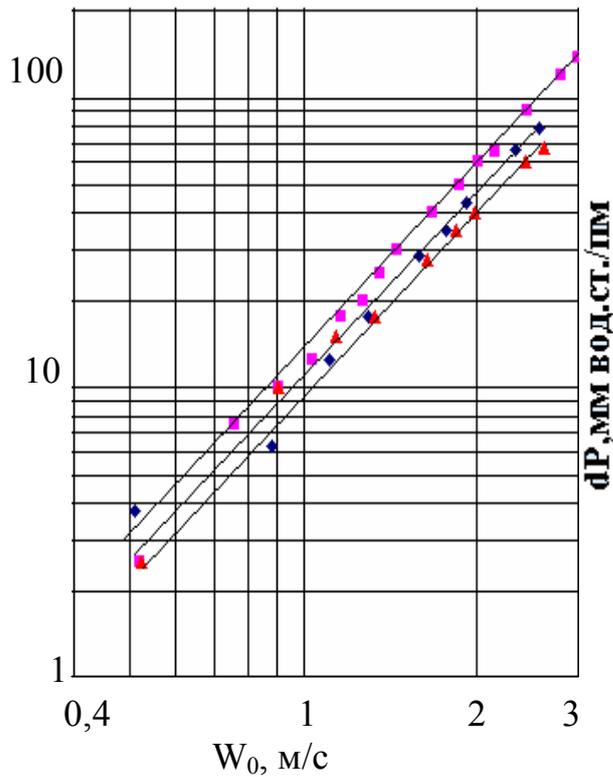


Рис.1 Сухие насадки

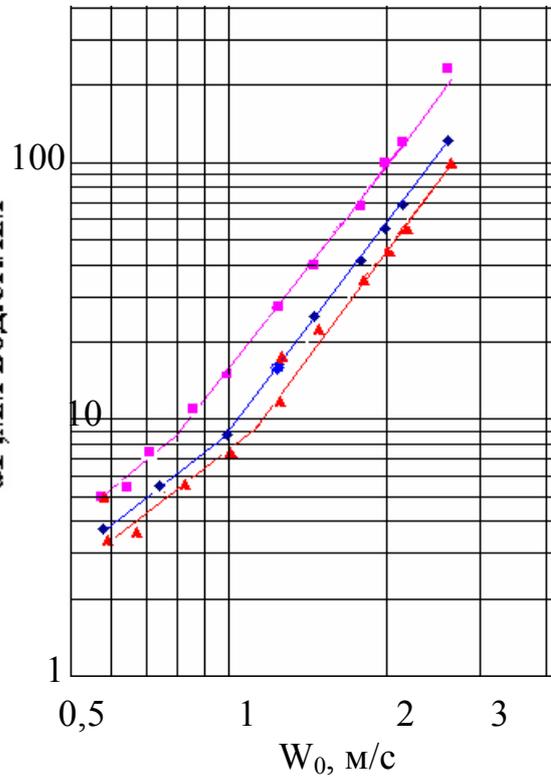


Рис.2 Плотность орошения
6,6 м³/(м²·ч)

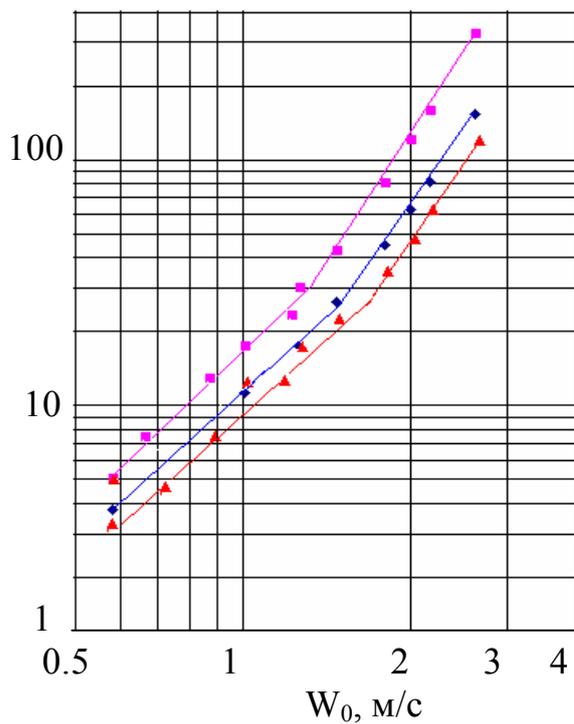


Рис.3 Плотность орошения
10,6 м³/(м²·ч)

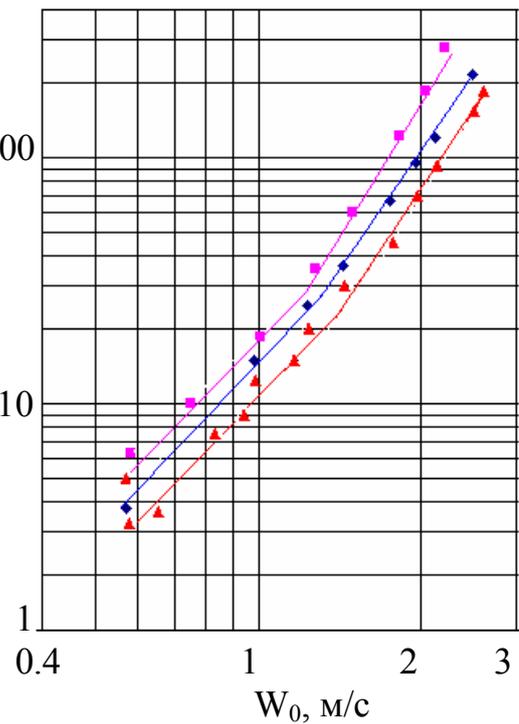


Рис.4 Плотность орошения
20,3 м³/(м²·ч)

На рисунках 1-4 введены следующие обозначения точек:

- ◆-КР-50
- Крестообразная
- ▲-НК-50

Выводы

1. Проведены сравнительные гидравлические испытания новой и известных керамических насадок размером 50x50x5.
2. Установлена зависимость потери напора слоя сухих и орошаемых насадок от скорости газа.
3. Установлено, что гидравлическое сопротивление новой керамической насадки, по сравнению с кольцами Рашига и кольцами с крестообразной перегородкой, меньше, а поверхность больше, то есть разработанная насадка может быть рекомендована для использования при проектировании аппаратов и при замене отработанной насадки.

Список литературы:

1. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник. Т. 1. – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2003 – 917 с.
2. Добросельская Н.П., Гудима Н.В., Васильев Б.Т. Утилизация сернистых газов заводов цветной металлургии. М., «Металлургия», 1976. 160 с.

УДК 621.56/59

ПОЛУЧЕНИЕ БЕЗРАЗМЕРНЫХ ПАРАМЕТРОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ПРОЦЕССЫ ПЕРЕНОСА В ВИХРЕВОЙ ТРУБЕ

Шилин М. В., Цветков А. Л., Тарасова Л. А.

(МГУИЭ, Москва, Россия)

На кафедре «Гидродинамика, насосы и компрессоры» проводятся комплексные исследования вихревых труб с целью определения и расширения их функциональных возможностей. Попытки объяснить эффект Ранка вплоть до настоящего времени не увенчались успехом, поэтому представляется обоснованным выявить безразмерные параметры, описывающие вихревой эффект.

Известен метод получения безразмерных соотношений [1] на основе дифференциальных уравнений процесса. Для вихревых труб за базовое можно принять уравнение энергии, предложенное в опубликованной статье [2]. В цилиндрической системе координат r, φ, z для данного случая, уравнение энергии осесимметричного вихревого течения записано как

$$\rho \cdot C_p \cdot V_r \frac{\partial T}{\partial r} = \frac{\lambda}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + V_r \frac{\partial p}{\partial r} + \mu \left[r \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{V_\varphi}{r} \right) \right]^2,$$

где ρ, C_p, μ, λ – плотность, теплоемкость, динамическая вязкость, теплопроводность;

V_r, V_φ – радиальная и окружная скорости потока.

Отбросим знаки дифференцирования и сократим все члены уравнения на r . В итоге получим пропорциональное соотношение в виде

$$\rho \cdot C_p \cdot V_r \cdot T \approx \frac{\lambda}{r} \cdot T + V_r \cdot p + \mu \left[\frac{V_\varphi}{r} \right]^2. \quad (1)$$

Поделим все слагаемые выражения (1) на $\frac{\mu \cdot V_\varphi^2}{r}$ и сгруппируем полученные члены

$$\left(\frac{r \cdot V_r \cdot \rho}{\mu}\right) \cdot \left(\frac{C_p \cdot T}{V_\phi^2}\right) \approx \left(\frac{\lambda \cdot T}{\mu \cdot V_\phi^2}\right) + \left(\frac{V_r \cdot r \cdot \rho}{\mu}\right) \cdot \left(\frac{p}{\rho \cdot V_\phi^2}\right). \quad (2)$$

Выразим кинетическую энергию через тепловую в первом слагаемом правой части пропорции (2), как $V_\phi^2 \approx C_p \cdot T$. В итоге получим систему безразмерных параметров, характерных для процессов переноса в вихревой трубе.

Это числа:

$$\text{Рейнольдса } Re_r = \frac{V_r \cdot r \cdot \rho}{\mu}; \quad \text{Эккерта } Ec = \frac{V_\phi^2}{C_p \Delta T}; \quad \text{Эйлера } Eu = \frac{\Delta P}{\rho \cdot V_\phi^2};$$

$$\text{Прандтля } Pr = \frac{\mu \cdot C_p}{\lambda}$$

Список литературы:

1. Баранов Д.А., Вязьмин А.В., Гухман А.А., и др. Процессы и аппараты химической технологии. Явления переноса, макрокинетика, подобие, моделирование, проектирование, т.1/Под. Ред. А.М. Кутенова. М.:Логос, 2000.480с
2. Плотников В.А., Тарасова Л.А., Трошкин О.А. Газодинамика вихревой трубы/ТОХТ.2002 Т.36, №4.С.358-362

УДК 504.453

ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ РІЧКИ КАЛЬМІУС

Сочевічек Я.В., Чайка Л.В.

(ДонНТУ, Донецьк, Україна)

В умовах постійного росту обсягів забруднення водних ресурсів країни, водоймища потребують постійного контролю і заходів щодо покращення якості води та відновлення флори і фауни. Для оцінки стану водних ресурсів використовують такий індикатор як індекс забрудненості води у водоймищах. Він використовується здебільшого у картографуванні для наглядного відображення оцінки якості води у природних водних об'єктах.

XXI століття людство зустріло низкою екологічних проблем, що набули статусу глобальних. Масштаби національного природокористування, інтенсивність господарювання, забруднення природного середовища, з одного боку, є наслідками взаємодії в системі «людина-природа», з іншого, стали причиною небезпеки скорочення життя на землі. Земля, що живить людей, повітря, яким вони дихають, вода, яку п'ють, щорічно зазнають величезних утрат від їх необдуманих або змушених дій.

В багатьох випадках в межах природно-господарської системи мають місце прямі та зворотні зв'язки, між якими виникають певні протиріччя. Так, посилення господарської діяльності зі рахунок природної повинно відбуватися лише до тих пір, поки у природній складовій не почнуться незворотні руйнування.

Промисловий потенціал Донецької області складає основу господарського комплексу України, охоплюючи його п'яту частину. В той же час, економічний потенціал області характеризується наявністю власних паливо-енергетичних і мінерально-сировинних ресурсів, близькістю до залізрудних родовищ Криворізького басейну, виходом до моря. Тому, історично склалася ситуація, що Донбас став регіоном зосередження різних галузей промисловості, підприємства яких, максимально використовують водний потенціал області.

Водні ресурси області формуються за рахунок транзитного притоку поверхневих вод ріки Сіверський Донець, місцевого річкового стоку, а також експлуатаційних запасів підземних вод [1].

Усього по території області протікають 246 річок довжиною більше 10 км. Водозабезпеченість місцевим природним річковим стоком на одного мешканця в 5 разів менша, ніж у середньому по Україні.

Надмірне антропогенне навантаження на водні об'єкти, значне забруднення їх внаслідок непорядкованого відведення стічних вод призвело до кризового зменшення само відтворюючих можливостей річок Донеччини та виснаження водо ресурсного потенціалу.

Річка Кальміус є другою за значенням після Сіверського Донця разом зі своїми притоками Мокра і Суха Волноваха, Кальчик та річка Грузька. В свою чергу, протікаючи через всю територію області з півночі на південь, вона стала своєрідним «переносником» стічних вод від потужних коксохімічних і металургійних підприємств, а також шахт.

Якщо порівняти об'єми забору і скиду води у поверхневі водні об'єкти (об'єми скидів досягають майже 80%), то стає зрозумілим тривога за екологічний стан водних ресурсів регіону і, в тому числі ріки Кальміус, яка відіграє велику роль в економічно-соціальному розвитку населених пунктів, що розташовані в басейні річки. Великий негативний вплив, що призвів до їх обміління, пригнічення корисної флори і фауни, погіршення якості вод тощо [1].

Показники, що у спрощеному вигляді відображають певну екологічну ситуацію, вважаються індикаторами. Одним з таких індикаторів є середній індекс забрудненості води. Його часто використовують для картографування та обґрунтування оцінки забруднення водоймищ. Індекс розраховується за наступною формулою [2]:

$$K_c = \frac{\sum \left(\frac{C_i}{ГДК_i} \right)}{n},$$

де K_c – середній індекс забрудненості водоймищ;

C_i – концентрація забруднюючих речовин у річковій воді, мг/дм³;

$ГДК_i$ – відповідна гранично припустима концентрація забруднюючої речовини, мг/дм³ [4];

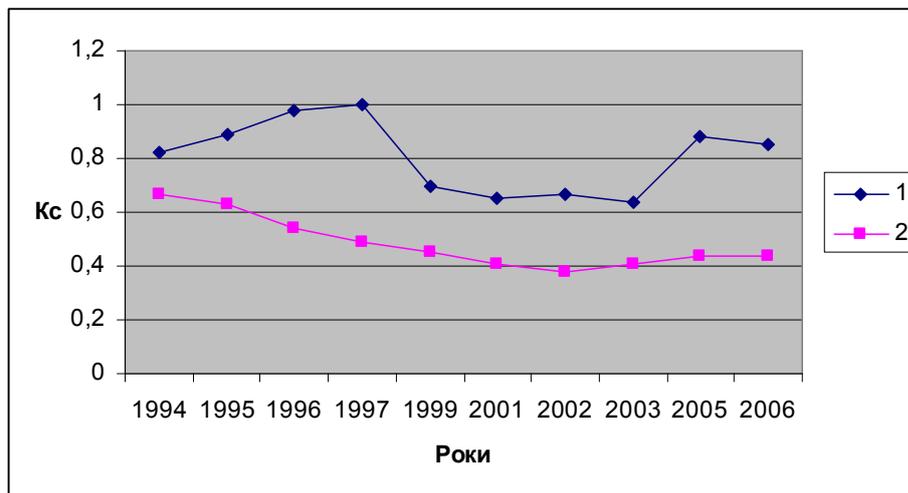
n – кількість аналізованих забруднюючих речовин.

Для розрахунку середнього індексу забрудненості ріки Кальміус були використані дані аналізів за десять років створу річки Кальміус нижче міста Донецька, які були виконані РУ ДВП «Укрпромводчормет».

Таблиця – Фактичні концентрації гідрохімічних показників річки Кальміус

Назва показника	ГДК	Концентрації забруднюючих речовин, мг/дм ³						
		1994	1995	1996	1997	1999	2005	2006
Нітрити	3,30	0,66	0,57	0,7	0,39	0,75	0,50	0,90
Сухий залишок	1000	1450	1489	1598	1766	1570	1492	1470
Кальцій	180,0	158,0	127,0	144,0	138,0	126,1	139,2	127,6
Магній	40,0	56,00	71,0	71,0	81,0	78,3	115,0	68,4
Залізо	0,30	0,03	0,14	0,21	0,15	0,06	0,30	0,60
Хлориди	350,0	263,0	220,0	243,0	293,0	218,8	224,2	207,7
Сульфати	500,0	542,0	571,0	560,0	654,0	586,0	584,3	549,4
Кобальт	0,1	0,029	0,03	-	-	0,002	0,015	0,011
Нафтопродукти	0,30	0,38	0,40	0,30	0,22	0,20	0,15	0,16

Завдяки розрахованим індексам було побудовано графіки рисунку 1, на одному з яких відображена загальна динаміка забруднення за усіма 9 речовинами, а на іншому – без урахування показників, що впливають більш негативно на забруднення.



1– динаміка середніх індексів забрудненості з урахуванням сухого залишку, магнію, заліза, сульфатів; 2- динаміка середніх індексів забрудненості без урахування сухого залишку, магнію, заліза, сульфатів

Рисунок - Динаміка забруднення річки Кальміус

Графік 1 показує, що велику роль у катастрофічному екологічному стані річки Кальміус відіграють відзначені вище чотири показники. Це призвело до того, що ріка до 2005 року відносилась до категорії «брудна», а вже у 2006 році змінила категорію на дуже «брудна».

Незадовільна екологічна ситуація водних об'єктів міста і області є однією з основних причин погіршення стану здоров'я населення та демографічної ситуації в області. Наслідками цього є виникнення багатьох захворювань, що потребує негайної розробки стратегії формування збалансованої системи природокористування з урахуванням подальшого економічного і соціального розвитку регіону, визначення пріоритетних природоохоронних дій в галузях економіки і соціальної сфери, здійснення екологічного моніторингу довкілля та контролю джерел забруднення, екологічного інформування населення та залучення його до охорони довкілля усього населення області.

Список літератури:

1. Молодан Г.Н. , Паладій І.П. Социально-экономические аспекты сохранения аборигенной биоты бассейна реки Кальмиус.// Труды IV Міжнародної наукової конф. аспірантів в студентів «Оборона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів». – Т.2 – Донець: ДонНТУ, ДонНУ, 2005. – С.73
2. Молчак Я.О, Мисковець І.Я. Забруднення поверхневих територій м.Луцька.// Людина і довкілля. – 2003. - №4. – С. 62 – 65.

УДК 504.75

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ОБРАЗОВАНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ

Е.А.Степанова, П.И.Резцов, О.В.Сюзяева

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Увеличение частоты стихийных бедствий, числа промышленных аварий и катастроф, опасных ситуаций социального характера, низкий уровень профессиональной подготовки специалистов, отсутствие навыков правильного поведения в повседневной жизни, в различных опасных и чрезвычайных ситуациях пагубно отразились на состоянии здоровья и жизни людей. В связи с этим, тенденции и проблемы преподавания БЖД представляют широкое поле для их осмысления и деятельности не только ответственными лицами органов государственного управления, но и всему преподавательскому составу.

События, происходящие в нашей стране в последнее время, вызывают глубокие изменения во всех сферах общественной жизни. Увеличение частоты стихийных бедствий, числа промышленных аварий и катастроф, опасных ситуаций социального характера, низкий уровень профессиональной подготовки специалистов, отсутствие навыков правильного поведения в повседневной жизни, в различных опасных и чрезвычайных ситуациях пагубно отразились на состоянии здоровья и жизни людей.

В этой связи возрастает роль и ответственность системы образования за подготовку обучающихся по вопросам, относящимся к области безопасности жизнедеятельности, и выработку у них привычек безопасного поведения и здорового образа жизни. Наиболее полно и целенаправленно эти вопросы изучаются наукой о безопасности жизнедеятельности.

В последнее время стали более заметными на территории Украины позитивные изменения в изучении вопросов безопасности. Концептуальные изменения отмечены научно-методической комиссией по гражданской безопасности, объединившей научно-методические комиссии по охране труда, гражданской защиты, безопасности жизнедеятельности и пожарной безопасности. Первое заседание НМК по гражданской безопасности 14 ноября 2007 года обозначило основные тенденции в образовании по Безопасности жизнедеятельности человека на современном этапе в последней редакции концепции. Это:

1. Формирование на мировом уровне понимания, что безопасность человека является базовым правом (Монреальский меморандум 2002г.), и образование для ее обеспечения является необходимым слагаемым общего образования человека на протяжении его жизни (задекларировано декадой ЮНЕСКО на 2004-2014 гг., а также Киотской декларацией от 22 января 2005 года);

2. Проведение ряда научно-методических конференций и студенческих олимпиад в Украине по вопросам обучения и воспитания в сфере БЖД человека, имеющих статус международных;

3. Внедрение в ВУЗах Украины принципов Болонской системы высшего образования, предусматривающих упорядочение учебных планов и дисциплин в соответствии с ее требованиями;

4. Объединение специалистов по вопросам обучения и воспитания в сфере безопасности жизнедеятельности человека в различные национальные и международные организации, типа академий и ассоциаций безопасности, усиливает обмен их научной и методической информацией, создает среду специалистов, обеспокоенных проблемами безопасности;

5. Внедрение ряда периодических изданий, в первую очередь журнала «Безпека життєдіяльності», как в Украине, так и в соседних государствах, что позволяет довести как до специалистов, так и до более широкого круга граждан, актуальные вопросы безопасности человека в различных условиях, формах их деятельности, а также показать пути решения этих вопросов.

6. Создание нового перечня научно-методических комиссий в МОН Украины в соответствии с направлениями обучения, в то же время, объединение их в одну научно-методическую комиссию: по гражданской безопасности, комиссий по охране труда, пожарной безопасности, гражданской защите и секций безопасности жизнедеятельности.

7. Создание и утверждение Кабинетом Министров Украины нового перечня специальностей по обучению в ВУЗах, в том числе введение учебного направления «Гражданская безопасность» и соответствующих специальностей: охрана труда, пожарная безопасность и гражданская безопасность.

Эволюционное развитие дисциплины Безопасность жизнедеятельности, равно как и Охраны труда, Гражданской обороны (защиты), привело нас к возникновению различных подходов и дискуссий в их преподавании. Вместе с тем, и плюрализм мнений и подходов имел место и ранее во всех сторонах нашей жизни. Он будет жить и в будущем.

Еще в начале создания независимого государства, в 1994 году, Украина с целью содействия улучшению учебно-методических и научно-исследовательских работ, которые выполняются кафедрами и отдельными преподавателями гражданской обороны и

медицинской подготовки, были созданы научно-методические советы, как при Министерстве образования Украины, так и областные и городские.

В последнее время мы попробовали в нашем регионе реанимировать эту структуру. При Донецких областных курсах гражданской обороны (Учебно-методическом центре) согласно Положения от 1994 года Научно-методический совет под руководством декана Радиотехнического факультета ДонНТУ П.В. Стефаненко в 2006 году возобновил свою работу. Этот шаг нам был необходим для активизации и широкого привлечения к деятельности, направленной на совершенствование образования в области безопасности жизнедеятельности, научно-педагогической общественности, специалистов предприятий различных форм собственности, работников органов по труду и образованию, представителей МЧС и других организаций региона.

На общем собрании представителей ВУЗов региона был избран председатель – декан РТФ ДонНТУ, и созданы две секции: «Безопасности жизнедеятельности и Гражданской защиты».

Практическую деятельность научно-методический совет проводит по следующим направлениям:

1. Реализация решений научно-методических комиссий по БЖД Научно-методического Совета МОНУ на местах.
2. Совершенствование содержания, организации и повышения качества преподавания дисциплин БЖД.
3. Проведение конференций, семинаров и совещаний по эффективности преподавания БЖД.
4. Рецензирование рукописей, учебно-методической литературы.
5. Подготовка предложений по созданию лабораторного оборудования, наглядных пособий и технических средств обучения, компьютерных программ.
6. Разработка предложений по организации повышения квалификации и профессиональной подготовки преподавателей.

На сегодняшний момент мы считаем необходимым укрепление связей нашего Научно-методического Совета региона с Научно-методической Комиссией по безопасности жизнедеятельности Научно-методического Совета Министерства образования и науки Украины (НМК по БЖД НМС МОНУ), которая дала четкую концепцию изучения блока дисциплин по вопросам безопасности человека на различных этапах учебно-воспитательного процесса в ВУЗах.

На наш взгляд полностью оправдывает себя взгляд Научно-методической Комиссии БЖД Украины на то, что внутрисистемная структура БЖД представлена несколькими дисциплинами, но обязательно с учетом междисциплинарных проблем. А эти проблемы на наш взгляд можно успешно решать с помощью незаслуженно забытых Научно-методических Советов при курсах Гражданской обороны (Учебно-методических центрах).

Тенденции и проблемы преподавания БЖД представляют широкое поле для их осмысления и деятельности не только лишь ответственными лицами органов государственного управления, но и всему преподавательскому составу.

Список литературы:

1. Журнал «Безпека життєдіяльності» № 12 грудень 2007 стр.7. «Перше засідання науково-методичної комісії з цивільної безпеки».
2. Положение о научно-методических Советах по гражданской обороне и медицинской подготовке. (27 мая 1994г.)
3. Заплактинський В.М. Перспективи науки та освіти з Безпеки життєдіяльності. Матеріали VI міжнародної науково-методичної конференції К. НАУ 2007 с.8-9.
4. Лапін В.М. Еволюційний шлях навчальної дисципліни «Безпеки життєдіяльності в Україні». Матеріали VI міжнародної науково-методичної конференції К. НАУ 2007 с.58-59.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

М.А.Мокин, В.Г.Земский, О.В.Сюзяева

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

В связи с катастрофическим ухудшением состояния окружающей среды и истощением природных ресурсов экологические проблемы выходят на первый план в государственной политике каждой страны. Одним из основных направлений развития Украины, как цивилизованного государства, является сокращение объемов использования природных энергетических ресурсов. В статье предлагаются некоторые аспекты этой экологической проблемы на примере города Донецка и Донецкой области.

Одним из основных приоритетных направлений развития Украины, как цивилизованного государства, является сокращение объемов использования природных энергетических ресурсов, так как они являются основным источником различных видов энергии для обеспечения функционирования промышленности и комфортных условий существования человека.

В то же время энергетические объекты-источники самых больших объемов химического загрязнения. Самое большое количество отходов связано с производством энергий, на потреблении которой основана вся хозяйственная деятельность. Вследствие сжигания ископаемого топлива в целях получения энергии в атмосферу сейчас идет мощный поток восстановительных газов.

Таблица 1.

Выбросы в атмосферу электростанцией мощностью 1000 МВт в год в тоннах.

Топливо	Выбросы				
	твердые частицы	СО	NO _x	SO ₂	углеводороды
Уголь	3000	2000	27000	110000	400
Нефть	1200	700	25000	37000	470
Природный газ	500	-	20000	20,4	34

Загрязнения и отходы энергетических объектов разделяются на два потока: один вызывает глобальные изменения, а другой – региональные и локальные.

Второе место по загрязнению окружающей среды занимает транспорт, особенно, автомобильный.

Сжигание автотранспортом ископаемого топлива повышает концентрации СО, NO_x, SO₂, углеводов, тяжелых металлов и твердых частиц в атмосфере, так же дает твердые отходы и жидкие – масла, мойка и т.д.. На долю автомобилей приходится 25% сжигаемого топлива. За время эксплуатации, равное 6 годам, один усредненный автомобиль выбрасывает в атмосферу 9 тонн СО₂, 0,9 тонн СО, 0,25 тонн NO_x и 80 кг углеводов.

Промышленность дает только 20% загрязнения воздуха, а 80% - автотранспорт. И проблемы обостряются тем, что прирост количества автомобилей происходит в основном за счет ввоза подержанных машин, эксплуатация которых уже запрещена во многих странах Европы.

То, что город Донецк является одним из наиболее загрязненных городов Украины, известно еще из курса географии. Сегодня автотранспорт Донецкой области выбрасывает в воздух больше вредных веществ, чем в любой области Украины. Загрязнение воздуха выхлопными газами превышает в 7-10 раз допустимые нормы.

Таблица 2.

Наличие транспорта в Донецкой области

	2005 г.	2006 г.	2007 г.
Всего автомобилей в Донецкой области, тыс. штук	743	779	831
В т.ч. - легковых	507,5	541,6	558
- грузовых	85,2	88	95,4
- автобусов	11,42	11,53	11,9
- микроавтобусов	6,0	6,78	6,9
Всего автомобилей в Донецке, тыс. штук	118,8	143,8	178
В т.ч. - легковых	87,6	106	133
- грузовых	15,4	19,5	24,3
- автобусов	1,7	2,2	2,8
- микроавтобусов	1,5	1,9	2,2

Плюс к этому транзитный транспорт, число которого никто не подсчитывает.

Автомобильные выхлопы особенно опасны тем, что концентрируются на высоте до 2 метров над землей, то есть на уровне человеческого роста.

В бензинах карбюраторных двигателей как антидетонатор, применяется «этиловая жидкость», содержащая тетраэтилсвинец, который выбрасывается в атмосферу в выхлопных газах и, попадая в организм человека, накапливается и вызывает тяжелые свинцовые отравления.

Заводские трубы находятся гораздо выше. Достаточно сказать, что автомобильные выбросы Донецкой области равны пятикратному объему выбросов такого промышленного гиганта, как ОАО «Донецкий металлургический завод». И, если предприятия под давлением экологов устанавливают современные очистные системы, то выхлопов автомобилей, которых на наших улицах, как видно из таблицы, становится больше в арифметической прогрессии, а выхлопные газы очистке не подлежат.

Автомобильный мировой автопарк может достигнуть к 2015 году – 1,5 млрд. единиц.

Вот простейшие расчеты, сделанные учеными. Если автомобиль расходует в среднем 8 литров бензина на 100 км, то, чтобы проехать 16 тыс. километров придется покупать 1 тысячу 280 литров бензина. При сгорании этого количества топлива выделяется примерно 3 тонны углекислого газа, плюс сотни других вредных компонентов. То есть ежегодно из выхлопных труб выбрасывается минимум 60 тысяч тонн сажи и гари только в г. Донецке. Во время пробок и в «часы пик» уровень выбросов катастрофически зашкаливает.

Экологические проблемы сегодня так или иначе выходят на первый план в государственной политике каждой страны в связи с катастрофическим ухудшением состояния окружающей среды и исчерпанию природных ресурсов.

Приоритетным направлением в повышении экологической безопасности является перевод в г. Донецке пассажирского транспорта на газовое топливо. Так, с 1999 года по 2004 год количество автотранспорта, работающего на голубом топливе, выросло в 4 раза. Городские власти выделяют немалые средства на эти цели.

Тысячелетиями человечество использовало биотопливо. Остается оно и сегодня для многих единственным источником тепла и средством приготовления пищи, это дрова и т.д.

Весь мир знает, что одним из главных аргументов в пользу применения данного вида топлива является его экологическое преимущество. Поэтому не стоит исследовать данную тему, так как она уже тысячами статей и трудов опубликована в научных изданиях и Интернете.

Производство биотоплива в Украине сегодня уже стратегическая цель для государства. Это позволяет снять энергетическую и политическую зависимость.

Правительство Украины утвердило программу развития производства дизельного биотоплива на период до 2010 года своим Постановлением от 22 декабря 2006 года, где планирует построить не менее 20 заводов по производству биодизеля продуктивностью от 5

до 100 тыс. тонн в год. Из тонны рапса можно получить 300 кг рапсового масла или 270 кг биодизеля. Европа производит до 6 млн. тонн биодизеля в год, в тоже время в Евросоюзе по итогам 2007 года совокупное производство биодизеля составило 11 млн. тонн, в т.ч. 3 млн. тонн – в Германии. В Украине на 2008 год под рапс было засеяно 1,3 млн. га. Концерн «Стирол» (г.Горловка Донецкой области), крупнейшее химическое предприятие в Украине, запустило производство полного цикла биодизельного топлива из семян подсолнечника.

Биоэнергетическая компания (г.Киев) начала в Украине продажу биотоплива на основе этилового спирта «Био-100» на автозаправочных станциях в Киевской, Одесской, Днепропетровской и Черновицкой областей.

Программа производства биодизеля в Украине существует, но самого биодизеля еще нет. А без биотоплива Украину в ЕС не примут.

Однако, будет ли решена проблема экологии и безопасности в целом по Украине перечисленными путями?

Есть и другие мнения. Выращивание соответствующих культур и производство из них топлива само по себе требует немалых энергетических затрат, связанных опять же со сжижением топлива и выбросом в атмосферу дополнительного количества CO₂

Положение усугубляется тем, что почти все земли пригодные для выращивания рапса, кукурузы, подсолнечника, уже распаханы. Интенсивное использование земель сопряжено с внесением огромного количества удобрений, которые с подземными и дождевыми водами попадают в реки.

Как утверждают ученые из Стэнфордского университета, если бы в США все имеющиеся бензиновые двигатели были переведены на смесь бензина с этанолом, то уровень смертности, вызываемый загрязнением атмосферы и связанным с ними факторами, вырос бы еще на 4%.

И следующее, в результате реализации программ развития производства дизельного биотоплива на 2007 – 2010 г.г. в Украине могут еще вырасти цены на землю, на сельскохозяйственные товары и продовольствие, может возрасти дефицит питьевой воды. А это, в свою очередь, может привести к новым проблемам в области безопасности.

Организация Объединенных Наций опубликовала доклад «Биоэнергия, не наносящая ущерб окружающей среде», где предупреждает, что быстрый и необдуманный переход на биотопливо может иметь негативные последствия как для окружающей среды, так и для благосостояния жителей развивающихся стран. Поэтому и в Украине, прежде, чем увеличить долю биотоплива в энергетическом балансе, необходимо продумать систему выращивания и восстановления растительных культур.

Эти насущные экологические проблемы надо решать активнее на благо глобальной безопасности.

Список литературы:

1. Экологическая химия, пер. с нем./под ред. Ф.Корте – М.: Мир, 1996 – 396с.
2. Экологические проблемы: что происходит, кто виноват и что делать/ Учебное пособие под ред. Проф.В.И.Данилова – Данильяна: М.: Изд. МНЭПУ, 1997, 332с.
3. Экология и безопасность жизнедеятельности: Уч.пособие для вузов/ Д.А.Кривошеин, Л.А.Муравей и др.; Под ред.Л.А.Муравья. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000.-447с.

УДК 621.928.94

МЕТАЛЛОТКАНЕВЫЕ ФИЛЬТРЫ – ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ДОНБАССА

Бережинский Я.З.

(ООО «НТЦ «УкрМетиз», Донецк, Украина)

Кирбаба В.В., Становова В.А.

(ОАО «АКХЗ», Авдеевка, Украина)

Приведены сведения о технических характеристиках и результатах промышленных испытаний фильтровальной металлоткани, предназначенной для применения в фильтрах

сухой очистки воздуха и неагрессивных газов от твердых частиц и аэрозолей, дано краткое описание металлочаневых кассетных фильтров.

В последние десятилетия практически безальтернативными принято считать рукавные фильтры сухой очистки газов с регенерацией запыленных рукавов кратковременным импульсом сжатого воздуха. При использовании высококачественных фильтровальных тканей рукавные фильтры с импульсной регенерацией обеспечивают низкую запыленность очищенных газов, надежны в работе, вследствие чего рукавные фильтры постепенно заменяют газоочистные аппараты других типов.

Очевидно, что ускорение темпов технического развития приведет к появлению новых технологий и материалов для пылегазоочистных систем.

Настоящее сообщение знакомит с новым фильтровальным материалом, объединившем в себе, по нашему мнению, положительные свойства фильтровальных тканей, порошковых металлопористых фильтров, войлока из спеченных волокон. Такой материал – фильтровальная металлочань Met&teK[®], в течение нескольких лет прошла проверку в промышленных условиях, и в настоящее время изготавливается Научно-техническим центром «Укрметиз».

Структура металлочань представлена на рис.1.

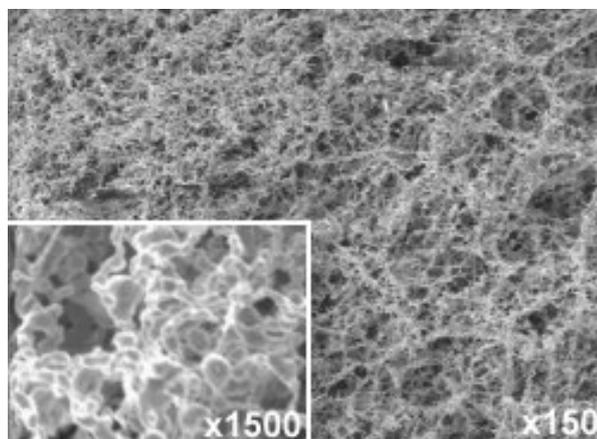


Рис.1 – Микроструктура металлочань

Свойства металлочань вытекают из метода ее получения – твердофазного спекания пористого слоя, состоящего из волокнообразных пористых конгломератов ультрадисперсного металлического порошка. Наличие разветвленной сети тонких извилистых пор обуславливает высокие фильтрующие свойства при малом аэродинамическом сопротивлении и отсутствие проскока пыли независимо от скорости фильтрации, а армирование порошкового слоя металлической проволокой обеспечивает пластичность материала, и технологичность его использования в фильтровальных элементах.

В таблице приведены свойства фильтровальной металлочань, на рис. 2 представлена аэродинамическая характеристика металлочаневых фильтров, определенная по результатам испытаний в промышленных условиях.

Параметр	Численное значение
Максимальный перепад давления на металлочань, Па	5000
Пористость фильтрующего слоя, %	92-95
Толщина металлочань, мм	0,5-0,7
Размер пор, мкм	10-50
Температура эксплуатации максимальная, °С	475

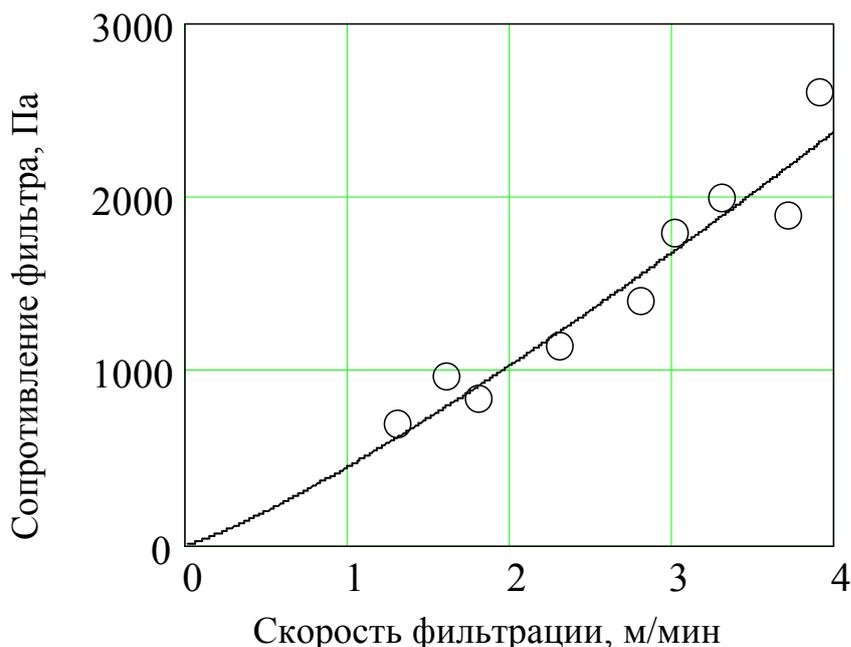


Рис.2 – Рабочая характеристика металлотканевого фильтра

Точки на графике соответствуют экспериментальным данным промышленных исследований

Представленные данные иллюстрируют определяющую особенность металлоткани – рабочее значение условной скорости фильтрации составляет 3,0 – 3,5 м/мин (удельная газовая нагрузка 180 – 210 м³/м²*ч). Следует отметить, что столь высокая газовая нагрузка не снижает эффективность металлотканевого фильтра, которая зависит только от структуры металлоткани, формируемой при изготовлении.

Практические результаты, полученные в результате промышленных испытаний, легли в основу конструкции компактных кассетных металлотканевых фильтров. Приводим данные, полученные при эксплуатации опытного металлотканевого фильтра серии ФКМ в системе аспирации коксортировки коксового цеха №1 ОАО «АКХЗ»

1. Производительность по газу (воздуху):
 - а) на входе 504 нм³/ч
 - б) на выходе 468 нм³/ч
2. Температура газа:
 - а) на входе 19 °С
 - б) на выходе 14 °С
3. Концентрация загрязняющего вещества (пыль кокса):
 - а) на входе 2,943 г/м³
 - б) на выходе 0,044 г/м³
4. КПД установки 98,6 %
5. Количество выброса на выходе -0,0057 г/с

Промышленные испытания прошли два способа регенерации металлоткани (удаление слоя уловленной пыли) – обратная продувка и вибровстряхивание. В первом случае смесь очищенного газа и сжатого воздуха направляют к фильтровальным элементам с помощью инжекторов. Кассетные металлотканевые фильтры серии ФКМ с обратной продувкой испытаны в промышленных аспирационных системах.

Вибровстряхивание металлоткани в процессе фильтрации достигается путем создания в фильтровальных элементах низкочастотных колебаний давления газа, которые создаются звуковым генератором с бесконтактным электромагнитным приводом. Фильтры серии

ФМДС с регенерацией металлоткани в процессе фильтрации газа методом вибровстряхивания эксплуатируются на когенерационной станции (КГЭС) шахты им. Засядько в системе подготовки метано-воздушной смеси (очистка газа до конечной запыленности не более $0,5 \text{ мг/м}^3$).

Фильтровальные элементы (ТУ У 29.2-32427078-001:2006) выполняют в виде съемных блоков площадью фильтрации $5-25 \text{ м}^2$. В блок набирается соответствующее количество металлотканевых пластин, образующих совокупность плоских рукавов на стальном каркасе. Например, фильтры серии ФМДС, эксплуатируемые на КГЭС, укомплектованы фильтровальными блоками площадью фильтрации $12,5 \text{ м}^2$, размеры блоков – высота 510 мм, сечение $520 \times 520 \text{ мм}$.

В сравнении с известными рукавными фильтрами металлотканевые фильтры такой же производительности за счет более высокой газовой нагрузки имеют меньшую площадь фильтрации. А с учетом компактной конструкции фильтровальных элементов, очевидно, что металлотканевые фильтры имеют также существенно меньшие габариты и металлоемкость. В частности, на основании экспериментальных данных, полученных при эксплуатации опытного металлотканевого фильтра серии ФКМ в системе аспирации коксортировки коксового цеха №1 ОАО «АКХЗ», металлотканевый кассетный фильтр производительностью до $40000 \text{ м}^3/\text{ч}$, предназначенный для аспирационной системы участка дробления крупного кокса, при площади фильтрации 210 м^2 занимает в два раза меньшую площадь в сравнении с фильтрами типа ФРИР той же производительности.

УДК 504.54:547.992

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ СВОЙСТВ

ПОРОДЫ ОТВАЛА УГЛЕБОГАЩЕНИЯ

Бутюгин А.В., Узденников Н.Б., Кирбаба В.В.,

Антонова А.Л., Плевако М.З.

(Донецкий национальный университет, Донецк, Украина)

(ОАО «Авдеевский коксохимзавод, Авдеевка, Украина)

Изучены свойства породы отвала углебогащения Авдеевского коксохима. Показана возможность регулирования свойств породы с целью ее биорекультивации. Определены основные мелиорационные добавки, необходимые для улучшения физико-химических и плодородных свойств породы.

Породные отвалы углебогащения загрязняют окружающую среду пылью и кислыми стоками. Рекультивация таких отвалов является актуальной задачей. Основными проблемами этих отвалов являются высокая дисперсность твердых частиц, высокая концентрация тяжелых металлов, кислое рН породы и стоков. Одним из путей уменьшения экологической опасности таких отвалов является их рекультивация.

Целью настоящей работы было изучение и регулирование свойств породы отвала углебогащения Авдеевского коксохимзавода.

Для изучения взяты образцы породы с площадей, которые были отсыпаны несколько лет назад. Были определены следующие свойства этой породы: влажность = 6,1%, насыпная плотность = 1,25 г/см³; зольность = 76,7%, гранулометрический состав (фракции > 5мм – 28%; < 3мм – 52%; < 1мм – 20%), рН водной вытяжки = 3,2-3,6 (получена при соотношении вода : порода = 10:1). Мокрый рассев исходной породы показал, что во фракции > 5мм 46% частиц менее 1 мм; во фракции 5-3 мм – 44% частиц менее 1 мм; во фракции 2-3 мм – 37% частиц менее 1мм; во фракции 1-2 мм – 56% частиц менее 1 мм. Это факт свидетельствует о том, что содержание мелких фракций (менее 1 мм) в исходной породе преобладает и в сухом виде частицы породы агрегированы. В водной вытяжке обнаружено значительное количество сульфатов и железа. На основании полученных данных сделан вывод, что в породе углебогащения изначально содержится много пирита, окисление которого приводит к образованию серной кислоты и растворимых солей тяжелых металлов. Наличие в породе около 24% органических веществ угля может являться причиной образования гуминовых веществ в результате процессов окисления. Для проверки этого предположения была получена 0,5% аммиачная водная вытяжка при соотношении п:ж=1:5. Был снят фотоколориметрический спектр (315-540 нм) водной аммиачной вытяжки из породы. Спектр органических веществ оказался идентичным спектрам гуминовых веществ почвы, торфов и углей. Концентрация этих веществ порядка 1-10 мг/л. Наличие в породе относительно большого количества органики (около 24%), а также водорастворимых гуминовых веществ дает возможность использовать их при рекультивации, так как они могут являться потенциалом плодородных свойств.

На основании данных о кислотности водной вытяжки были рассчитаны минимальные дозы мелиоранта для нейтрализации. В качестве мелиоранта был использован измельченный мел. Применение мела в качестве мелиоранта позволяет не только уменьшить кислотность породы, но и уменьшить ее объемную плотность, стимулировать агрегатообразование (коагуляцию мелких частиц) [1]. Для повышения плодородных свойств породы в нее добавляли различные гуминовые препараты (жидкий гумат аммония, остаточные угли, гумофоски на основе остаточных углей, гумивит) и адсорбенты-мелиоранты. Гуминовые

вещества ответственны за плодородие почв и различные экологические процессы в биосфере [2].

Было проведено три серии лабораторных биологических опытов с использованием травы овсяницы. В первой серии опытов высаживали траву на исходную породу с добавками препаратов. Трава взошла только в тех вариантах, где было введено достаточно большое количество остаточного угля (из расчета 10-14 т/га), имеющего щелочную среду. Всхожесть семян даже на этих участках не превышала 13%. Растения были чахлые, плохо развивались. В остальных вариантах семена не проросли.

Во второй серии опытов мел вводился из расчета 2 г на 1 кг породы. В результате влажность породы в контроле повысилась до 6,7%. Добавки гуминовых препаратов и адсорбентов-мелиорантов позволили повысить влажность породы до 7,1-14,2%. рН водной вытяжки была в пределах 4,3-5,1, что свидетельствовало о недостаточной еще нейтрализации кислотности. Однако во всех 19 вариантах трава проросла и достаточно хорошо развивалась. Но в вариантах с высоким содержанием остаточного угля наблюдалось явное угнетение растений, вызываемое большой концентрацией гуминовых веществ.

В третьей серии опытов в породу было введено порядка 6-7 г мела на 1 кг породы. Влажность исходной породы поднялась до 8%. рН водной вытяжки = 5,12 (против 4,48 при добавлении 2 г мела на 1 кг породы). Растения также взошли во всех 20 вариантах. Лучшие результаты, полученные во второй и третьей сериях, практически совпали по вариантам. Наилучшие результаты дало введение бурогумофосок и гумивита. Намечены пути дальнейшего улучшения свойств породы отвала углеобогащения.

Список литературы:

1. Пахненко Е.П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные удобрения М.: БИНОМ, Лаб. Знаний, 2007. – 311 с.
2. Гуминовые вещества в биосфере. –М.МГУ, 2003. – 313 с.

УДК 628.314.2

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБЕСФЕНОЛИВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

В.В.Кирбаба, О.Ю.Дробот

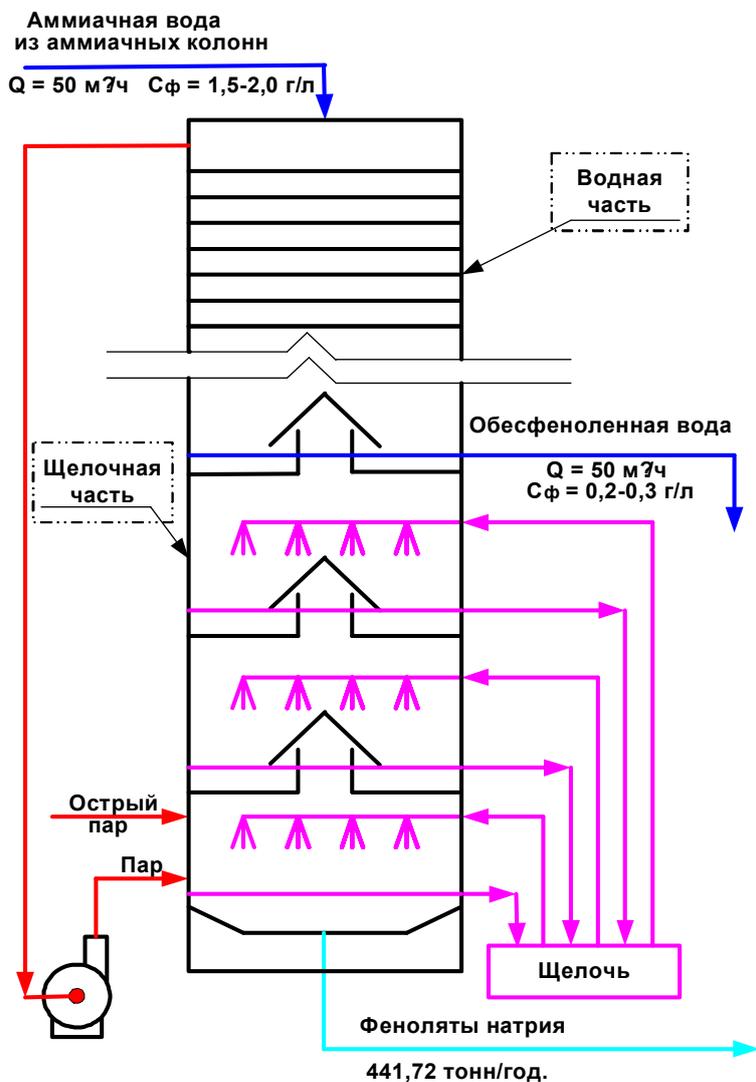
(ОАО «Авдеевский коксохимический завод», Авдеевка, Украина)

В статье приведено значение обесфеноливания производственных вод на основе расчетов сборов за загрязнение окружающей природной среды и ущерба, причиненного сверхнормативным сбросом фенолов в водный объект для принятия управленческих решений.

Коксовый газ, который образуется в результате коксования, является источником большого количества химических веществ, таких как фенол, аммиак, сероводород, цианистый водород, пиридин, бензол и др. Он поступает на первичные газовые холодильники, где охлаждается с 80-82°C до 33°C. В результате охлаждения образуется три составляющие: газ, вода и смола.

Газ поступает в бензольное отделение, где из него улавливаются бензольные углеводороды, а затем из него улавливают сероводород с получением серной кислоты. Далее газ поступает на ТЭЦ или на обогрев коксовых батарей.

Смола направляется на переработку в СПЦ.



Вода из первичных газовых холодильников, насыщенная аммиаком и фенолами (1,3 – 2,8 г/л) вначале направляется на аммиачные колонны, где из нее отдувается аммиак, из паров которого в дальнейшем производят сульфат аммония. После аммиачных колонн вода направляется на обесфеноливающий скруббер.

Обесфеноливающий скруббер (ОФС) является не только аппаратом для получения фенолятов натрия, но и водоочистной установкой. В нем происходит очистка воды от фенолов. Концентрация фенолов на входе в ОФС составляет 1500-2000 мг/л, на выходе 200-300 мг/л.

Существующий в цехе улавливания №2 ОФС (высота 49,6м, диаметр 4,5м) изготовлен в 1975 году, введен в эксплуатацию 01.04.1976г. Срок эксплуатации – более 30 лет. За это время ремонт не производился.

В 2007 году был произведен анализ технического состояния ОФС. Анализ показал, что скруббер находится в неудовлетворительном техническом состоянии и требует замены. Ориентировочная стоимость нового скруббера составит 9 млн. грн.

Вопрос был вынесен для обсуждения на инвестиционный комитет завода, где возник закономерный вопрос: нужны ли такие затраты, когда продукция ОФС – фенолят натрия – не является значимой для предприятия, и от нее можно отказаться.

Авторами статьи был проработан данный вопрос с другой точки зрения: ОФС, как природоохранное сооружение и его значение в целях соблюдения экологических стандартов, установленных предприятию. За основу была взята цепочка: образование – сбор – очистка производственных сточных вод и меры экологического инспекционного реагирования на факты нарушения природоохранного законодательства.

Очистка на ОФС важна с точки зрения поступления воды на биохимическую установку № 2 (БХУ-2). Здесь совместно с фенольной водой после БХУ-1 и водой из насосной совмещенных вод цеха Улавливание №2 происходит очистка аммиачной воды от фенолов и роданидов. Перед очисткой эти воды усредняются.

Согласно постоянного технологического регламента цеха Улавливание №2 (ТР-УЛ2-090-01-2007) норма фенолов в воде перед БХУ-2 не должна превышать 300-500 мг/л. Существующая схема очистки аммиачной воды от фенолов позволяет соблюдать установленные нормы, т.е. концентрация фенолов в усреднителе не превышает 500 мг/л.

При отсутствии скруббера концентрация фенолов в воде составит 1000 и более мг/л. Особенность жизнедеятельности микроорганизмов на БХУ заключается в том, что пока они не почистят воду от фенолов (более легкоокисляемых), очистка от роданидов и других окисляемых веществ происходить не будет.

Все это приведет к тому, что микроорганизмы на БХУ-2 погибнут или войдут в состояние анабиоза. Произойдет «срыв» БХУ-2, что приведет к сбросу на внеплощадочные очистные сооружения (ВОС) не только повышенной концентрации фенолов, но и повышенных роданидов, цианидов, ХПК и др.

Следующим этапом произойдет «срыв» ВОС, т.е. вода без очистки будет сброшена в пруд-накопитель, а затем в реку Кривой Торец.

С учетом разбавления на ВОС ливневыми водами (500м³/ч) и хоз.-бытовой водой г.Авдеевка (300м³/ч) количество сброшенных фенолов в реку составит:

$$200 \text{ мг/л} \times 2 \ 959 \ 515 \text{ м}^3/\text{год} = 591,9 \text{ т/год или } 1,62 \text{ т/сут.};$$

1. Сбор за загрязнение окружающей природной среды при таких сбросах составит:

Фенолы - в пределах лимита:

$$0,0043 \times 7926,27 \times 1,166 \times 2,2 = 87,43 \text{ грн.}$$

сверх лимита:

$$591,8957 \times 7926,27 \times 1,166 \times 2,2 \times 5 = 60 \ 173 \ 501,32 \text{ грн}$$

$$\text{ИТОГО: } 87,43 + 60 \ 173 \ 501,32 = 60 \ 173 \ 588,75 \text{ грн.}$$

Следует отметить, что одна тонна фенолов в 1999 г. стоила 1995,00 грн, а в 2008 г. – 7926,27 грн.

Расчет произведен на основании Постановления Кабинета Министров Украины «Об утверждении Порядка установления нормативов сбора за загрязнение окружающей природной среды и взимания этого сбора» от 01.03.99г. №303 (с изменениями и дополнениями) и Инструкции о порядке исчисления и уплаты сбора за загрязнение окружающей природной среды, утвержденной приказом Министерства охраны окружающей природной среды и ядерной безопасности, Государственной налоговой администрации Украины по согласованию с Министерством финансов и Министерством экономики Украины от 19.07.99г №162/379 (с изменениями и дополнениями), зарегистрированным в Министерстве юстиции Украины 09.08.99г. под №544/3837.

В расчете не просчитано увеличение сбора за сброс роданидов, цианидов, бензола, ХПК и других веществ, которое будет, также, иметь место при срыве работы БХУ и ВОС.

2. Убытки, причиненные государству нарушением водного законодательства в результате сверхнормативного сброса фенолов в реку Кривой Торец в год составят:

$$\text{Убытки} = 2 \ 959 \ 515 \times (200-0,001) \times 0,003 \times 1/0,001 \times 17 \times 1,6 \times 10^{-3} = 48 \ 299 \ 043,3 \text{ грн.}$$

В расчете не представлены убытки за сверхнормативный сброс цианидов, бензола, ХПК и других веществ, которые будут, также, иметь место при срыве работы ВОС.

Расчет произведен в соответствии с “Методикой розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів”, утвержденной Приказом Министерства охраны окружающей природной среды и ядерной безопасности Украины от 18.05.1995г. №37, зарегистрированным в Министерстве юстиции Украины 1.06.1995г. №162/698.

3. Работа предприятия будет приостановлена на основании Постановления Верховного Совета Украины от 29.10.1992г. №2751-ХІІ «Об утверждении Порядка ограничения, временного запрета (остановки) или прекращения деятельности предприятий, учреждений, организаций и объектов в случае нарушения ими законодательства об охране окружающей природной среды».

Как говорится: комментарии излишни. Инвестиционным комитетом завода принято решение о замене существующего обесфеноливающего скруббера новым.

ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ

Золотарёв И.В.,

(ЗАО «Макеевкокс», Макеевка, Украина)

Ильяшов М.А., Резников С.Ю.

(группа «Энерго», Донецк, Украина)

Саранчук В.И., Збыковский Е.И.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Для экологической эффективности и экономичности необходим комплексный промышленный процесс утилизации отходов углеобогащения. Разработан проект утилизации шламонакопителя Макеевского КХЗ. Продукты переобогащения могут быть использованы в качестве дополнительного сырья для коксования, энергетического топлива, для производства стройматериалов.

Одним из вариантов решения проблемы энергосбережения и защиты окружающей среды является разработка и внедрение новых технологий, позволяющих утилизировать твёрдые бытовые отходы, основную массу которых в Украине составляют шламы обогатительных фабрик, которые являются специфическим продуктом, имеют высокий энергохимический потенциал и не очень токсичны. Для высокой экологической эффективности и экономичности необходим комплексный промышленный процесс утилизации.

В настоящее время обогатительные фабрики Украины, перерабатывающие угли для коксования имеют глубину обогащения до 0 мм, причем единственным способом эффективного обогащения класса – 1,0 (0,5) мм является пенная флотация. Отходы флотации (шламы или илы) направляются в шламонакопители, занимающие большие площади плодородных земель. В прошлые годы существовала практика сброса углей фракции – 1,0 мм в шламоотстойники без предварительного обогащения. В результате этого в Украине образовалось большое количество углеродсодержащих шламонакопителей, которые в настоящее время рассматриваются как дополнительный источник энергетического сырья и сырья для коксования.

В шламонакопителях коксохимических заводов Украины находится около 50 млн. т отходов обогащения, состоящих из частиц размером менее 1 мм. Накопители образованы за счет помещения в них отходов флотации, а также фракции менее 1 мм, отмытой при классификации углей для коксования. До середины 90-х годов прошлого столетия на коксохимических заводах Украины работало 15 обогатительных фабрик, 13 из которых были остановлены. В настоящее время работают обогатительные фабрики на Авдеевском и Макеевском коксохимзаводах. Материал накопителей отличается довольно низкой зольностью, в среднем 45%, и тем, что органическая часть шламов по своему марочному составу соответствует составу шихты, использовавшейся при коксовании.

При флотации угольно-шламовых смесей Авдеевского КХЗ добавка шлама не оказывает существенного влияния на результаты обогащения. Практически не изменяется выход концентрата и незначительно на 1,2-1,7% возрастает его зольность. Степень извлечения угля не зависит от величины добавки, а определяется расходом флотореагента, составляя 86,6-89,6% при расходе флотореагента УР – 410 кг/т 92,5-93,5% при расходе флотореагента 2 кг/т. При флотации шлама из накопителей степень извлечения угля в концентрат составила 67,6 и 79,2% при зольности концентрата 17,2 и 18,5%.

Аналогичные опыты были проведены с шламами из накопителей ОФ Ясиновского КХЗ. На заводе имеется два накопителя (верхний и нижний), состав шламов из которых отличается только по фракционному составу.

В настоящее время на МКХЗ осуществляются проектные работы по утилизации шламонакопителя углеобогажительной фабрики Макеевского КХЗ (рис. 1). Предполагается отбор материала производить земснарядом. Далее с помощью грохотов производить

разделение на классы -0,2мм и +0,2мм. Класс +0,2 мм (35-40%) направляется на переобогащение. Класс -0,2мм, составляющий 60-65% от исходного объема, возвращается в накопитель. Готовой продукцией являются концентрат для коксования – 60000 т в год (зольность до 10%) и энергетический остаток, получивший наименование уголь Донецкий марки «Г» – 45000 т в год (зольность 25-35%). Исходя из существующего опыта на ЯКХЗ, объем перерабатываемого сырья может составить до 300000 т в год. Такое количество шламов, принимая среднюю зольность $A^d=45\%$, содержит 165000 т угля. Его извлечение и использование является основной целью намечаемой утилизации шламонакопителя. При таком объеме производства полная утилизация накопителя займет период до 25 лет.

Обогащение

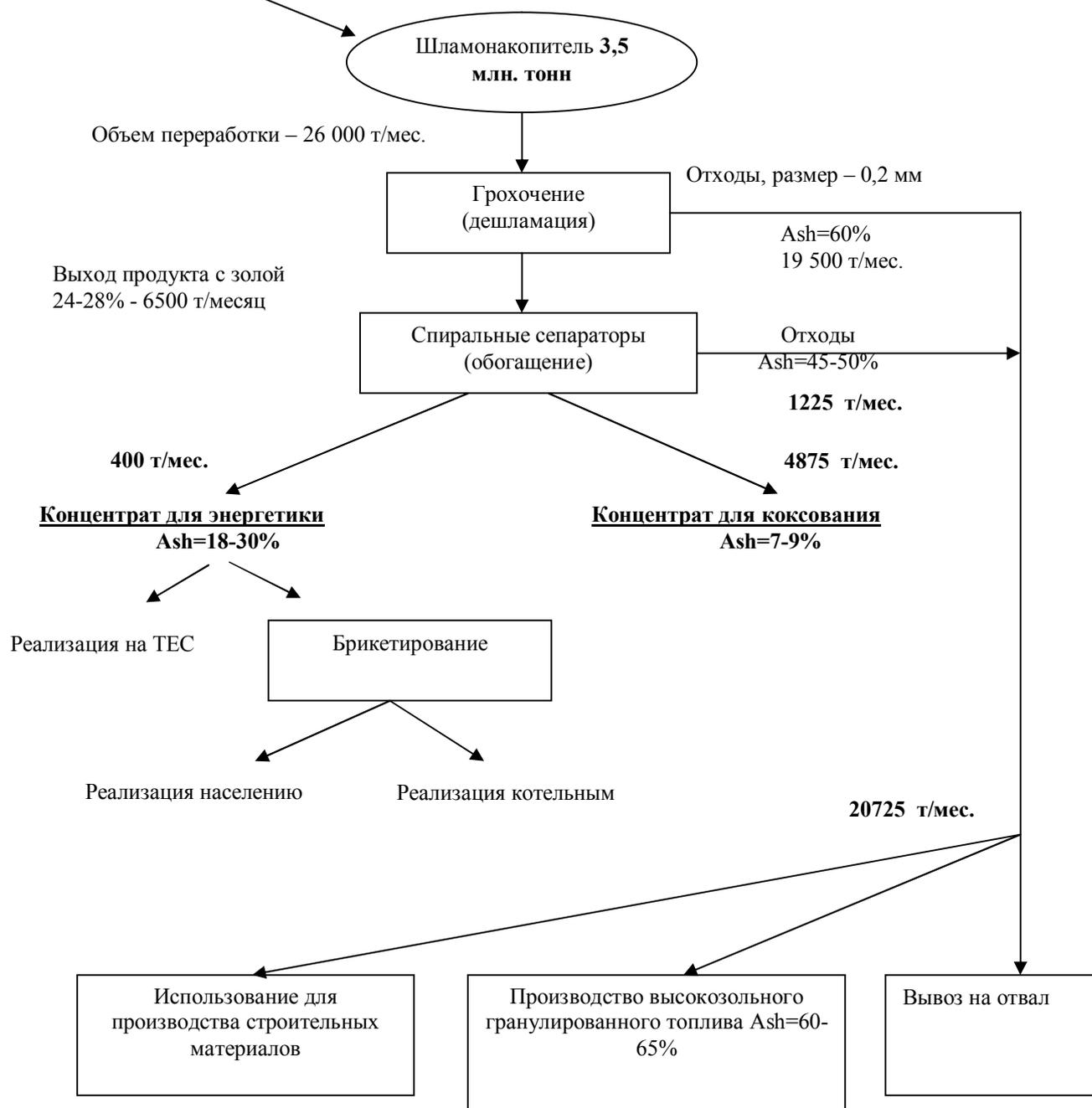


Рис.1 – Комплексное использование шламов накопителя ОАО «Макеевский коксохимический завод»

В случае отказа от производства концентрата для коксования, возможно гранулировать или брикетировать исходное сырье (зольность $A^d=45\%$), получая 300000т энергетического топлива. В этом варианте выгодно расположить гранулятор и электростанцию на одной площадке. А получаемая зола (135000-140000т) может использоваться при производстве строительных материалов. Таким образом, комплекс будет включать: извлечение, сушку, гранулирование (брикетирование) шлама, сжигание его в котлах типа КС или ЦКС, получение электроэнергии и стройматериалов. Производство будет безотходным и экологически безопасным.

УДК 662.74

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА КОКСА ЗА СЧЕТ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Золотарёв И.В.,

(ЗАО «Макеевкокс», Макеевка, Украина)

Ильяшов М.А.

(группа «Энерго», Донецк, Украина)

Саранчук В.И., Збыковский Е.И., Листопад А.С., Яценко Ю.А.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Тамко В.А.

(ИнФОУ, Донецк, Украина)

Изучено влияние на прочностные показатели доменного кокса различных неорганических веществ. Разработана технология внепечной обработки кокса раствором борсодержащего неорганического вещества, более эффективного и безопасного, чем борная кислота. Результаты исследований могут быть использованы на коксохимических заводах для получения доменного кокса, соответствующего международным стандартам качества по показателям $CSR \geq 55\%$ и $CRI \leq 30\%$.

В настоящее время одним из основных требований предъявляемых к качеству доменного кокса, является прочность кокса после реакции (CSR), которая непосредственно связана с индексом реактивности кокса (CRI). Эти показатели качества доменного кокса учитывают требования, предъявляемые к коксу при нахождении его в доменной печи, то есть характеризуют поведение кокса при повышенных температурах и воздействии на него окислительных газов.

Проведенные ранее в ИнФОУ Национальной академии наук Украины исследования показали, что предварительная обработка шихты для коксования и отдельных углей слабыми растворами и суспензиями некоторых щелочей, солей и кислот оказывает существенное влияние на спекаемость и коксуюемость продуктов их пиролиза.

Ящичные коксования на Авдеевском коксохимическом заводе подтвердили результаты лабораторных исследований и легли в основу ряда авторских свидетельств. Совместно с французскими коллегами были проведены исследования характера взаимодействия соединений кальция с веществом угля при пиролизе.

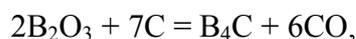
Нами высказано предположение о возможности воздействия на доменный кокс неорганическими веществами, способными при высоких температурах плавиться без разложения и испарения, растекаясь по поверхности кокса, а также проникая в поры и трещины эти вещества должны быть способны образовывать слой, устойчивый к действию окислительных газов (O_2 , CO_2 и др.) при высоких температурах.

Образованный из неорганического вещества „защитный слой” должен препятствовать свободному проникновению окислительных газов к поверхности и внутрь кусков кокса, тем самым снизить возможность протекания реакций между веществом кокса и окислительными газами. В конечном счете, это предотвратит преждевременное разрушение структуры кокса и соответственно повысит его горячую прочность, то есть показатель CSR.

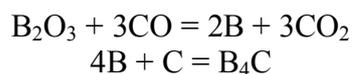
Известны различные методы внепечной обработки кокса с целью увеличения прочности и снижения реакционной способности, в частности, обработка поверхности кокса неорганическими веществами. Установлена теоретическая возможность взаимодействия углерода кокса с химическими соединениями бора, например с борной кислотой. Возможная схема химических реакций состоит из нескольких этапов:

- при нагревании борная кислота H_3BO_3 переходит в метаборную кислоту HBO_2 , а затем в борный ангидрид B_2O_3 ;
- восстановление борного ангидрида углеродом до карбида бора B_4C .

Однако, равновесная температура образования карбида бора по суммарной реакции:



или



при условии $P_{\text{CO}} = 1$ атм. – около 1400°C .

Карбиды бора сочетают в себе великолепные физико-механические свойства и устойчивы к химическому воздействию при высоких температурах.

Исходя из вышеизложенного, можно заключить, что присутствие бора в доменном коксе не будет ухудшать качество чугуна и стали.

Проведена серия опытов по обработке рядового кокса, отобранного на Макеевском коксохимическом заводе. Обработка кокса осуществляется растворами борной кислоты 5-10% концентрации при температурах $80-90^\circ\text{C}$. Эффективность обработки определялась копровым методом, по методу Грязнова и по методике Nippon Steel (индекс реакционной способности CRI и прочности кокса после реакции с CO в горячем состоянии- CRS).

Проведенные исследования показали, что обработка кокса раствором борной кислотой способствует улучшению качества кокса за счет снижения индекса реактивности и роста его прочности. Показатель CRI после обработки снижается с 38,3 до 34,9%, а прочность кокса после реакции возрастает с 42,3 до 47,3%. Возрастает и прочность кокса, определенная по двум указанным методикам.

Исследование поверхности кокса, обработанного борной кислотой, показали отсутствие химического взаимодействия углерода кокса с H_3BO_4 . Однако, исследование удельной поверхности кокса по методу БЭТ показали разное уменьшение данного показателя после обработки кокса борной кислотой, что является, по нашему мнению, главной причиной изменения физико-химических свойств кокса.

Кроме того, борная кислота относится к химическим веществам III класса опасности по степени воздействия на организм человека. Поэтому, к работе можно приступить только в спецодежде, обязательно пользоваться респираторами для защиты органов дыхания, постоянно следить за работой вентиляционных установок и герметичностью оборудования и коммуникаций, соблюдать правила личной гигиены.

Исходя из вышеизложенного, нами рекомендовано обрабатывать поверхность кокса другими неорганическими веществами, более эффективными и безопасными веществами, чем борная кислота.

Нами была разработана технология обработки поверхности доменного кокса водными растворами неорганических соединений бора. Данные исследований показали, что прочность кокса после реакции (CSR) увеличился на 11,2 % абс. или на 26,5 % отн. по отношению к CSR исходного кокса. Индекс реактивности (CRI) при этом снизился на 6,7 % абс. или на 17,5 % отн. При обработке доменного кокса раствором борсодержащих соединений меньших концентраций, прирост качественных показателей CSR и CRI несколько ниже. Величина этих показателей ниже и для доменного кокса, обработанного данным раствором большей концентрации.

Проведенные нами лабораторные и промышленные испытания показали, что после внепечной обработки кокса рядом химических соединений величины CSR и CRI существенно изменяются, что свидетельствует о влиянии некоторых минеральных соединений на свойства кокса при высоких температурах, имеющих место в доменных

печах. Полученные в лаборатории результаты были подтверждены при производстве нескольких партий кокса как для внутреннего использования, так и на экспорт.

Результаты исследований могут быть использованы на коксохимических заводах для получения доменного кокса, соответствующего международным стандартам качества по показателям $CSR \geq 55\%$ и $CRI \leq 30\%$.

Авторские права на данную технология закреплены патентами Украины и России. Владелец ноу-хау – ЗАО «Макеевкокс». По вопросам сотрудничества обращаться по адресу: 83062, Украина, г. Макеевка Донецкой обл., ул. Горького, 1, дирекция ЗАО «Макеевкокс».

ПРОИЗВОДСТВО ДОБАВОК К КАМЕННОУГОЛЬНОМУ ПЕКУ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНЫХ СМОЛИСТЫХ ПРОДУКТОВ КХП

Клешня Г.Г.

(ОАО «АКХЗ», Авдеевка, Украина)

Чешко Ф.Ф.

(УХИН, Харьков, Украина)

В последние десятилетия сбыт некоторых видов продукции, традиционных для отечественной коксохимии, утратил стабильность. Ярким примером может служить антраценовая фракция каменноугольной смолы (АФ). В настоящее время потребность в износостойких сортах резины значительно снизилась, что наложило свой отпечаток на ликвидность сырья для технического углерода – в т. ч. антраценовой фракции.

До недавнего времени основным способом утилизации избытка смолистых материалов коксохимического происхождения было производство дорожных вяжущих материалов – дегтей, тяжелых смол и др. Однако, в последнее время ужесточение экологических требований существенно затруднило реализацию дорожных вяжущих на каменноугольной основе.

В настоящее время утилизация вторичных смолоподобных продуктов КХП осуществляется, главным образом, путем их подачи в угольную шихту, идущую на коксование. Наиболее технологичный из способов дозировки смолообразных материалов в шихту был реализован на ОАО «АКХЗ»: подача в углезагрузочный вагон посредством устройства, расположенного под угольной башней №3 коксового цеха №2. В некотором отношении этот способ выгодно отличается от подачи материалов струей прямо на слой шихты, передвигаемый транспортерной лентой. Однако, испарение утилизируемых материалов при повышенных температурах и в этом случае существенно осложняет экологическую и социальную обстановку в коксовых цехах.

Таким образом, в настоящее время существует острая необходимость поиска новых технологий утилизации вторичных смолистых материалов КХП, не сопряженных с образованием новых отходов.

Одним из направлений решения данной проблемы является разработка на основе АФ и некоторых кислых продуктов химического крыла КХП компаундов, пригодных к подаче в среднетемпературный пек (СТП), идущий на производство электродного пека и пекового кокса. Технология производства подобных компаундов разработана в ЦЗЛ ОАО «АКХЗ» совместно с УХИНОм.

Согласно этой технологии в зависимости от применения различных исходных веществ могут выпускаться два сорта добавок: САФ1 и САФ2.

САФ2 является присадкой интенсивного воздействия, позволяющей осуществлять термическую обработку СТП без использования барботажного воздуха с активным накоплением высокомолекулярных фракций. В таблице 1 представлены результаты термической обработки СТП в присутствии 2% САФ2 при температурах 280 (числитель) и 330°С (знаменатель). Проба № I – начало изотермической выдержки; №№ II – VI – через каждые 40 мин. изотермической выдержки.

Таблица 1.

Показатели	Номер пробы					
	I	II	III	IV	V	VI
Температура размягчения, °С	82/84	91/86	88/90,5	93/94	93/107	96/112
массовая доля α -фракции, %	26,5/27,8	28,2/28,4	31,2/29,9	31,1/31,0	32,9/31,2	34,1/33,3
массовая доля α_1 -фракции, %	7,6/16,2	8,0/15,4	9,2/15,6	8,9/15,3	8,3/17,1	11,5/17,6
массовая доля α_2 -фракции, %	18,9/11,6	20,2/13,0	22,0/14,3	22,2/15,7	24,6/14,1	22,6/15,7
выход летучих веществ, %	57,5/58,8	57,9/58,3	56,9/57,4	53,4/56,7	54,6/55,6	54,1/55,4

При температуре 280°С САФ2 обеспечивает более интенсивное накопление α_2 -фракции, чем при более высокой температуре (за счет менее активного образования веществ нерастворимых в хинолине). В то же время, температуру обработки пека, равную 280°С, нельзя признать оптимальной для условий ОАО «АКХЗ». Организация процесса при подобной температуре потребовала бы дополнительных мер по снижению физической температуры поступающего на переработку среднетемпературного пека. Увеличение же температуры термической обработки с участием САФ2 вызывает бурный прирост α_1 -фракции. На основании вышеизложенного данная добавка может быть рекомендована в производстве пекового кокса.

САФ1 является более мягкой присадкой, предназначенной для процесса производства электродного пека.

В таблице 2 представлены качественные показатели пека, полученного путем термической обработки СТП без доступа воздуха при температуре 360°С. Термообработка велась в присутствии 2% САФ1.

Таблица 2.

Продолжительность обработки, час	3,0
Температура размягчения, °С	92,5
Массовая доля α -фракции, %	30,5
Массовая доля α_1 -фракции, %	8,1
Выход летучих веществ, %	56,0
Массовая доля золы, %	0,25
Массовая доля серы, %	0,52

САФ1 несколько уступает некоторым методам интенсификации процессов термообработки СТП по скорости прироста температуры размягчения и в сравнении с ними способствует большему приросту (0,1-0,9%) веществ нерастворимых в хинолине. В то же время специальные исследования показали, что по интенсификации прироста веществ, нерастворимых в толуоле, САФ1 показывает заметный результат – до 9,5% в сравнении с среднетемпературным пеком и до 1,3-5,1% в сравнении с воздушным барботажем и САФ2.

Расширенные исследования химического состава и свойств пеков, полученных с применением САФ [1] показали их пригодность к использованию в качестве связующих для производства анодной массы.

Список литературы:

1. Клешня Г.Г., Чешко Ф.Ф., Питюлин И.Н., Пактер М.К. О влиянии термохимической обработки среднетемпературного пека на химический состав и структуру электродных связующих // Углекимический журнал. – 2007. - №6. С. 52-59.

ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭТАНОЛАМИНОВЫХ СЕРООЧИСТОК КОКСОВОГО ГАЗА

Комиссарова О.В., Гребенюк А.Ф.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Дается обоснование необходимости замены вакуум-карбонатных сероочисток коксового газа более эффективными этаноламиновыми методами. Рассмотрены проблемы проектирования этаноламиновых сероочисток и разработаны теоретические подходы к их расчету.

На большинстве коксохимических заводов Украины для очистки коксового газа от сероводорода применяется вакуум-карбонатный метод, по которому абсорбция сероводорода производится раствором соды или смеси соды и поташа. Это объясняется низкой стоимостью реагентов и сравнительно малыми капитальными и эксплуатационными затратами на очистку газа. Основным недостатком этого метода является низкая степень очистки газа от сероводорода, составляя 80-85% в зависимости от режима работы и состояния оборудования.

При содержании сероводорода в прямом газе 16-18 г/м³ потери его с обратным газом при очистке вакуум-карбонатным методом достигают 2,5-3,5 г/м³ и более, тогда как в соответствии с действующими требованиями экологии они не должны превышать 0,5 г/м³. Такой уровень потерь сероводорода при этом методе может быть достигнут только при осуществлении двухступенчатой очистки газа, реализация которой требует почти двукратного увеличения капитальных и эксплуатационных затрат.

Существенным недостатком вакуум-карбонатного метода сероочистки являются: необходимость проведения процесса регенерации поглотительного раствора под вакуумом 620-640 мм. рт. ст., что связано с увеличением размеров регенератора и другого оборудования, расходов металла и электроэнергии, а также большое количество трудноутилизуемых жидких отходов.

Одним из наиболее эффективных абсорбционных методов очистки газов от кислых соединений являются этаноламиновые методы, позволяющие снизить содержание сероводорода в газе до 0,1 г/м³ и менее при одноступенчатой очистке. Эти методы получили широкое распространение в технологической переработке природных и нефтяных газов.

Единственный цех по очистке коксового газа от сероводорода раствором моноэтаноламина был введен в эксплуатацию в 1959 г. на Днепродзержинском КХЗ [1]. При двухступенчатой очистке остаточное содержание сероводорода в газе составляло 0,005 г/м³. После реконструкции цеха, начатой в 1988 г., очистка газа производилась по одноступенчатой схеме с остаточным содержанием сероводорода менее 0,5 г/м³.

В настоящее время на некоторых коксохимических заводах ведется проектирование и начато строительство новых цехов моноэтаноламиновой сероочистки.

Проектирование новых и реконструкция действующих установок для очистки газов от вредных примесей требует разработки теоретически обоснованных методов расчетов технологических процессов, лежащих в основе проекта. Между тем, теоретические основы расчетов этаноламиновых методов очистки газов разработаны недостаточно, поэтому их проектирование производится с помощью упрощенных зависимостей и диаграмм, основанных на практических данных о работе промышленных установок.

Одна из немногих попыток разработки теоретически обоснованной методики расчета процесса очистки природного газа от сероводорода и диоксида углерода водным раствором моноэтаноламина представлена в справочном пособии [2]. Однако анализ изложенных в этой работе трактовок выражений констант равновесия химических реакций, протекающих в растворе, подходов к определению равновесных степеней превращения компонентов газа и раствора, к составлению материального и теплового балансов процесса абсорбции свидетельствует о теоретической несостоятельности предложенной методики расчетов. Можно назвать следующие ошибки.

В основу расчетов положены стехиометрические уравнения химических реакций поглощения кислых компонентов раствором моноэтаноламина:



где R – группа $\text{OHCH}_2\text{CH}_2-$.

Для определения степени превращения сероводорода и диоксида углерода по этим реакциям используются выражения констант равновесия, которые с учетом давления в аппарате и протекания реакций в растворе представлены в следующем виде:

$$k_1 = \frac{[\text{RNH}_2]^2 [\text{CO}_2] [\text{H}_2\text{O}]}{[(\text{RNH}_3)_2\text{CO}_3]} \left(\frac{10,2\pi}{\sum n_{i1}} \right)^{\Delta n_1} \quad (5)$$

$$k_2 = \frac{[(\text{RNH}_3)_2\text{CO}_3] [\text{CO}_2] [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{RNH}_3\text{HCO}_3]^2} \left(\frac{10,2\pi}{\sum n_{i2}} \right)^{\Delta n_2} \quad (6)$$

$$k_3 = \frac{[\text{RNH}_2]^2 [\text{H}_2\text{S}]}{[(\text{RNH}_3)_2\text{S}]} \left(\frac{10,2\pi}{\sum n_{i3}} \right)^{\Delta n_3} \quad (7)$$

$$k_4 = \frac{[(\text{RNH}_3)_2\text{S}] [\text{H}_2\text{S}]}{[\text{RNH}_3\text{HS}]^2} \left(\frac{10,2\pi}{\sum n_{i4}} \right)^{\Delta n_4}, \quad (8)$$

где π – давление в аппарате; $\sum n_i$ – общее число молей реагирующей смеси; Δn – разность чисел молей продуктов и исходных реагентов в реакциях (1)-(4).

Следует, однако, подчеркнуть, что эти выражения справедливы для реакций, протекающих в газовой фазе, и неприемлемы для расчета реакций, протекающих в растворе.

Для определения степени превращения по каждой реакции состав исходной смеси принимается равным стехиометрическому, тогда как следует брать фактический состав исходной реакционной смеси. Кроме того, степень превращения по каждой реакции определяется независимо одна от другой, когда задача должна решаться путем совместного рассмотрения четырех уравнений. Более того, такое решение справедливо только для замкнутой системы, а также при проточном движении фаз в открытой системе. При противоточном движении газа и жидкости в абсорберах исходная смесь в каждом сечении имеет различный состав, и поэтому такое решение лишено всякого смысла.

В результате неправильного расчета, основанного на вышеуказанных формулах, определено, что в насыщенном растворе доля химически связанного диоксида углерода составляет 0,5%, а доля сероводорода – 3%. Остальная масса этих кислых компонентов находится в растворе в свободном состоянии. Возникает вопрос: зачем тогда применять этаноламин, если он не связывает поглощенные кислые газы.

Методика составления теплового баланса абсорбера неоправданно усложнена и содержит ряд серьезных ошибок. Например, энтальпия газообразных смесей определяется по эмпирическим формулам для каждого компонента по отношению к 0°K:

$$H_1^{(0)} = A \frac{T}{100} + B \left(\frac{T}{100}\right)^2 + C \left(\frac{T}{100}\right)^3 + D \left(\frac{100}{T}\right), \quad (9)$$

где А, В, С, D – коэффициенты, Т – температура, К.

А для растворов – по отношению к 0°С в соответствии с общепринятой практикой термодинамических расчетов:

$$H_p = C_p \cdot t, \quad (10)$$

где C_p – удельная теплоемкость раствора, кДж/(кг·°С), t – температура, °С.

Такой подход к составлению теплового баланса является недопустимым с теоретической точки зрения, так как при переходе значительного количества компонентов из одной фазы в другую он приведет к серьезным ошибкам в расчетах.

С нашей точки зрения для составления материального баланса процесса, оценки движущей силы массопереноса и определения размеров абсорбера, равновесие в системе газ - сероводород – диоксид углерода – раствор этаноламина должно быть представлено в виде зависимостей между концентрацией этих компонентов в растворе и равновесным давлением их в газовой фазе.

Для удобства расчетов состав раствора должен определяться общей концентрацией сероводорода или диоксида углерода в нем. Пренебрегая концентрацией свободного сероводорода или диоксида углерода в растворе из-за низкой физической растворимости их в воде, общая концентрация сероводорода в растворе C_{H_2S} может быть представлена как сумма концентраций сероводорода H_2S , связанного в виде $(RNH_3)_2S$ и RNH_3HS , а общая концентрация диоксида углерода C_{CO_2} как сумма концентраций CO_2 , связанного в виде $(RNH_3)_2CO_3$ и RNH_3HCO_3 .

При этом уравнения равновесия в рассматриваемой системе могут быть представлены в виде:

$$P^*_{H_2S} = f_1(C_{H_2S}) \text{ и } P^*_{CO_2} = f_2(C_{CO_2}). \quad (11)$$

Конкретный вид этих зависимостей может быть определен путем совместного решения уравнений равновесия химических реакций, протекающих в растворе, и уравнений рабочих линий процесса абсорбции по разработанной нами методике.

Список литературы:

1. Янгицкий В.В., Чудненко А.П. Моноэтаноламиновая сероочистка коксового газа// Кокс и химия. 2002.- №7.-с.16-18.
2. Кузнецов А.А., Судаков Е.Н. Расчеты основных процессов и аппаратов переработки углеводородных газов: Справочное пособие. - М.: Химия, 1983. – 223 с.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ЭТАНОЛАМИНОВОЙ СЕРООЧИСТКИ КОКСОВОГО ГАЗА

Комиссарова О.В., Гребенюк А.Ф.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Приведены выражения констант равновесия химических реакций, протекающих при абсорбции диоксида углерода и сероводорода растворами этаноламинов, с помощью которых определяются равновесные давления диоксида углерода и сероводорода в газе при заданных значениях концентраций этаноламина, диоксида углерода и сероводорода в растворе.

Суть методики заключается в том, что при заданных значениях концентрации диоксида углерода C_{CO_2} и сероводорода C_{H_2S} в поглотительном растворе определяются

значения парциальных давлений этих компонентов в очищаемом газе при равновесии путем совместного решения уравнений равновесия реакций, протекающих в растворе:

$$k_1 = \frac{C_{(RNH_3)_2CO_3}}{C_{RNH_2}^2 \cdot P_{CO_2} \cdot C_{H_2O}} = e^{-\frac{\Delta G^0_1}{RT}} \quad (1)$$

$$k_2 = \frac{C_{RNH_3HCO_3}^2}{C_{(RNH_3)_2CO_3} \cdot P_{CO_2} \cdot C_{H_2O}} = e^{-\frac{\Delta G^0_2}{RT}} \quad (2)$$

$$k_3 = \frac{C_{(RNH_3)_2S}}{C_{RNH_2}^2 \cdot P_{H_2S}} = e^{-\frac{\Delta G^0_3}{RT}} \quad (3)$$

$$k_4 = \frac{C_{RNH_3HS}^2}{C_{(RNH_3)_2S} \cdot P_{H_2S}} = e^{-\frac{\Delta G^0_4}{RT}}, \quad (4)$$

где $C_{(RNH_3)_2CO_3}$, $C_{RNH_3HCO_3}$, $C_{(RNH_3)_2S}$, C_{RNH_3HS} , C_{RNH_2} - мольные концентрации соответствующих соединений в растворе при равновесии, кмоль/м³;

ΔG^0_1 , ΔG^0_2 , ΔG^0_3 , ΔG^0_4 - изменение стандартного изобарного потенциала при протекании указанных выше реакций.

Пренебрегая концентрацией свободного диоксида углерода в растворе, общую концентрацию его в растворе можно представить как сумму концентраций карбоната и гидрокарбоната этаноламина:

$$C_{CO_2} = C_{(RNH_3)_2CO_3} + C_{RNH_3HCO_3} \quad (5)$$

Аналогично общая концентрация сероводорода в растворе может быть представлена в виде:

$$C_{H_2S} = C_{(RNH_3)_2S} + C_{RNH_3HS} \quad (6)$$

Для решения системы уравнений (1), (2), (3), (4) выразим концентрации $(RNH_3)_2CO_3$, RNH_3HCO_3 , $(RNH_3)_2S$ и RNH_3HS через общие концентрации диоксида углерода и сероводорода в растворе:

$$C_{(RNH_3)_2CO_3} = C_{CO_2} \cdot y \quad (7)$$

$$C_{RNH_3HCO_3} = C_{CO_2} \cdot (1 - y) \quad (8)$$

$$C_{(RNH_3)_2S} = C_{H_2S} \cdot x \quad (9)$$

$$C_{RNH_3HS} = C_{H_2S} \cdot (1 - x), \quad (10)$$

где y – доля диоксида углерода в растворе, связанного в виде $(RNH_3)_2CO_3$;

x - доля сероводорода в растворе, связанного в виде $(RNH_3)_2S$.

Концентрация свободного этаноламина в растворе при равновесии может быть представлена в виде:

$$C_{RNH_2} = C^0_{RNH_2} - 2 \cdot C_{CO_2} \cdot y - C_{CO_2} \cdot (1 - y) - 2 \cdot C_{H_2S} \cdot x - C_{H_2S} \cdot (1 - x) \quad (11)$$

или

$$C_{\text{RNH}_2} = C_{\text{RNH}_2}^0 - C_{\text{CO}_2} \cdot (y + 1) - C_{\text{H}_2\text{S}} \cdot (x + 1), \quad (12)$$

где $C_{\text{RNH}_2}^0$ - начальная концентрация этаноламина в растворе, подаваемого в абсорбер.

Тогда уравнения (1), (2), (3), (4) принимают вид:

$$k_1 = \frac{C_{\text{CO}_2} \cdot y}{\left[C_{\text{RNH}_2}^0 - C_{\text{CO}_2} \cdot (y + 1) - C_{\text{H}_2\text{S}} \cdot (x + 1) \right]^2 \cdot P_{\text{CO}_2} \cdot C_{\text{H}_2\text{O}}} \quad (13)$$

$$k_2 = \frac{\left[C_{\text{CO}_2} \cdot (1 - y) \right]^2}{C_{\text{CO}_2} \cdot y \cdot P_{\text{CO}_2} \cdot C_{\text{H}_2\text{O}}} \quad (14)$$

$$k_3 = \frac{C_{\text{H}_2\text{S}} \cdot x}{\left[C_{\text{RNH}_2}^0 - C_{\text{CO}_2} \cdot (y + 1) - C_{\text{H}_2\text{S}} \cdot (x + 1) \right]^2 \cdot P_{\text{H}_2\text{S}}} \quad (15)$$

$$k_4 = \frac{\left[C_{\text{H}_2\text{S}} \cdot (1 - x) \right]^2}{C_{\text{H}_2\text{S}} \cdot x \cdot P_{\text{H}_2\text{S}}}. \quad (16)$$

Решая совместно уравнения (13), (14), (15), (16) при известных значениях констант равновесия k_1 , k_2 , k_3 , k_4 и заданных значениях $C_{\text{RNH}_2}^0$, C_{CO_2} , $C_{\text{H}_2\text{S}}$, определяют значения x , y , $P_{\text{H}_2\text{S}}$ и P_{CO_2} .

Результаты расчетов представляют в виде графиков $P_{\text{CO}_2} - C_{\text{CO}_2}$ и $P_{\text{H}_2\text{S}} - C_{\text{H}_2\text{S}}$ или в виде эмпирических зависимостей $P_{\text{CO}_2} = f_1(C_{\text{CO}_2})$, $P_{\text{H}_2\text{S}} = f_2(C_{\text{H}_2\text{S}})$.

Соотношения между принимаемыми значениями C_{CO_2} и $C_{\text{H}_2\text{S}}$ не могут быть произвольными, так как они определяются уравнениями рабочих линий процессов абсорбции диоксида углерода и сероводорода. В соответствии с приведенной на рис. 1 схеме эти уравнения могут быть представлены в виде:

$$\frac{V_r}{22,4} \cdot (y_{\text{ICO}_2} - y_{\text{1CO}_2}) = V_p \cdot (C_{\text{ICO}_2} - C_{\text{1CO}_2}),$$

$$\frac{V_r}{22,4} \cdot (y_{\text{iH}_2\text{S}} - y_{\text{1H}_2\text{S}}) = V_p \cdot (C_{\text{iH}_2\text{S}} - C_{\text{1H}_2\text{S}}),$$

где V_r - расход газа, $\text{нм}^3/\text{час}$;

y_{ICO_2} , $y_{\text{iH}_2\text{S}}$ - концентрация диоксида углерода и сероводорода в газе, $\text{кмоль}/\text{кмоль нм}^3$ газа;

V_p - расход раствора, $\text{м}^3/\text{час}$;

C_{ICO_2} , $C_{\text{iH}_2\text{S}}$ - концентрация диоксида углерода и сероводорода в растворе, $\text{кмоль}/\text{м}^3$.

Задаваясь различными значениями y_{ICO_2} и $y_{\text{iH}_2\text{S}}$ в интервале концентраций от y_1 до y_n , определяют значения концентраций C_{ICO_2} и $C_{\text{iH}_2\text{S}}$ в различных сечениях абсорбера. Для

получения значений C_{CO_2} и $C_{\text{H}_2\text{S}}$ определяют равновесные давления диоксида углерода и сероводорода в очищаемом газе по рассмотренной методике.

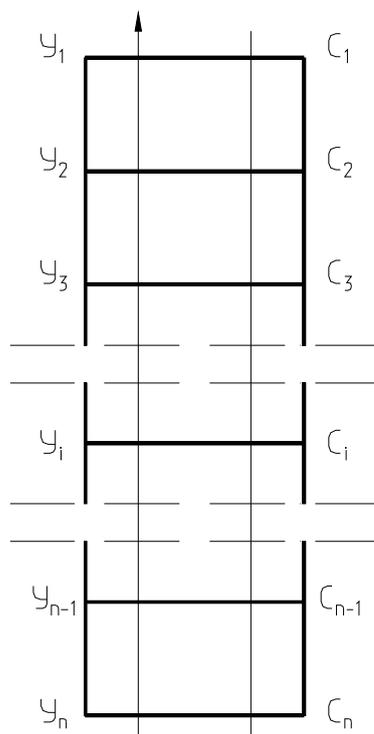


Рисунок 1 – Схема распределения рабочих концентраций CO_2 и H_2S в газе и растворе по высоте абсорбера

Список литературы

1. Литвиненко М.С. Очистка коксового газа от сероводорода. Харьков: Metallurgizdat, 1959. – 307с.
2. Касаткин А.Т. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия, 1973. - 750с.

УДК 541.123

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТ РАСТВОРЕНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В ОРГАНИЧЕСКИХ АБСОРБЕНТАХ ПО ДАННЫМ О РАСТВОРИМОСТИ

Нифантова Л.С., Матвиенко В.Г.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Экспериментально исследована растворимость диоксида углерода в осушителе природного газа – диэтиленгликоле при температурах 0, 10, 20, 30, 40, 50 °С и повышенных давлениях. Определены теплоты растворения диоксида углерода в толуоле, метилэтилкетоне, этилацетате, γ -бутиролактоне, N-метилпирролидоне, пропиленкарбонате, диэтиленгликоле по данным о растворимости.

Поскольку природный газ является основным источником сырья для многих отраслей промышленности (химической, энергетической) и различных технологических процессов, его добыча в мире неуклонно возрастает. Поэтому увеличение добычи природного газа, а также его очистка от нежелательных компонентов (сероводорода, меркоптанов, влаги, и в том числе от диоксида углерода) является актуальным вопросом.

При высоких парциальных давлениях диоксида углерода в очищаемом газе целесообразно использовать органические абсорбенты, которые растворяют этот компонент без химического взаимодействия с ним. Такие абсорбенты выгодны тем, что их емкость

возрастает с ростом давления, а регенерация от поглощенного компонента происходит путем понижения давления.

Для расчета технологического процесса и при проектировании установок очистки и регенерации требуются данные по растворимости диоксида углерода в органических абсорбентах. Эти же данные используются для определения термодинамических характеристик компонентов получаемых растворов.

Нами экспериментально исследована растворимость диоксида углерода в диэтиленгликоле при температурах 0 – 50 °С во всем интервале составов насыщенной жидкой фазы. В этой системе (изотермы растворимости приведены на рис.1) наблюдается расслоение жидкой фазы при температурах ниже критической температуры диоксида углерода. Давление, соответствующее появлению второй жидкой фазы, отвечает давлению насыщенного пара над жидким диоксидом углерода при данной температуре. Этот факт, а также то, что при критической температуре диоксида углерода (+ 31,04 °С) между газообразным CO₂ и второй жидкой фазой наблюдаются критические явления, свидетельствуют о том, что эта фаза является чистым жидким диоксидом углерода.

На основе ранее предложенного нами метода расчета дифференциальных молярных теплот растворения летучего компонента в малолетучих абсорбентах по данным о растворимости и объемному поведению равновесной жидкой фазы [1] были рассчитаны теплоты растворения диоксида углерода в таких органических абсорбентах как толуол, метилэтилкетон, этилацетат, γ -бутиролактон, N-метилпирролидон, пропиленкарбонат, диэтиленгликоль для разной концентрации растворов. Предложенное уравнение учитывает отклонение поведения газовой фазы от идеальной и изменение объема летучего компонента при переходе из газовой фазы в жидкую.

P – x данные двухкомпонентных систем диоксид углерода – толуол, диоксид углерода – метилэтилкетон, диоксид углерода – этилацетат взяты из [2], диоксид углерода – N-метилпирролидон из [3], диоксид углерода – пропиленкарбонат из [4], диоксид углерода – γ -бутиролактон из [5]. Свойства газообразного CO₂ были взяты из [6].

Результаты расчетов показаны на рис. 2-8.

Следует отметить, что общим для всех систем является то, что теплота растворения диоксида углерода в бесконечно разбавленном растворе не зависит от температуры (все кривые сходятся в одной точке), а при максимальной концентрации диоксида углерода в жидкой фазе (в системах без расслоения X = 1) совпадает с теплотой конденсации диоксида углерода при этой же температуре.

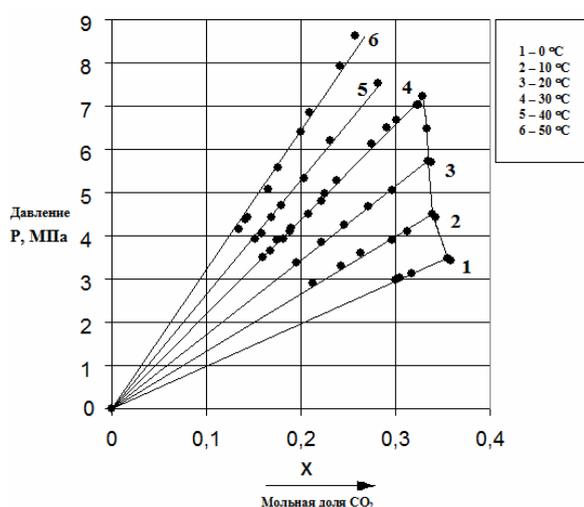


Рисунок 1 – Зависимость растворимости диоксида углерода в диэтиленгликоле от давления при температурах 0 – 50 °С

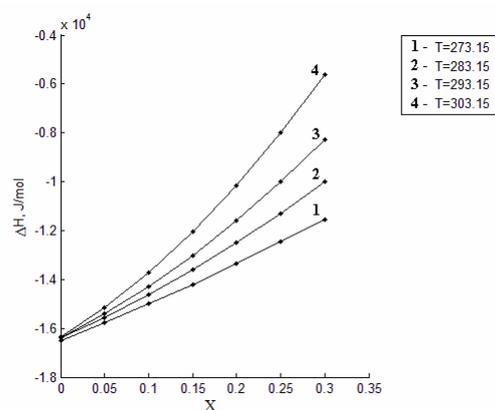


Рисунок 2 – Зависимость дифференциальной молярной теплоты растворения диоксида углерода от мольной доли его в растворе диэтиленгликоль – диоксид углерода

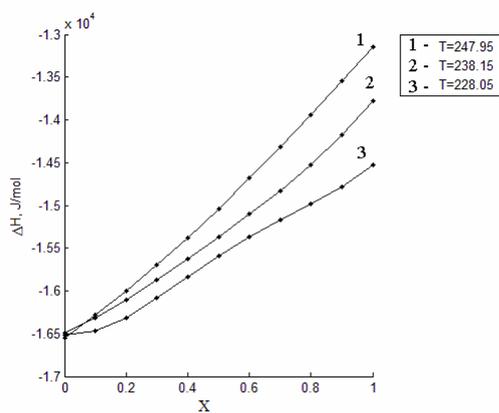


Рисунок 3 – Зависимость дифференциальной молярной теплоты растворения диоксида углерода от мольной доли его в растворе этилацетат – диоксид углерода

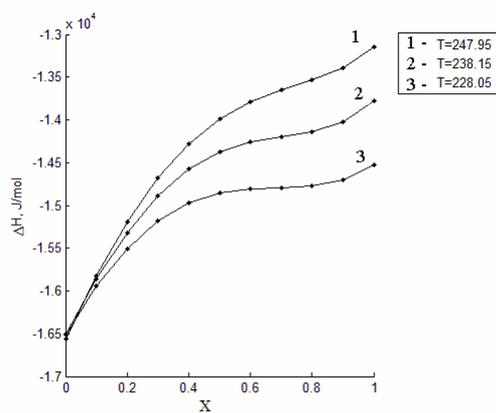


Рисунок 5 – Зависимость дифференциальной молярной теплоты растворения диоксида углерода от мольной доли его в растворе толуол – диоксид углерода

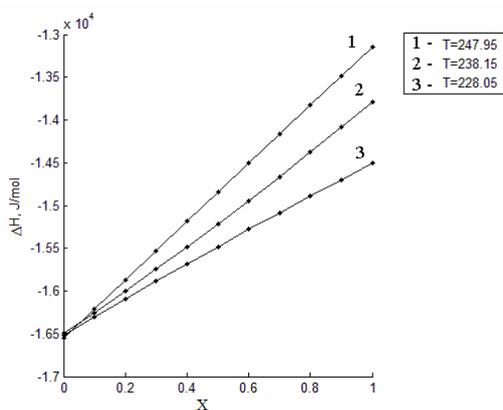


Рисунок 4 – Зависимость дифференциальной молярной теплоты растворения диоксида углерода от мольной доли его в растворе метилэтилкетон – диоксид углерода

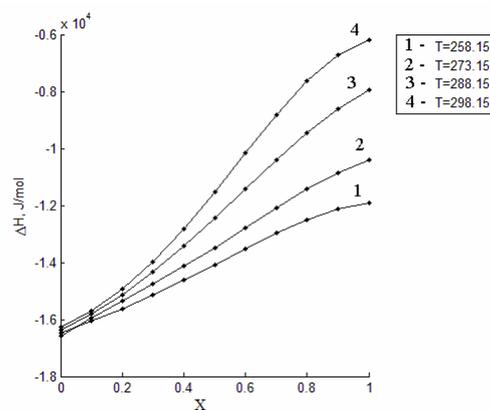


Рисунок 6 – Зависимость дифференциальной молярной теплоты растворения диоксида углерода от мольной доли его в растворе N-метилпирролидон – диоксид углерода

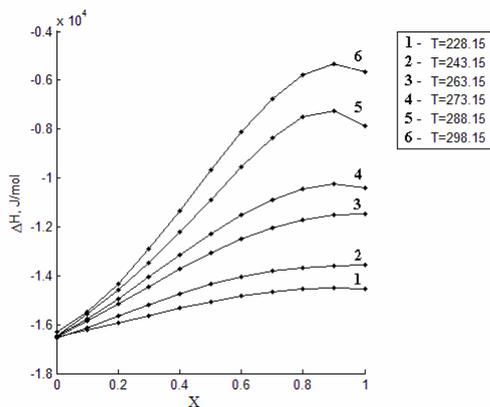


Рисунок 7 – Зависимость дифференциальной молярной теплоты растворения диоксида углерода от мольной доли его в растворе пропиленкарбонат – диоксид углерода

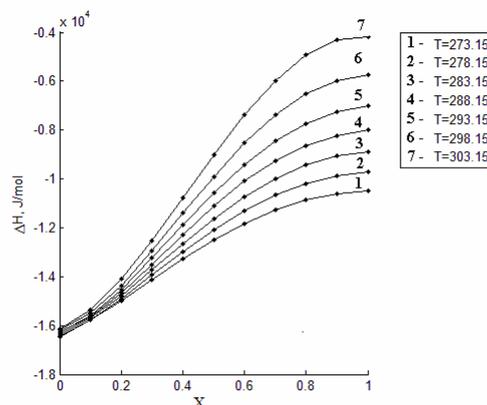


Рисунок 8 – Зависимость дифференциальной молярной теплоты растворения диоксида углерода от мольной доли его в растворе γ -бутиролактон – диоксид углерода

Полученные значения дифференциальных молярных теплот растворения диоксида углерода в органических абсорбентах могут быть использованы в тепловых расчетах установок абсорбции этого компонента и при анализе эффективности их работы. На основе этих данных можно проводить расчет теплот смешения жидкого диоксида углерода с абсорбентами.

Список литературы:

1. В.Г. Матвиенко, Н.Л. Ярым-Агаев, Е.В. Куковинец, Л.С. Нифантова «Определение термодинамических характеристик компонентов в бинарных двухфазных системах с газовой фазой чистого компонента при повышенных давлениях // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: хімія і хімічна технологія. Випуск 119 (9). Донецьк - 2007. С. 44 – 54.
2. Шендерей Е.Р., Зельвенский Я.Д., Ивановский Ф.П. Растворимость двуокиси углерода в метилэтилкетоне, этилацетате и толуоле под давлением при низкой температуре, Хим. пром., № 5, 1960 – С. 370-374.
3. Зубченко Ю.П., Шахова С.Ф., Ладыгина О.П. Растворимость двуокиси углерода в N-метилпирролидоне под давлением, Хим. пром., № 9, 1985 – С. 535-536.
4. Зубченко Ю.П., Шахова С.Ф., Дин Вэй, Тительман Л.И., Каплан Л.К. Фазовые равновесия и объемные соотношения в системе пропиленкарбонат – двуокись углерода, Хим. пром., № 9, 1971 – С. 2044-2047.
5. В.Г. Матвиенко, Н.Л. Ярым-Агаев Равновесие жидкость-пар и объемные свойства жидкой фазы в системе γ -бутиролактон – диоксид углерода при повышенных давлениях, Журнал прикладной химии, вып. 7, Т. 72, 1999 – С. 1085 – 1089.
6. Алтуний В.В. Теплофизические свойства двуокиси углерода. - М.: Из-во стандартов, 1975 – 552с.

УДК 54-127:551.251.552.57

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ РАЗНОВОССТАНОВЛЕННЫХ СПЕКАЮЩИХСЯ УГЛЕЙ

Сафин В.А., Бутузова Л.Ф.
(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Янева Н.

(Институт органической химии с центром фитохимии БАН, София)

Показано, что способность органической массы углей к трансформации при термической деструкции определяется не только стадией их метаморфизма, но и генетическим типом по восстановленности. Представлены результаты сравнительного исследования пиролиза разновосстановленных спекающихся углей методом термической фильтрации.

Твердые горючие ископаемые широко используются в хозяйственной деятельности человека на протяжении нескольких столетий. Наиболее востребованным ТГИ является уголь, который был и остаётся основным сырьем в современном энергетическом и металлургическом комплексах Украины.

Разведанные запасы ископаемых углей Украины составляют около 35 млрд. тонн, из них 97,6% приходятся на Донецкий бассейн. Большинство донецких углей, однако, практически не разрабатываются т.к. они принадлежат к восстановленному генетическому типу. Такие угли, богатые золой и серой, не отвечают европейским стандартам и используются крайне нерационально: для производства электроэнергии. Одна из причин, которая мешает использованию восстановленных углей для производства из них кокса, а также ценных органических веществ – недостаточная изученность их структуры и свойств.

Настоящее исследование структуры и свойств разновосстановленных спекающихся углей в пластическом состоянии проводилось с целью определения влияния генетического типа по восстановленности на термическую деструкцию их органической массы (ОМ). Объектами исследования служили 2 пары жирных углей Донецкого бассейна разного типа по восстановленности (*a* и *в*), которые при равной степени метаморфизма отличались содержанием водорода и гетероатомов.

Термическую деструкцию проводили методом термофильтрации, используя центрифугу ХПИ [1]. В результате получили парогазовые продукты (Γ^r), жидкие нелетучие продукты (ЖНП) – \mathcal{J}^r и твердый надсеточный остаток (Γ^r) (табл. 1). ЖНП анализировали химическими методами (экстракция, жидкостная хроматография), газо-хромато-масс-спектроскопическим методом (ГХ-МС); нерастворимую часть (НЧ) – с помощью ИК-спектроскопии с преобразованием Фурье.

Анализ выхода продуктов деструкции показывает, что, как и толщина пластического слоя, содержание ЖНП в углях типа *в* значительно больше.

Таблица 1. Выход продуктов, полученных в центрифуге ХПИ

Шахта, пласт	Тип	\mathcal{J}^r , %	Γ^r , %	Γ^r , %
Гагарина, m^3	<i>a</i>	21.1	20.8	57.6
Засядько, l_4	<i>a</i>	16.7	24.4	58.9
Гагарина, m^0_4	<i>в</i>	40.2	22.2	37.6
Засядько, k_8	<i>в</i>	41.4	18.1	40.8

Разница в количестве ЖНП компенсируется за счет увеличения массы надсеточного остатка, тогда как выход газообразных продуктов деструкции практически одинаков для всех исследованных углей.

Полученные ЖНП были проэкстрагированны по методу Греффе, последовательно гексаном, бензолом и ацетоном до обесцвечивания свежеприлитого растворителя. Далее экстракты разделялись по методу, который был предложен Русчевым [2].

Результаты экстракции ЖНП по Греффе представлены в табл. 2., из которой видно, что масса всех извлечённых экстрактов из ЖНП слабовосстановленных углей в 2 раза выше, чем для их изометаморфных пар.

Таблица 2. Структурно групповой состав ЖНП (мас. % на беззольное вещество).

Уголь, пласт	Нейтральные масла	Карбоновые кислоты	Фенолы	Органические основания	Бензольный экстракт	Ацетоновый экстракт	∑ растворим.
Гагарино m ₃	8,52	0,02	3,87	0,76	11,08	1,11	25,36
Засядько l ₄	7,13	0,19	1,40	0,27	9,30	1,87	20,16
Гагарино m ₄ ⁰	4,02	0,07	1,26	0,28	6,17	2,27	14,07
Засядько k ₈	3,10	0,23	0,57	0,34	4,51	1,50	10,25

Таким образом, ЖНП, полученные из жирных малосернистых углей, содержат больше низкомолекулярных продуктов и обладают лучшей подвижностью по отношению к твёрдой фазе.

Анализ нейтральных масел методом ГХ-МС выявил более 80 соединений преимущественно ароматического характера. Нейтральные масла ЖНП сернистых углей содержат большее количество алканов. Углеводороды содержат 29-31 углеродный атом в цепи. Это подтверждает данные ИК-спектроскопии о наличии в восстановленных углях большого количества длинных углеводородных цепей [3].

ИК-спектры нерастворимой части ЖНП одинаковы для разных углей одного и того же генетического типа, но резко отличаются при сравнении НЧ разновосстановленных углей (рис 1.). Спектры НЧ ЖНП углей типа *в* по виду и интенсивности основных полос поглощения незначительно отличаются от ИК-спектров исходных углей, в то время как ОМ угля типа *а* подвергается значительной деструкции при нагревании. Об этом свидетельствует отсутствие поглощения, характерного для алифатических участков макромолекулы угля, и поглощения –ОН-групп, связанных водородными связями.

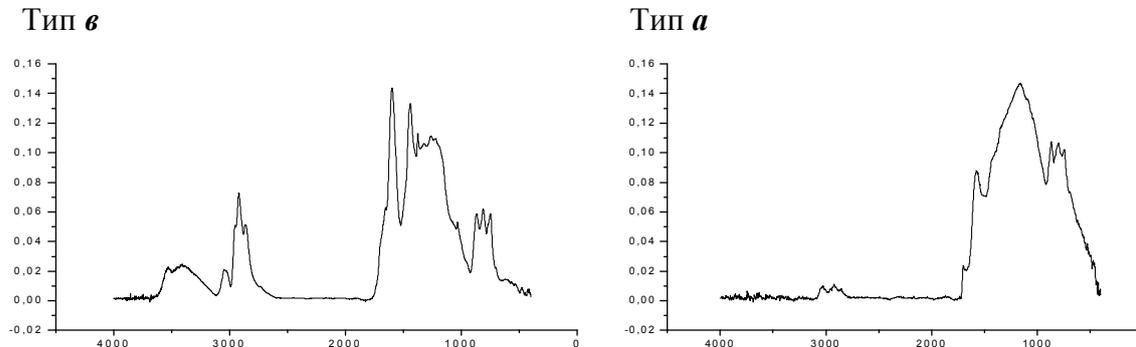


Рисунок 1. ИК-спектры нерастворимой части ЖНП.

Проведенный ранее пиролиз в реторте Фишера указывает на худшую спекаемость восстановленных жирных углей, несмотря на большую толщину пластического слоя. Этот факт можно также объяснить большей термической устойчивостью ОМ углей типа *в*. Полученные ЖНП содержат больше низкомолекулярных продуктов деструкции, как в растворимой, так и в нерастворимой части, которые обладают лучшей подвижностью и реакционной способностью по отношению к твёрдой фазе (надсеточному остатку). Органическая масса слабовосстановленных углей претерпевает значительно более сильные изменения при нагреве, образуя больше свободных радикалов. Последние, в свою очередь, активно сшивают ОМУ, и поэтому при пиролизе по Фишеру слабовосстановленные угли образуют более спеченный мелкопористый королек по сравнению с изометаморфными восстановленными углями.

Список литературы:

1. Бирюков Ю.В. Термическая деструкция спекающихся углей – М.:Металлургия. - 1980. - 120с.
2. Русчев Д., Бежарова Е., Шопов Г. Руководство за лабораторни упражнения по химия и технология на твърди горива и коксохимического производство. – София: БАН. – 1969. – 552 с.

УДК 614.8

ПРОБЛЕМА ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В СВЕТЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА КАМЕННОУГОЛЬНОГО ПРОПИТОЧНОГО ПЕКА

Н.П. Скрипченко

(ОАО «АКХЗ», Авдеевка, Украина)

Требования, предъявляемые к пеку для пропитки графитированных изделий, жестко ограничивают массовую долю веществ, нерастворимых в хинолине (α_1 -фракция). Величина этого показателя не должна превышать 3,0 %. Так как для каменноугольной смолы – сырья получения пека, в т.ч. пропиточного, массовая доля α_1 -фракция превышает эту величину, иногда значительно, в технологический процесс его производства закладывается передел (узел) предварительной подготовки смолы. Для этой цели обычно предлагается использовать механические (физические) методы очистки сырья – центрифугирование или фильтрование.

К основным недостаткам этих методов следует отнести, во первых, необходимость применения соответствующего, дорогостоящего оборудования – центрифуг или фильтров, работающих под избыточным давлением. И если проблема с применением центрифуг непрерывного действия, в принципе, решается – есть машины отечественного и зарубежного производства. То фильтрация смолы в непрерывном процессе практически трудноразрешимая, экспериментальные работы проводились, в основном, на аппаратах периодического действия с использованием в качестве фильтрующего слоя коксовой мелочи.

Во-вторых, что, по нашему мнению, является определяющим - физические методы очистки требует дополнительных решений по утилизации отделяемого осадка (отходы процессов), т.е. фусов – зольных примесей и веществ, нерастворимых в хинолине с определенным количеством высококипящих компонентов исходной смолы. В случае использования фильтрации проблема усложняется необходимостью утилизировать фильтрующий материал, что увеличивает объемы образования отходов. Подача их в угольную шихту коксования требует специальных дозирующих и смесительных устройств. Транспортировка отходов очистки и выгрузка их в расходные емкости связаны с загрязнением воздушного бассейна, то же самое отмечается на трактах шихтоподачи и при загрузке шихты в загрузочные вагоны и коксовые камеры.

Поэтому нам представляется, что разрабатываемый нами процесс предварительной очистки смолы методом экстракции с целью получения пропиточного пека лишен указанных выше негативных моментов. Суть его заключается в следующем:

- обработка смолы двумя растворителями различной химической природы;
- разделение смеси по плотности с концентрацией очищенного материала и балластных соединений в различных слоях (растворителях);
- регенерация растворителей, которые возвращаются в цикл процесса очистки, с получением очищенного сырья и сырья с высокой концентраций веществ, нерастворимых в хинолине;
- очищенное сырье по специальной технологии используется для получения пропиточного пека;
- «тяжелое» сырье используется в технологическом процессе получения пекового электродного кокса методом камерного коксования.

Таким образом, разрабатываемый технологический процесс не только позволит обеспечить потребителей – электродные заводы качественным пропиточным пеком, но и во многом решит проблему с утилизацией отходов и охраной окружающей среды.

К ВОПРОСУ О РЕСУРСЕ ОБРАЗОВАНИЯ ТОПЛИВНЫХ (ПРОСОСНЫХ) ОКСИДОВ АЗОТА ПРИ ОБОГРЕВЕ КОКСОВЫХ ПЕЧЕЙ

Фидчунов А. Л., Шульга И. В.

(Украинский государственный научно-исследовательский углехимический институт,
Харьков, Украина)

Кауфман С. И.

(ОАО «Авдеевский коксохимический завод», Авдеевка, Украина)

Проведен термодинамический анализ систем химических превращения азота в условиях обогревательного простенка. Проведена оценка образования оксидов азота по «топливному» механизму из азота входящего в состав летучих продуктов термической деструкции угля. Показано различие механизмов конверсии азота из азотсодержащих компонентов газа прососов и отопительного газа.

К настоящему времени нет единого мнения в вопросе о количестве оксидов азота образующихся при обогреве коксовых печей по «топливному» механизму. Согласно работам [1-4] их количество определяется ресурсами азотсодержащих соединений (NH_3 , HCN и др.) сжигаемого в простенке отопительного газа. Так, согласно [2] «весь, азот содержащийся в коксовом газе, полностью превращается в оксиды азота», а согласно [3] следует ориентироваться на «коэффициент конверсии для твердого и жидкого топлива 0,2-0,3». Поэтому, определение количества образующихся оксидов азота из азотсодержащих компонентов продуктов термической деструкции органической массы угля при обогреве коксовых печей актуально.

Содержание в обратном коксовом газе идущем на обогрев печей составляет: $\text{NH}_3 < 0,01-0,02 \text{ г/м}^3$ и $\text{HCN} \sim 0,2-0,3 \text{ г/м}^3$ [5]. При сжигании такого газа максимальное количество топливных NO_x составит $\sim 40-60 \text{ мг/м}^3$. Однако, концентрация этих компонентов в зоне организации сжигания газа (отопительный простенок) в значительной степени, по нашему мнению, зависит от прососов сырого коксового газа. В таких условиях влияющими факторами на образование NO_x являются:

- Степень герметичности стен камер коксования. Зависит от срока службы, качества эксплуатации коксовой батареи и характеризуется физическим состоянием кладки и ее загафиченностью [1].
- Газовое давление в камере коксования. Пик этого давления наблюдается в первые 1-1,5 часа и его интенсивность определяется высотой камеры и скоростью коксования. В работе [4] рассматривается взаимосвязь этих процессов с пиком образования оксидов азота в первые часы периода коксования.
- Количество азота в органической массе углей. Переход азота в летучие продукты термической деструкции углей прямо пропорционален содержанию его в исходной шихте [6].

В первую очередь рассмотрим реакции горения NH_3 и HCN . В решении задач химической кинетики особое место имеет термодинамика, согласно которой, равновесие наступает тогда, когда свободная энергия продуктов реакции становится равной свободной энергии исходных веществ. Значит, константа равновесия – величина, определяющая предел изменения химической системы при заданных условиях протекания реакции. Связанная с ней величина – термодинамический потенциал, то есть изменение свободной энергии или энергии Гиббса ΔG , величина которого показывает меру реакционной способности взаимодействующих компонентов, а знак – направленность данного процесса. Таким образом, рассмотрение термодинамических характеристик химических горения при

температурных условиях отопительного простенка позволит получить результаты вероятности протекания рассматриваемых реакций без глубокого исследования механизма этих процессов. Исходные данные и порядок расчета проводился согласно монографии [7], а результаты приведены в таблице.

Таблица 1.

Термодинамический потенциал ΔG и константа равновесия $\lg K_p$ основных реакций окисления при обогреве коксовых печей

Реакции с азотом	ΔG^0 Дж/моль	$\lg K_p$
$\text{NH}_3 + \frac{5}{4} \text{O}_2 = \text{NO} + \frac{3}{2} \text{H}_2\text{O}$	-347654	37,98672
$\text{NH}_3 + \frac{3}{4} \text{O}_2 = \frac{1}{2} \text{N}_2 + \frac{3}{2} \text{H}_2\text{O}$	-411234	44,93382
$\text{NH}_3 + \text{O}_2 = \frac{1}{2} \text{N}_2\text{O} + \frac{3}{2} \text{H}_2\text{O}$	-293798	32,10205
$\text{HCN} + \frac{5}{4} \text{O}_2 = \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{N}_2$	-605881	66,20201
$\text{HCN} + \frac{7}{4} \text{O}_2 = \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{NO}$	-460655	50,33377

Полученные данные позволяют сделать следующие выводы:

- отрицательное значение энергии Гиббса ΔG (при $t = 2000$ К) указывает на протекание реакций в прямом направлении;
- степень перехода азота (на основании значений $\lg K_p$) из NH_3 и HCN в NO_x составляет $\sim 33\%$ и 43% соответственно.

Необходимо отметить, что полученные данные отражают направление химических реакций и пределы изменения рассматриваемых систем хим. уравнений при температурных ($t = 2000$ К) условиях отопительного простенка. Учитывая избыток кислорода в системе (коэффициент избытка воздуха $\alpha > 1$), а также малое время реакции ($\tau_p \sim 10^{-3}$ с) использование полученных данных конверсии азота вполне допустимо.

Оценку эмиссии NO_x образующихся по «топливному» механизму можно осуществлять с использованием данных материального баланса содержания азотсодержащих компонентов (NH_3 , HCN) в прямом коксовом газе. Формула для расчета примет вид:

$$[\text{NO}_x] = \frac{\left[\left(m_{\text{NH}_3} \cdot \frac{M_{\text{NO}_x}}{M_{\text{NH}_3}} \cdot 0,33 + m_{\text{HCN}} \cdot \frac{M_{\text{NO}_x}}{M_{\text{HCN}}} \cdot 0,43 \right) \cdot 2 \cdot \Pi \right]}{100 \cdot V_{\text{ПГ}}}, \text{ мг/м}^3 \quad (1)$$

где m_{NH_3} ; m_{HCN} – массовая концентрация по данным материального баланса NH_3 и HCN в прямом коксовом газе, мг/м^3 ;

M_{NO_x} , M_{NH_3} , M_{HCN} – молекулярные массы NO_x , NH_3 и HCN ; 44, 17 и 27 кг/моль соотв.;

2 – коэффициент пересчета (приведения) от газа прососов к отопительному газу (так как $\sim 50\%$ образующегося коксового газа поступает обратно на обогрев печей);

Π – величина прососов сырого коксового газа в отопительную систему, %;

$V_{\text{ПГ}}$ – объем продуктов горения получаемых при сжигании 1 м^3 коксового газа фактического стехиометрического состава, м^3 .

После упрощения:

$$[\text{NO}_x] = 2\Pi \cdot [(0,854m_{\text{NH}_3} + 0,7m_{\text{HCN}})] / 100 \cdot V_{\text{ПГ}}, \text{ мг/м}^3 \quad (2)$$

Следует отметить, что подобный расчет можно произвести используя данные элементарного состава на содержание азота в шихте (N^{daf}). Согласно [8] ~ 45 % азота остается в коксе и ~ 55 % N уходит с летучими продуктами термической деструкции углей. Согласно [9], в летучих продуктах распределение азота как правила осуществляется так:

$$\begin{aligned} \text{Свободный азот} & - 32-50 \% \\ \text{NH}_3 + \text{HCN} & (15 \div 18) + (1 \div 2) \%. \end{aligned}$$

Таким образом, коэффициенты m_{NH_3} и m_{HCN} в уравнении (2) можно представить следующим образом:

$$[m_{\text{NH}_3}, m_{\text{HCN}}] = \frac{N^{daf} \cdot K}{350} \cdot 10^6, \text{ г} \quad (3)$$

где N^{daf} – данные элементного состава на содержание азота в исходной шихте, %;
 K – коэффициент перехода азота шихты в NH_3 и HCN , (0,15÷1,18) и (0,01÷0,02) соотв.
 350 – количество образующихся летучих продуктов из 1 т с.ш., м^3 ;
 $1 \cdot 10^6$ – коэффициент пересчета в г.

После преобразования коэффициенты m_{NH_3} и m_{HCN} примут вид:

$$\begin{aligned} [m_{\text{NH}_3}] & = 4,71N^{daf}, \text{ г} \\ [m_{\text{HCN}}] & = 0,43N^{daf}, \text{ г} \end{aligned} \quad (4)$$

Теперь уравнение (2) можно представить в виде:

$$[\text{NO}_x] = 2\Pi \cdot [(0,854 \cdot 4,71N^{daf} + 0,7 \cdot 0,43N^{daf})] / 100 \cdot V_{\text{ПГ}}, \text{ мг/м}^3 \quad (5)$$

или

$$[\text{NO}_x] = \frac{8600N^{daf} \cdot \Pi}{V_{\text{ПГ}}}, \text{ мг/м}^3 \quad (6)$$

где $V_{\text{ПГ}}$ – объем продуктов горения (сухих) коксового газа среднего стехиометрического состава заводов Украины [10], $V_{\text{ПГ}} = 3,83 \text{ м}^3$.

Полученное уравнение (5) позволяет оценить влияние содержания азота в шихте и уровня «прососов» сырого коксового газа в отопительную систему на образование «топливных» NO_x . Данные сведены в таблицу.

Таблица 1.

Прогнозное значение образования оксидов азота по топливному механизму в зависимости от содержания азота N^{daf} в исходной шихте и величины прососов сырого коксового газа в отопительную систему.

Содержание азота в шихте, N^{daf}	Величина прососов сырого коксового газа в отопительную систему, %								
	15	12	10	8	6	4	3	2	1
1,6	539	431	359	287	215	144	108	72	36
1,7	573	458	382	305	229	153	116	76	38
1,8	606	485	404	323	242	162	121	81	40
1,9	640	512	427	341	256	171	128	85	43
2,0	674	539	449	359	269	180	135	90	45
2,5	842	674	561	449	337	225	168	112	56

Следует отметить, что полученные уравнения (1-6) характеризуют конверсию азота попадающим с прососами сырого коксового газа в отопительную систему. Уровень температур в обогревательном простенке $>1000 \text{ }^\circ\text{C}$, что оказывает ключевое влияние на характер протекаемых химических реакций. Однако, при использовании для обогрева

«неочищенного» коксового газа, характер реакций конверсии азота будет другим, поскольку отопительный газ имеет температуру ~ 400 °С. Согласно [11], конверсия NH₃ в NO_x в таких условиях составляет ~ 20-23 %. Поэтому для прогноза «топливных» оксидов азота образующихся из азотсодержащих соединений поступающих с отопительным газом, рекомендуем использовать коэффициент 0,2 вместо 0,33.

Выводы.

1. Проведен термодинамический анализ систем химических превращений азота при условиях горения в обогревательном простенке.
2. Показано различие механизмов конверсии аммиака в NO_x с газом прососов и поступающего на обогрев. Степень конверсии составляет 0,33 и 0,2 соответственно.
3. Впервые показано, что степень перехода HCN составляет ~ 43 % по азоту.
4. Предложен метод оценки влияния содержания азота в шихте и уровня прососов сырого коксового газа на образование оксидов азота по топливному механизму.

Список литературы:

1. Карпов А.В. Влияние режима обогрева коксовых печей на содержание оксидов азота в продуктах сгорания коксового газа // УглеХимический журнал, - 2002, №3-4, с. 18-22.
2. Пыриков А.Н., Васнин С.В., Баранбаев Б.М., Козлов В.Д. Защита окружающей среды на коксохимических предприятиях – М: «Интернет Инжиниринг», 2000, -182 с.
3. Грес Л.П. Охрана окружающей среды при сжигании топлива. Днепропетровск: РИА «Днепр-VAL», 2002, с. 104.
4. Васильев Ю.С., Фидчунов А.Л., Шульга И.В. Влияние технологических факторов на механизм образования оксидов азота при обогреве коксовых печей // УглеХимический журнал, 2004, №1-2, с. 37-42.
5. Правила технической эксплуатации коксохимических предприятий / Под ред. В.П. Сидогина, Ю.Е. Зингермана и др. – Харьков, 2001, - 309 с.
6. Телешев Ю.В., Кауфман С.И., Шептовицкий М.С. и др. Составление и исследование материального баланса процесса коксования // Кокс и Химия, 1997, №1, с. 19-25.
7. Карапетьянц М.Х. Химическая термодинамика М: «Химия», 1975, 584 с.
8. Чистяков А.Н., Розенталь Д.А., Русьянова Н.Д. и др. Справочник по химии и технологии твердых горючих ископаемых – СПб; Синтез, 1996, - 362 с.
9. Бронштейн А.П., Макаров Г.Н., Акулов П.В., Григорьев Н.П. Термохимические превращения азота органической массы кузнецких углей группы Г6 // Химия твердого топлива, №2, 1975, с. 48-54.
10. Фидчунов А.Л., Шульга И.В., Васильев Ю.С., Кириенко Н.С. О методике оценки прососов сырого коксового газа в отопительную систему коксовых печей // УглеХимический журнал, 2007, №5-6, с.
11. Справочник химика. Т. 3 Под. ред. Б.П. Никольского, М-Л.; Химия, 1964 г.

УДК 661.98:66.04

ОСОБЕННОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ОКСИДОВ АЗОТА NO_x В ПЕРИОДЫ РАЗОГРЕВ, ПУСК, ЗАГРАФИЧИВАНИЯ КЛАДКИ ПРИ ПУСКЕ КОКСОВЫХ ПЕЧЕЙ

Шульга И.В., Фидчунов А.Л.

(УХИН, Харьков, Украина)

В докладе приведены данные исследований коксовых батарей во время ввода их в эксплуатацию. Полученные значения и определены закономерности образования загрязняющих веществ в этот период. Показано влияние интенсивности отбора тепла из вертикала на образование оксидов азота NO_x.

Печной фонд коксохимических заводов Украины в основном представлен старыми печами, что усложняет их эксплуатацию и работу на малых периодах. Этот факт принуждает собственников заводов к строительству и перекладке отдельных батарей. В тоже время, в настоящее время отсутствуют инструктивные и методические документы, обуславливающие нормирование величины загрязняющих веществ (ЗВ) в дымовых газах при проведении пуско-наладочных работ и вводе в эксплуатацию новой коксовой батареи до достижения ею проектной производительности. Однако, использование действующих норм технологических выбросов ЗВ из дымовых труб коксовых батарей разработанных для условий их

производственной эксплуатации неприменимо к подготовительному этапу, т.к. процессы (механизмы) образования ЗВ, в частности, оксидов азота NO_x , на этих этапах различны.

Были проведены исследования анализа продуктов горения на новых коксовых батареях Авдеевского, Горловского, Мариупольского, Ясиновского коксохимических заводов на содержание загрязняющих веществ в период сушки-разогрева и режима постоянного обогрева. Отбор проб продуктов горения осуществлялся при помощи электрохимических газоанализаторов TESTO-350 и ОКСИ-5М-3 из дымовой трубы, газоздушных клапанов (ГВК), а также из вертикалов нисходящего потока. Это позволило систематизировать данные о величинах образования ЗВ на разных этапах подготовки батареи к вводу ее в эксплуатацию, в частности, сушка, разогрев, перевод на постоянный обогрев, период вывода батареи на проектную производительность по коксу.

Динамика образования оксидов азота представлена в таблице 1 на примере батареи №1 Ясиновского КХЗ.

Таблица 1.

Динамика образования оксидов азота в период сушки-разогрева-эксплуатация.

Дата замера		t кв, °C	α	NO_x , ppm	NO_x , мг/м ³	Просос, %
08.11.2005	Сушка-разогрев	55	∞	2	-	
01.12.2005		210	19	9	350	
21.12.2005			13	12	319	
12.01.2006		-	10	20	410	
22.02.2006		-	5	30	307	
05.06.2006	Постоянный обогрев	1100	4	100	800	
06.06.2006		1100	4,3	92	811	
20.07.2006	Этап заграфичивания кладки	1160/1200	1,7	170	593	5,1
27.07.2006		1160/1200	1,5	160	492	4,1
06.09.2006		1250/1285	1,3	150	400	3,8
18.10.2006		1320/1350	1,6	150	492	3,8

Из данных табл. 1 следует, что каждый период характеризуется своей концентрацией NO_x в дымовых газах: 1) сушка-разогрев (содержание в дымовых газах $\text{NO}_x \sim 300\text{-}400 \text{ мг/м}^3$), 2) перевод на постоянный обогрев ($\text{NO}_x \sim 800 \text{ мг/м}^3$), 3) период заграфичивания кладки и эксплуатация ($\text{NO}_x \sim 400\text{-}1000 \text{ мг/м}^3$).

1. *Сушка и разогрев* осуществляются дымовыми газами из временных выносных топок путем изменения коэффициента избытка воздуха до достижения температуры кладки 750-800 °C.

2. *Постоянный обогрев.* При достижении в верхней части вертикалов температуры $\sim 750\text{-}800 \text{ °C}$ батарею переводят на постоянный обогрев. Отопительный газ начинает поступать через распределительные каналы, а воздух – через подовые каналы и насадку регенераторов. Отопление печей при этом ведут с коэффициентом избытка воздуха α 4-8 для увеличения объема продуктов горения. В связи с подачей в вертикалы нагретого воздуха, и расходом тепла продуктов горения только на нагрев насадки регенераторов, в зоне массовых отопительных каналов обеспечиваются условия равномерно высоких температур по всей высоте вертикалов. Такие условия являются причиной высокого содержания $\text{NO}_x \sim 800 \text{ мг/м}^3$ при температурах в вертикале 1100 °C.

3. *Эксплуатация.* После загрузки камер шихтой при увеличении температуры в вертикалах до 1250/1280 °C, образование оксидов азота снизилось до 450-500 мг/м³, вследствие интенсивного процесса отбора тепла факела коксуемой засыпью. Это указывает на то, что количество образующихся оксидов азота зависит не только от конечной температуры факела и коэффициента избытка воздуха, а также от условий (интенсивности) теплоотбора от факела горения. В тоже время, этап заграфичивания материальных швов стен камер коксования после загрузки угольной шихтой, обуславливает особую динамику прососов сырого коксового газа в отопительную систему, что приводит к дополнительному образованию NO_x по топливному механизму [1].

Список литературы:

1. Васильев Ю.С., Фидчунов А.Л., Шульга И.В. Влияние технологических факторов на механизм образования оксида азота при обогреве коксовых печей // Угলেখимический журнал, №1-2, 2004 г., с. 37 – 42.

УДК 663. 05

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА ГРАНУЛИРОВАНИЯ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Назаров В.И., Морозов А.Н.

(МГУИЭ г. Москва, Россия)

Рассмотрены вопросы гранулирования ферментных препаратов на примере гранулирования сычужного фермента.

В настоящее время в России бóльшая часть ферментных препаратов выпускается в виде мелкодисперсных порошков. Такая форма продукта имеет ряд серьёзных недостатков. Порошки гигроскопичны, пылят, слёживаются, налипают на стенки бункеров и транспортных устройств, что приводит к их потерям и ухудшению экологической обстановки на местах производства и потребления препаратов. Основным способом устранения перечисленных недостатков является выпуск ферментных порошков в гранулированном виде. Специфическая природа ферментов, их высокая чувствительность к условиям выделения и обработки предъявляют повышенные требования к проведению процесса гранулирования, ограничивая применение многих известных и хорошо изученных способов гранулирования. В отечественной ферментной промышленности практически отсутствуют научно обоснованные схемы гранулирования ферментных препаратов.

Нами проведено исследование процесса гранулирования ферментных препаратов на примере сычужного фермента (ОСТ 10 288-2001) и комплексного ферментного препарата «ГлюкоЛюкс-Ф» (ТУ 9291-010-13684916-2005), определены оптимальные значения режимных параметров, а также разработана технологическая схема гранулирования данных продуктов.

В результате определения физико-механических свойств исследуемых препаратов и анализа различных способов гранулирования для вышеупомянутых ферментов был выбран комбинированный способ, включающий смешение с предварительным гранулированием в высокоскоростном смесителе-грануляторе и последующее окатывание на тарельчатом грануляторе. Завершающим этапом является сушка в кипящем слое. Выбранный способ отличается простотой технологического контроля, щадящим режимом обработки ферментных препаратов и высоким качеством конечного продукта.

В ходе исследований был установлен механизм процесса гранулообразования фермента при данном способе гранулирования. Он выглядит следующим образом. При добавлении некоторого количества связующего (воды) к смеси сухого наполнителя и ферментного порошка происходит его перераспределение по объёму смеси и сцепление частиц препарата за счёт капиллярно-адсорбционных сил. При активном воздействии вращающихся лопаток смесителя-гранулятора на контактирующие частицы часть кинетической энергии лопаток идёт на разрыв слабых связей и упрочнение более сильных. Упрочнение связей происходит за счёт уменьшения расстояния между частицами. Таким образом, в аппарате идёт зарождение центров гранулообразования. Чем выше скорость вращения вала смесителя и чем тоньше помол смеси, тем мельче и прочнее получаются зародыши гранул. Также на характеристики зародышей влияет количество введённого связующего. В ходе предварительной грануляции значительная часть увлажнённой смеси превращается в мелкие гранулы неправильной формы, которые затем поступают на тарельчатый гранулятор.

На тарельчатом грануляторе происходит дальнейший рост, формирование и упрочнение гранул. Образовавшиеся на предыдущей стадии зародыши служат внутренним ретуром процесса. В ходе вращательного и поступательного движения частиц материала по поверхности тарели между ретуром и несгранулированными частицами происходят

многочисленные столкновения, в результате которых с определённой вероятностью может возникнуть агломерат сталкивающихся частиц. Вероятность возникновения агломерата зависит от кинетической энергии частиц, их формы и наличия адсорбционной влаги на их поверхности.

Одновременно с процессом агломерации частиц на тарели идёт процесс сфероидизации и упрочнения гранул. Комочки смеси в результате многократных ссыпаний и ударов уплотняются, отдельные частички, перемещаясь, укладываются более плотно. При этом избыточная влага выдавливается на поверхность комочка, в результате чего становится возможным дальнейшее присоединение частиц смеси к такому образованию. Длительность окатывания на тарели определяется исходя из требований к качеству получаемого продукта.

После окончания процесса окатывания на тарели влажные гранулы поступают в сушилку кипящего слоя. Здесь происходит удаление влаги из гранул, образование прочных связей, в основном, за счёт кристаллизации растворённого наполнителя (в нашем случае это поваренная соль), а также абразивная обработка поверхностей трущихся между собой сухих гранул с удалением неровностей за счёт срезающих усилий.

Нами было исследовано влияние процесса гранулирования на ферментативную активность препаратов на примере молокосвёртывающих ферментов производства Московского Завода Сычужного Фермента (МЗСФ). Анализ изменения активности после гранулирования проводился в лаборатории завода по методике ОСТ 10 288-2001 «Определение общей молокосвёртывающей активности препаратов». В результате было установлено, что падения активности фермента в смесителе и на тарельчатом грануляторе не происходит. Основное негативное воздействие оказывает стадия сушки. При температуре сушильного агента выше 60°C происходит ощутимая потеря активности фермента. В результате была выбрана температура сушки в диапазоне 50-55°C.

Также была исследована однородность состава получаемых гранул. Установлено, что расслоения и перераспределения наполнителя и ферментного порошка в гранулах не происходит. Анализ содержания в гранулах наполнителя (поваренной соли) выполняли в лаборатории МЗСФ по методике ОСТ 10 288-2001 «Определение массовой доли поваренной соли».

Разработанная технологическая схема гранулирования ферментных препаратов выглядит следующим образом:

1. смешение порошка фермента с наполнителем для доведения ферментативной активности до стандартного значения;
2. увлажнение смеси фермента и наполнителя связующим (в качестве связующего выбрана вода) в лопастном смесителе-грануляторе при высоких скоростях вращения лопаток смесителя (при окружной скорости концов лопаток 2...3 м/с);
3. окатывание прошедшей предгрануляцию смеси на тарельчатом грануляторе;
4. сушка полученных влажных гранул в кипящем слое при температуре ниже температуры инактивации фермента (50-55°C);
5. рассев высушенных гранул на товарную (0,5...2 мм) и нетоварные фракции;
6. затаривание и упаковка гранул.

Список литературы:

- 1.Классен П.В., Гришаев И.Г. Основы техники гранулирования. – М.: Химия, 1982. – 272 с.
- 2.Коротич В. И. Теоретические основы окомкования железорудных материалов. М.: Металлургия, 1966. – 152 с.

УТИЛИЗАЦИЯ ПЛАСТМАССОВЫХ ОТХОДОВ В ДОМЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Конченко Е.В., Кочура В.В.
(ДонНТУ, Донецк, Украина)

В данной статье предложен метод утилизации отходов пластмасс путем дувания в доменную печь, что позволяет не только рационально перерабатывать данный вид

отходов, а также сократить расход дефицитного и дорогостоящего кокса и интенсифицировать сжигание пылеугольного топлива.

Проблема утилизации и обезвреживания отходов пластмасс является одной из наиболее значимых мировых проблем в области охраны окружающей среды.

Существующая в большинстве крупных городов нашей страны система обращения с твердыми отходами в основном базируется на полигонном захоронении. К настоящему времени в большинстве городов Украины ресурс существующих полигонов близок к исчерпанию, что требует срочного радикального пересмотра сложившейся схемы обращения с твердыми отходами.

Практика ликвидации большей части твердых отходов производства и потребления с помощью свалок, наряду с потерей земельной площади, увеличением количества свалок и полигонов для захоронения ведет к увеличению неуправляемой миграции отходов в окружающую среду. Основная масса твердых отходов вывозится из городов и поселков городского типа на свалки и полигоны.

За последнее десятилетие в Украине стратегия в области управления отходами подвергается существенным изменениям. Главными причинами таких изменений являются увеличение загрязнения природной среды и его негативное влияние на здоровье населения, а также происшедшие изменения в экологической политике и законодательстве. В настоящее время политика в сфере управления отходами, главным образом, ориентирована на снижение количества образующихся отходов и развитие методов их максимального использования.

Накопленные в больших количествах промышленные и бытовые отходы оказывают техногенное воздействие на окружающую среду. Только в Донецкой области их количество достигает 4,5 млрд. тонн. Площадь земель, занятых отходами, составляет 2% от всей территории области.

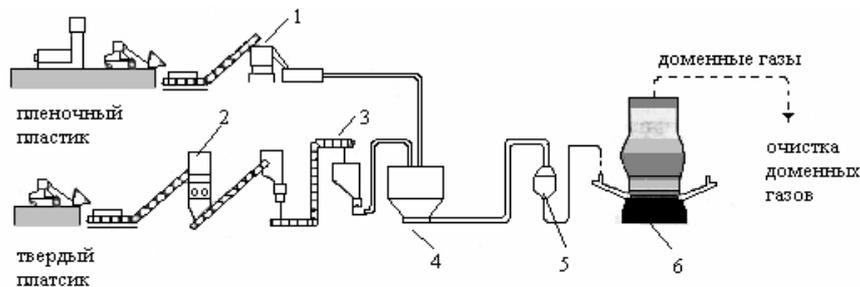
Применение метода полигонного захоронения ко всей массе отходов вызвано наименьшими прямыми затратами; однако в расчетах обычно не учитываются затраты, связанные с обслуживанием полигона (на период до 100 лет после его вывода из эксплуатации) и компенсация ущерба для окружающей среды. Кроме того, безвозвратно теряются природные ресурсы и прибыль, которую может дать правильно налаженная комплексная переработка твердых отходов.

Известны способы утилизации переработанных отходов пластмасс в металлургических агрегатах. Как основной агрегат используется доменная печь, т.к. она является одним из наилучших агрегатов с точки зрения энерго- и ресурсосбережения. Определяющей задачей доменной технологии является сокращение удельного расхода дорогого и дефицитного кокса. При производстве чугуна одной из технологий сокращения расхода кокса является использование как промышленных, так и бытовых отходов пластмасс. Пластмассы после предварительной подготовки могут вдуваться в горн доменной печи как дополнительное топливо вместе с пылеугольным топливом (ПУТ), обеспечивая высокую степень сгорания топлива и возможность утилизации отходов.

Технология переработки пластмасс (в том числе содержащих хлор) впервые была предложена специалистами Московского института стали и сплавов (АС №506628 от 03.03.71) [1]. В настоящее время данная технология широко используется на металлургических заводах Японии, Германии, Индии, Китая.

Вдувание отходов пластика в ДП как дополнительное топливо имеет ряд преимуществ. Во-первых, этот метод может потреблять значительное количество отходов пластика (до 100 тыс. т. отходов в год при удельном расходе пластика 3 кг/т чугуна). Во-вторых, эффективность использования энергии составляет больше 80% по сравнению с другими способами переработки пластика. И, в-третьих, это наиболее экологичный способ переработки отходов, т.к. не образуются диоксины [2].

Общая схема переработки и использования отходов пластика по данной технологии представлена на рисунке 1.



1 – окомкователь; 2 – измельчитель; 3 – гранулятор; 4 – бункер для хранения готового сырья; 5 – бункер для вдувания переработанных отходов пластика; 6 – доменная печь

Рисунок 1 – Общая схема переработки и использования отходов пластика в доменном производстве

Отходы пластмасс разделяются на кусковые и пленочные отходы. Предварительную обработку кусковых пластмассовых отходов можно провести путем применения обычной дробилки и мельницы тонкого помола. Однако в случае пленочных пластмассовых отходов использование простого дробления приводит к возникновению большого количества пластмассовой пыли, а из-за этого возникают серьезные проблемы, связанные с засорением диспергатора и с забиванием пневмопровода, по которому транспортируются эти отходы. В процессе решения данной проблемы было обнаружено, что самоспекание является оптимальным процессом, который можно эффективно применять при обработке пленочных пластмассовых отходов. Пластмассовые пленочные отходы разрезаются на части и перемешиваются в емкости. За счет трения выделяется много тепла, и отходы плавятся. Затем проводят быстрое охлаждение водяными струями, и спеченные пластмассовые отходы затвердевают. В конечном итоге проводятся процессы тонкого помола [3].

При пневматической транспортировке переработанных пластиковых отходов в фурмы доменной печи необходимо оптимизировать переменные параметры, влияющие на процесс транспортировки, такие как размер трубопровода и давление воздуха [4].

Система технологии предварительной подготовки отходов пластмасс заключается в том, что собранные отходы классифицируются, дробятся, разделяются на гранулы, и затем используются как сырье для производства чугуна посредством вдувания в доменную печь.

Данная система имеет специальное оборудование для дробления и окомкования отходов пластмасс для подготовки и вдувания в горн доменной печи.

Переработанные отходы после дробления или окомкования собираются в бункере, а затем по трубопроводу с использованием сжатого воздуха направляются в доменную печь. Метод вдувания дополнительного топлива уже установлен для подачи ПУТ в доменную печь и таким же образом используется для вдувания отходов пластмасс.

Таким образом, предложенная технология позволяет решить глобальную проблему с утилизацией отходов пластика, и улучшить показатели доменной плавки.

Список литературы:

- 1 Бирман Ю.А, Вурдова Н.Г. Инженерная защита окружающей среды. – М.: АСВ, 2002. – 296 с.
- 2 Wakimoto K. A feedstock recycling system of waste plastics in a blast furnace at NKK // Ironmaking Conference Proceedings. – 2001. – P. 473-483
- 3 В.А. Долматов. Рециклинг пластмассовых отходов в системе доменной печи // Новости черной металлургии за рубежом. – 1999. – No.1. – С.23-25
- 4 Kim K.-T. Recycling technology of waste plastics in iron and steel industry // Fuel and Energy Abstracts International. – 1998. – Vol.39. – No.3. – P.234

ВНЕДРЕНИЕ REACH В СТРАНАХ ЕВРОСОЮЗА

Клевлеев В.М., Кренделева В.В., Кузнецова И.А., Алиференкова М.А.

(МГУИЭ, Москва, Россия)

Приводятся результаты анализа внедрения REACH в части обеспечения экологической безопасности химической промышленности в странах Евросоюза.

С 1 июня 2007 года вступил в силу Закон REACH (Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals — Регистрация, Оценка и выдача Разрешений на производство и использование Химических веществ).

Новое химическое законодательство направлено на регулирование производства и использования химических веществ внутри Европейского Союза, непосредственно затрагивает широкий круг производителей в различных отраслях промышленности, импортеров, дистрибьюторов и потребителей химической продукции в странах Сообщества.

В рамках REACH создана единая система для "существующих" и "новых" веществ. Последние подразделяются на вещества, не введенные в действие (не производившиеся или не продававшиеся до вступления в силу REACH), и вещества, введенные в действие (содержащиеся в базе данных EINECS или производившиеся в ЕС, но не вводившиеся на рынок в последние 15 лет и т.д.).

В основу REACH положены следующие элементы: регистрация химических соединений; оценка технического досье и/или вещества; выдача разрешений на размещение на рынок и использование; ограничения на производство, размещение на рынке и использование; согласованная классификация и маркировка; доступ к информации.

REACH накладывает определенные обязательства на всех производителей, импортеров, дистрибьюторов и последующих потребителей химической продукции, находящихся далее по производственной цепочке, внутри Европейского Союза, а также на "специальных представителей", учрежденных в Европейском Союзе производителями третьих стран, экспортирующими свою продукцию на европейский рынок.

Наибольшее количество требований нового закона напрямую относится к производителям и импортерам веществ. Они должны будут предоставлять данные по свойствам веществ, проводить Оценку Химической Безопасности и разрабатывать меры по управлению рисками от их воздействия. Последующие по технологической цепочке потребители этих химических веществ будут снабжаться информацией по их безопасности, которой и должны будут следовать во время обращения с веществами. Кроме того, эти потребители в свою очередь должны будут убедиться, что последующие пользователи их продукции обладают всей полнотой информации, необходимой для безопасного использования. Дистрибьюторы также должны предоставлять информацию по химической безопасности веществ, которых они продают.

Новая система регулирования производства, размещения на рынке и использования химических веществ нацелена на достижение в рамках Европейского Союза трех основных задач: экономической (промышленная конкурентоспособность и внедрение новых технологий в химическую промышленность европейских стран), социальной (защита здоровья и труда населения) и природоохранной.

Основная цель REACH - обеспечить высокий уровень защиты здоровья человека и окружающей среды, включая содействие альтернативным методам оценки опасности веществ, а также свободное обращение веществ на внутреннем рынке Европейского Союза, повышая при этом конкурентоспособность химической промышленности стран ЕС и содействуя внедрению инновационных технологий.

Кроме того, REACH нацелен на решение таких задач как: повышение прозрачности текущего законодательства; интеграция с международными усилиями в области управления и контроля над химикатами; содействие проведению тестирования веществ без использования животных; соответствие международным обязательствам Евросоюза в ВТО.

В настоящее время Европейская Комиссия в тесном сотрудничестве с Государствами-участниками, промышленностью и другими заинтересованными сторонами выполняет работу по введению REACH.

График действия REACH

1 июня 2007 г.	Регламент вступил в силу
1 июня 2008 г.	Начало пре-регистрации <i>phase-in</i> веществ (<i>поэтапно регистрируемых</i>) Начало регистрации <i>non-phase-in</i> веществ (<i>не поэтапно регистрируемых</i>)
30 ноября 2008 г. (включительно)	Окончание пре-регистрации
декабрь 2008 г.	Опубликован список веществ прошедших пре-регистрацию
30 ноября 2010 г. (включительно)	Последний срок регистрации для веществ экспортируемых в ЕС: > 1000 тонн/год > 1 тонны/год (для Особо Опасных веществ (SVHC)) > 100 тонн/год (для веществ токсичных для водных организмов (R50/53))
июнь 2011	Начало нотификации особо опасных веществ в изделиях.
31 мая 2013 (включительно)	Последний срок регистрации для веществ экспортируемых в количестве > 100 тонн/год
31 мая 2018 (включительно)	Последний срок регистрации для веществ экспортируемых в количестве > 1 тонн/год

Для обеспечения плавного перехода от ранее действовавшего химического законодательства к введению REACH Европейская Комиссия разработала промежуточную стратегию, которая состоит из ряда следующих элементов:

1. подготовка нового формата информационных технологий и программных продуктов, облегчающих подготовку технического досье промышленностью и Государствами участниками, и представление этих досье в Агентство в рамках действия REACH, а также разработка REACH IT - системы для рассмотрения досье Агентством и Компетентными органами Государств-участников;
2. подготовка технического руководства для проведения ознакомления промышленности, Государств-участников, и Агентства с детальными требованиями новой системы;
3. тестирование элементов REACH в стратегическом партнерстве;
4. практические меры по организации работы Европейского Химического Агентства в Хельсинки.

Разработка методических указаний, программных продуктов и технических руководств, необходимых для реализации REACH, осуществляется Европейским Химическим Бюро посредством ряда Проектов по Реализации REACH (RIPs - REACH Implementation Projects).

Цель проектов состоит в обеспечении эффективного исполнения Регламента через разработку руководства и информационных средств для Агентства, промышленности и органов власти. Деятельность в рамках подготовки проектов скоординирована с основными заинтересованными сторонами, такими как Государства-участники, промышленность и неправительственные организации.

RIPs затрагивают следующие основные области:

RIP 1 - Детальное описание основных процессов REACH

RIP 2 - Информационные системы для поддержки реализации REACH

RIP 3 - Документы по Руководству для промышленности

RIP 4 - Документы по Руководству для органов власти

RIP 5/6 - Организация Агентства

Общее Руководство

Глобальное реформирование системы экологической безопасности производств химической проводить посредством разнообразных законодательных и организационных мер, многие из этих мер обсуждаются и находятся в разработке.

Список литературы:

4. Regulation (EC) № 1907/2006 of the European Parliament and the Council of 18 December 2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH), establishing a European Chemicals Agency, amending Directive 1999/45/EC and repealing Council Regulation (EEC) № 793/93 and Commission Regulation (EC) № 1488/94 as well as Council Directive 76/769/EEC and Commission Directives 91/155/EEC, 93/67/EEC, 93/105/EC and 2000/21/EC (текст опубликован в Официальном Журнале Европейского Союза 30 декабря 2006 года OJ L 396, том 49; поправки - 29 мая 2007 г. OJ L136, том 50)
5. "Questions and Answers on the new chemicals policy, REACH", 13th December 2006
6. "Questions and Answers on REACH", August 2006 and February 2007
7. Директива ЕС 96/61/ЕС «О комплексном предотвращении и контроле загрязнений».
8. Директива ЕС 85/337/ЕЭС «Об оценке воздействия некоторых государственных и частных проектов на окружающую среду».
9. Директива ЕС 2001/95/ЕС «Об общей безопасности продукции».
10. Директива 94/55/ЕС «О сближении законодательных актов государств-членов, касающихся автомобильной перевозки опасных грузов».
11. Директива ЕС 96/62/ЕС «Об оценке и контроле качества атмосферного воздуха».
12. Директива ЕС 2004/42/ЕС «О снижении содержания вредных веществ в красках, лаках и глазурах».

УДК: 662.7.552.57

СОВМЕСТНАЯ ПЕРЕРАБОТКА БУРЫХ УГЛЕЙ С ПЛАСТИКОМ КАК ИСТОЧНИК УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В.Н. Шевкопляс, С.Н. Лящук

(Институт физико-органической химии и углехимии им. Л.М. Литвиненко НАН Украины)

Л.Ф. Бутузова

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Показана перспективность использования смесей, составленных из бурого угля и отходов пластика (5-45 %) в термических процессах переработки с целью получения дополнительного количества смолистых продуктов (26,3 %), которые являются ценным сырьем для получения углеводородов различных классов. Методами ЯМР- и ИК-спектроскопии проведен анализ смол со-пиролиза и установлено влияние добавки пластика в смеси на качественный состав получаемых смол. Установлена взаимосвязь между содержанием добавки пластика в смеси и изменением относительной интенсивности ($E_{\lambda}E_{1600}$) полос поглощения ИК-спектров смол со-пиролиза.

В последнее время все более широкое применение находят методы термической переработки различных углеродсодержащих отходов, в том числе пластика с целью их утилизации и получения продуктов термодеструкции с широким спектром положительных свойств, имеющих народно-хозяйственное значение. На сегодня отходы пластика используются в качестве пластифицирующих агентов, улучшающих спекание угля, для получения синтетического газа, смолистых продуктов или активных углей. С целью повышения эффективности термического процесса, направленного на получение дополнительного количества жидких углеводородов предлагается проводить утилизацию отходов пластика в смеси с низкосортными бурыми углями (БУ) Днепровского бассейна, которые на сегодня практически не используются в технологических процессах переработки.

Целью данной работы было проведение пиролиза смеси БУ–ПЭТФ с различными добавками пластика и нахождение количественной взаимосвязи между добавкой ПЭТФ в смеси (5-45 %) и выходом смол пиролиза и карбонизата; расширение использования метода ИК-спектроскопии для оценки качества полученных смол с использованием статистических методов анализа.

Для проведения исследований готовили смесь БУ–ПЭТФ с различным содержанием ПЭТФ (5-45 %) и нагревали в реакторе с неподвижным слоем до 800 °С. По окончании

процесса подсчитывали материальный баланс и проводили анализ смол и карбонизата по стандартным методикам [1-2].

Установлено, что при 800 °С выход смолы из смеси БУ–ПЭТФ достигает 26,3 %, что в 1,6 раза больше по сравнению с БУ. Также по предложенной методике из смеси можно получать до 30 % газа и 33,9 % карбонизата, которые являются ценным энергетическим сырьем. Общая конверсия смеси БУ–ПЭТФ в продукты различного агрегатного состояния достигала 66,1 %.

Как показали исследования, добавка ПЭТФ в смеси вносят основной вклад в накопление углерода в карбонизате. Это подтверждается очень тесной функциональной связью между содержанием углерода (С) и пластиком (Р), которую можно описать уравнением 1[3]. Приведенную зависимость можно предложить для прогнозирования содержания углерода в смоле - конечном продукте пиролиза с целью ее дальнейшего технологического использования в качестве углеводородного сырья:

$$C = (62,25 \pm 0,87) + (0,89 \pm 0,09) \cdot P - (0,0122 \pm 0,0019) \cdot P^2; \\ r = 0,986; S_0 = 1,10. \quad (1)$$

Первичная оценка структурно–группового состава полученных смол методом ¹Н ЯМР-спектроскопии показала, что добавка пластика в смеси 5-20 % позволяют получать смолы, содержащие 10,5-23,8 % ароматических протонов, а подсчитанное соотношение N_{ar}/N_{al} колеблется в пределах 0,12-0,31. По данным ЯМР-спектроскопии можно сделать вывод, что наиболее оптимальными добавками ПЭТФ в смеси, являются добавки 5-10 % и это позволяет получать смолу, которая по своему составу не отличается от смолы из бурого угля с содержанием ароматических протонов не более 11,0 %.

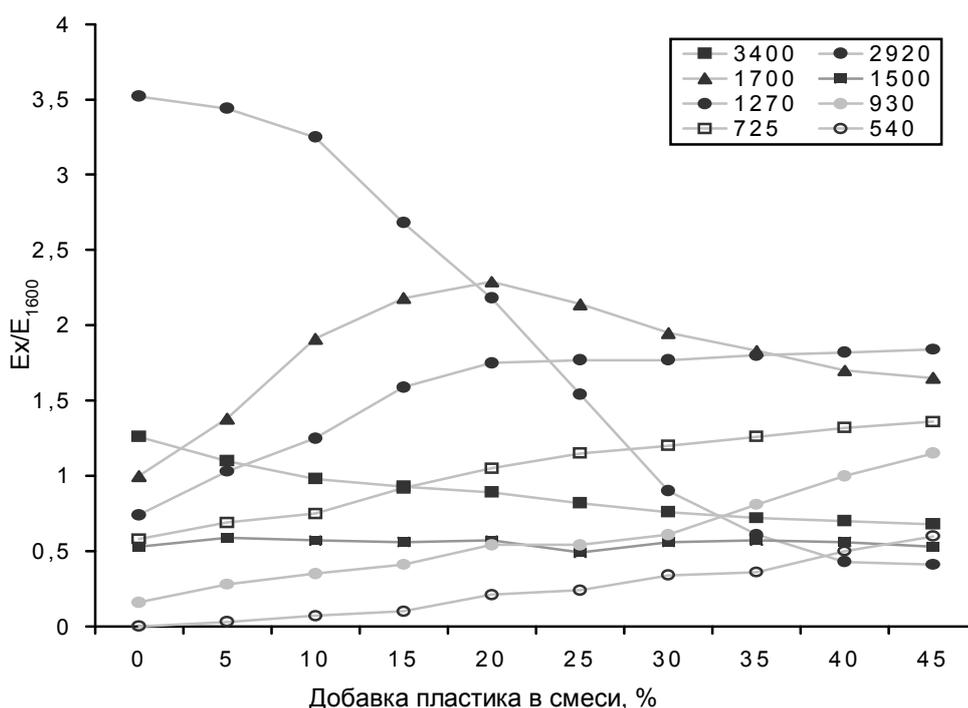


Рис. 1. Изменение отношения E_x/E_{1600} полос поглощения в ИК-спектрах смол от количества ПЭТФ в смеси

Методом ИК-спектроскопии была проанализирована взаимосвязь между содержанием добавки пластика в смеси (5-45 %) и изменением относительной интенсивности (E_x/E_{1600}) основных полос поглощения ИК-спектров смол со-пиролиза рис. 1. Были рассмотрены следующие полосы поглощения: при 3400 cm^{-1} (водородная связь ОН–групп фенольных гидроксидов), при 2920 cm^{-1} (колебания С–Н связи алифатических CH_2 – и CH_3 –групп), при 1700 cm^{-1} (карбонильная группа С=О в кислотах, кетонах и альдегидах), при 1270 cm^{-1} (С–О связь эфиров), при 930 и 725 cm^{-1} (С–Н связь в ароматическом кольце) и при 540 cm^{-1} .

Для установления функциональной связи между экспериментально вычисленными значениями интенсивности полос поглощения при E_{3400} , E_{750} и E_{1600} в ИК-спектрах смол от содержания углерода (C^{daf}) в карбонизате были рассмотрены различные уравнения регрессии. Установлено, что такая связь достаточно хорошо прослеживается для зависимостей: $C^{daf}=f(E_{3400}/E_{1600})$ (линейная функция), $C^{daf}=f(E_{1270}/E_{1600})$ (параболическая функция) и для $C^{daf}=f(E_{810}/E_{1600})$ (параболическая функция).

Наиболее тесная функциональная связь наблюдается при $X_n=2920 \text{ см}^{-1}$ (переменная P) и $m=3$, когда $r=0,999$. Такие высокие коэффициенты корреляции, по-видимому, свидетельствуют о протекания большого числа реакций с участием функциональных групп и фрагментов, имеющих эти характеристические полосы поглощения в ИК-спектре. Можно предположить, что чем выше степень полинома, требуемого для описания исследуемых зависимостей, тем сложнее протекают при пиролизе последовательные и параллельные реакции разложения и конденсации (уравнение 2):

$$E_{1270}/E_{1600} = -(3,33 \pm 0,28) + (0,066 \pm 0,004) \cdot C; r=0,987; S_0=0,06. \quad (2)$$

Приведенное уравнение может быть использовано для оценки качества полученных смол по данным ИК-спектроскопии от содержания углерода (C) в карбонизате. Для этой цели можно использовать ряд других уравнений, для которых были получены высокие коэффициенты корреляции (табл. 1).

Таблица 1. Коэффициенты корреляций уравнений $E_X/E_{1600}=f(C, \dots, C^m)$ и $E_X/E_{1600}=f(P, \dots, P^m)$

X= E_X/E_{1600}	Порядок полинома, m		
	1	2	3
3400	<u>0,978</u>	<u>0,988</u>	
	0,961	0,994	
2920	<u>0,869</u>	<u>0,976</u>	
	0,980	0,981	0,999
1700	<u>0,692</u>	<u>0,873</u>	<u>0,894</u>
	0,325	0,932	0,982
1500	<u>0,084</u>	<u>0,784</u>	<u>0,787</u>
	0,208	0,660	0,665
1270	<u>0,987</u>	<u>0,988</u>	
	0,881	0,988	
930	<u>0,829</u>	<u>0,930</u>	0,940
	0,974	0,989	
725	<u>0,941</u>	<u>0,994</u>	
	0,983	0,996	
540	<u>0,825</u>	<u>0,957</u>	0,964
	0,982	0,995	

Примечание. В числителе - значения для корреляций E_X/E_{1600} от содержания углерода (C) в карбонизате, в знаменателе - от добавки пластика (P) в смеси.

Список литературы:

1. Смит А. Прикладная ИК-спектроскопия. - М.: Мир, 1982. - 327 с.
2. Климова В.А. Основные микрометоды анализа органических соединений. - М.: Химия, 1967. - 208 с.
3. Батунер Л.М., Позин М.Е. Математические методы в химической технике. - Л.: Химия, 1971. - 824 с.

ВОЗМОЖНОСТИ РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГИПСОКАРТОННЫХ ПЛИТ

Мизько А.А., Парфенюк А.С.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Применяемые в современной строительной промышленности гипсокартонные плиты должны отвечать высоким требованиям экологической чистоты. Основным условием соблюдения экологических требований при производстве такой продукции является использование в качестве шихтовых материалов природных веществ. Большой интерес в этом отношении представляет использование такого природного вещества как крахмал.

В процессе производства гипсокартонных плит использование крахмала в качестве связующего основано на том, что в присутствии влаги при повышенных температурах он желатинизируется, мигрирует к поверхности плиты способствуя склеиванию кристаллов гипса с поверхностью картона и с образованием прочной плиты. Эффективное воздействие крахмала в наибольшей мере проявляется при температурах 80°C – 90°C. Положительными сторонами технологии производства гипсокартонных плит с применением крахмального связующего является экологическая чистота производства, высокая прочность изделий, возможность ресурсосбережения (уменьшения затрат энергоносителей, снижение износа оборудования). Однако, это зависит от распределения крахмала по структуре гипсокартонной заготовки; от температуры сушки плиты; от количества крахмала на 1 м плиты при разной производительности (скорости движения заготовки).

Распределение крахмала по структуре гипсокартонной плиты определяется тест йодом:



Фото 1 - Правильное распределение крахмала по сечению плиты.



Фото 2 – Неправильное распределение крахмала по сечению плиты.

это раствор 100 г крахмала на 600 г воды. Наилучшие результаты достигаются если вязкость образующейся суспензии между 70°C и 90°C будет соответствовать виду «сироп» (фото 1). При таких условиях наиболее оптимально распределение крахмала по сечению плиты. Если вязкость как у геля, крахмал не будет мигрировать к поверхности раздела бумага - вода и получим плохую связь и прочность (фото 2 внизу). Из – за повышенной вязкости суспензия не достигает поверхности раздела бумага – сердечник, а кристаллизуется зернами, располагаясь внутри массы. Если вязкость как у воды, будет слишком сильное мигрирование крахмала (фото 2 сверху). Из – за повышенной жидкотекучести суспензия распределяется по массе в виде пятен.

Положительное свойство крахмала проявляется в обеспечении возможности использования высоких температур в сушилке при сушке изготавливаемой продукции.

Однако исследования показали, что оптимальной температурой сушки, при которой обеспечивается комплекс необходимых свойств, является 260 С. При более высоких температурах, образующиеся кристаллы гипса могут кальцинироваться на поверхности раздела бумага – ядро, что приводит к плохой связи и уменьшает прочность гипсокартонной плиты. Но в ходе процесса сушки крахмал в соединениях мигрирует к поверхности раздела бумага – ядро вместе с водой, покрывая образующиеся кристаллы гипса и предохраняя их от высушивания (кальцинирования).

Высокое качество и свойства продукции зависят также от количества крахмала на 1 м плиты при различных скоростях движения заготовки на конвейере. В ходе проведенных испытаний было установлено, что при стандартных скоростях движения заготовки на конвейере (30 м/мин и 80 м/мин) оптимальным количеством крахмала, при котором обеспечиваются необходимое качество и характеристики выпускаемой продукции являются

следующие. При скорости движения 30 м/мин количество крахмала на 1 м плиты не должно превышать 10,5 г/м, а при скорости движения заготовки 80 м/мин количество крахмала на 1 м плиты не должно превышать 28 г/м. В условиях производства расхождения с эталонными параметрами не должны превышать 5 % в большую сторону и 7% в меньшую сторону. Если в исходной шихте присутствует недостаточное количество крахмала или он в достаточной степени нерастворим (причина – слеживание крахмала в мешках при хранении на складе сырья), на поверхности гипскартонной плиты может появиться отшелушивание (отслоение бумаги от гипсового ядра). Если в исходной шихте количество крахмала превышает оптимальное, то происходит следующее:

- избыток крахмала перекрывает поры бумаги, что приводит к вздутию бумаги внутри сушилки (при перекрытых порах исключается испарение свободной влаги через бумагу);
- избыток крахмала может удерживать так сильно, что большое количество энергии (то есть теплоносителя) потребуется для удаления воды. Это приводит к увеличению времени сушки плиты, что недопустимо, расхода теплоносителя в процессе сушки плит, а также повышению стоимости выпускаемой продукции.

Проведенные исследования показали, что несоблюдение перечисленных требований приводит к нарушению технологического процесса производства: возрастает вероятность забивания сушилки, приводящее к остановке конвейера. В «лучшем» случае, когда при остановке сушилки нарушение качества и свойств поверхности гипскартонных плит визуально не обнаружено, на восстановление работы сушилки и запуск производства потребуется около 8 часов, а в худшем случае (загромождение проходов и роликов внутри сушилки), остановка работы сушилки, а следовательно и конвейера на 24 часа. Возможно иное развитие ситуации, когда такие плиты прошли сушилку не забив ее (если работник пропустил момент отклонения подачи крахмала от эталона) при этом плита после сушилки выходит на участок конечной обработки и формирования паллет готовой продукции, где происходит кантование плит лицом к лицу и обработка торцов плит. На завершающем этапе производства гипскартонных плит располагаются стопорные устройства, которые способствуют их правильному движению по технологической цепочке, где происходит крошение гипса с плиты, а при кантовании большая половина плит ломается из – за отсутствия связи между сердечником и бумагой. Раскрошенные плиты попадают на торцовку гипсовой поверхности, где происходит забивание чистовой торцевой плиты, а также образуется нагромождение бракованной продукции на столе пакетирования и вообще на всем участке торцовки и пакетирования. Происходит остановка производства до момента, когда будет очищен участок от нагромождений и произведена замена чистовых торцовочных фрез.

Поэтому четкое соблюдение технологического процесса производства способствует повышению производительности и качества гипскартонных плит, снижению себестоимости выпускаемой продукции и ресурсосбережению: снижается расход энергоносителя (в том числе и при работе оборудования в режиме пуск – остановка, а также в режиме выхода каждой секции сушилки на ее рабочие параметры); уменьшается износ рабочих органов оборудования; сокращается время на обслуживание оборудования и время цикла производства одной плиты.

ПОЛУКОКСОВАНИЕ ВЫСОКОСЕРНИСТЫХ СПЕКАЮЩИХСЯ УГЛЕЙ В ПРИСУТСТВИИ ДОБАВОК

Л. Ф. Бутузова, В.А. Сафин.

(Донецкий национальный технический университет.

Институт физико-органической химии и углехимии)

Раціональне використання вугілля з високим вмістом сірки – дуже актуальна проблема для Донецького регіону. Результати, наведені у роботі, показують вплив сірки на процеси напівкоксування, а також можливості інтенсифікації процесів спікання та знесірчування шляхом використання хімічної обробки вугілля.

Полукоксование является одним из наиболее перспективных методов термической переработки твердого топлива. В условиях этого процесса образуются продукты, сходные с продуктами коксования, а именно: бездымное твердое топливо, смола полукоксования и высококалорийный полукоксовый газ. При этом последние два продукта, представляющие собой ценное сырье для органического синтеза, получают в количестве, гораздо большем, чем при коксовании.

Важно отметить, что протекающие на стадии полукоксования превращения лежат в основе большинства других процессов промышленной переработки ТГИ. Поэтому полукоксование интересно не только как технологический процесс, но и как высокоинформативный метод исследования поведения углей при термической деструкции.

Донецкий регион богат коксующимися углями, однако большая их часть имеет высокое содержание серы и золы, т.е. относится к восстановленному типу –*в*, в сравнении с малосернистыми изометаморфными углями слабовосстановленного типа –*а*. Принадлежность углей к разным генетическим типам по восстановленности (ГТВ) при равной степени метаморфизма отражает условия их формирования на стадии диагенеза [1] и влияет на технологические свойства, такие как: коксуемость, активность к окислению, гидрированию и др. Широкое использование высокосернистых углей типа –*в* в энергетике и коксовании сопряжено с целым рядом проблем, так как приводит к отравлению катализаторов, снижению качества кокса, коррозии оборудования и загрязнению атмосферы.

Целью настоящей работы является исследование поведения углей марки Ж разных типов по восстановленности в процессе полукоксования, а также установление влияния предварительной химической обработки на выход и состав полученных продуктов. Обработку использовали для интенсификации процессов синтеза при термическом воздействии [2].

В качестве объектов исследования использовали изометаморфные пары жирных углей Донецкого бассейна, отличающихся генетическим типом по восстановленности.

Термическую деструкцию проводили классическим методом полукоксования в реторте Фишера (ГОСТ 3168 – 93). Состав полукоксового газа определяли в аппарате ВТИ (Всесоюзного теплотехнического института).

Предварительную химическую обработку углей осуществляли непосредственно перед пиролизом 1%-ным раствором инициатора радикальной полимеризации ДАК (динитрил азобисизомасляной кислоты) или продукта дистилляции каменноугольной смолы – поглотительного масла. Добавки растворяли в диэтиловом эфире и высушивали при комнатной температуре до постоянной массы.

Жидкие продукты полукоксования разделяли в соответствии с основной схемой исследования, описанной ранее [3]. Асфальтены выделяли как вещества, нерастворимые в гексане, но растворимые в бензоле. Растворимые в гексане масла (мальтены) обрабатывали 10% -ной H_2SO_4 , 13%-ной $NaHCO_3$ и 10%-ной $NaOH$ для получения органических оснований, карбоновых кислот, фенолов и нейтральных масел. Последние подвергали гель-хроматографии на силикагеле с использованием гексана, бензола и ацетона (1:1) в качестве элюэнт для выделения парафино-нафтеновых, ароматических фракций и смолы. Гексановый элюат, полученный в результате гель-хроматографии на силикагеле,

анализировали газо-хромато-масс-спектрометрическим методом (г.х.-м.с.) на газовом хроматографе, соединенном с масс-спектрометром GEOL-D 300.

Элементный и технический анализы образцов представлены в таблице 1. Как видно из таблицы, угли типа *в* отличаются повышенным содержанием водорода, серы, большим выходом летучих веществ и зольностью. Толщина пластического слоя для спекающихся восстановленных углей больше, чем для слабовосстановленных.

Материальный баланс полукоксования представлен в таблице 2. Из таблицы следует, что образцы восстановленного типа дают меньший выход полукокса и воды, но больший выход парогазовых продуктов (смолы и газа) по сравнению со слабовосстановленными, что прекрасно согласуется с данными определения выхода летучих продуктов.

Таблица 1. Характеристика исходных углей Донецкого бассейна, мас. %

№	Шахта, пласт	Марка	Тип	A ^d	V ^{daf}	Y, мм	C ^{daf}	H ^{daf}	O ^{daf}	S ^d
1	Гагарина, м ³	Ж	<i>a</i>	3,7	28,7	22	87,4	5,1	5,4	0,7
2	Засядько, л ₄	Ж	<i>a</i>	2,6	31,7	23	87,8	5,16	5,09	1,09
1'	Гагарина, м ⁰ ₄	Ж	<i>в</i>	12,2	35,6	32	83,6	4,9	8,41	3,75
2'	Засядько, к ₈	Ж	<i>в</i>	2,7	31,7	27	87,3	5,23	5,99	2,81

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 *a*, напротив, наблюдается снижение выхода полукокса и резкое увеличение выхода газа. Это происходит, по-видимому, из-за изменения направления радикальных реакций, которые активнее осуществляются в газовой фазе. Сказанное подтверждается данными по увеличению общего количества газа и содержания в нем углеводородов и водорода (таблица 3).

Таблица 2. Выход продуктов полукоксования, мас. %

№	Шахта, пласт, способ обработки	Тип	m _{пк} , %	m _{воды} , %	m _{см} , %	m _г , %
1	Гагарина, м ³	<i>a</i>	84,4	2,3	5,3	8
2.1	Засядько, л ₄	<i>a</i>	82,7	3,2	5,9	8,2
2.2	Засядько, л ₄ (ДАК)	<i>a</i>	79,4	2,1	5,9	12,6
2.3	Засядько, л ₄ (масло)	<i>a</i>	85,6	2,1	6,4	5,9
1'	Гагарина, м ⁰ 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

Увеличение выхода полукокса для углей разных типов в присутствии поглотительного масла, свидетельствует о том, что эта добавка способствует увеличению толщины пластического слоя.

Полукоксы, полученные из углей типа **в**, более пористые и менее прочные, чем из углей слабовосстановленного типа, что связано, прежде всего, 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 жирного угля восстановленного типа, содержит значительно больше метана, водорода и сероводорода в сравнении с газом, полученным из углей типа **а**.

Использование предварительной химической обработки увеличивает содержание в газе ценных горючих компонентов, т.е. дает возможность получить газ с большей теплотой сгорания. Кроме того, добавки позволяют перевести в газ большее количество серы в виде сероводорода.

Таблица 3. 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, л ₄	а	1,99	15,46	3,17	6,54	46,02	59,52
2.2	Засядько, л ₄ (ДАК)	а	2,34	12,60	4,02	6,52	47,14	57,30
2.3	Засядько, л ₄ (масло)	а	2,73	13,26	3,47	5,20	38,76	55,95
2.1'	Засядько, к ₈	в	19,76	3,89	5,61	6,54	55,39	106,42
2.2'	Засядько, к ₈ (ДАК)	в	21,16	6,49	7,75	9,59	72,63	112,42
2.3'	Засядько, к ₈ (масло)	в	19,32	9,77	2,55	6,54	79,60	101,76

Таким образом, в работе продемонстрирована возможность химической модификации углей с целью интенсификации процессов их спекания и обессеривания при термической переработке.

Список литературы:

1. Маценко Г.П. Микрокристаллические включения пирита как петрографический показатель типов по восстановленности донецких углей // Химия твердого топлива, 1983. - № 1. - С.13 - 19.
2. Турчанина О. Н., Бутузова Л. Ф., Сафин В. А., Исаева Л. Н. Использование химической модификации в процессах термической переработки бурых углей // Вопросы химии и химической технологии. – 2002. - №6. – С. 119 – 121.
3. Minkova V., Razvigorova M., Goranova M., Ljutzkanov L., Angelova G., Fuel 1991, 70, 713

УДК 669.019.02

**КОНСТРУКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И
БЕЗОПАСНОСТИ КОНВЕЙЕРНЫХ ГАЛЕРЕЙ НА КОКСОХИМИЧЕСКОМ ЗАВОДЕ**

Агеев А. И., Парфенюк А. С., Гайдаенко А. С.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

В работе проведен анализ аварийных состояний металлоконструкций транспортёрных галерей и рассмотрены конструктивные методы предупреждения выявленных причин аварий.

Конвейерная галерея представляет собой инженерное сооружение мостового типа массой сотни тонн, расположенное на значительной высоте. Внутри пролетных строений размещаются ленточные конвейеры для транспортировки сыпучих материалов, а также проходят различные технологические коммуникации. На коксохимических предприятиях стальные конструкции конвейерных галерей работают в условия средней степени агрессивности среды, основной вид износа – коррозионный. Конвейерные галереи и эстакады составляет около 1,96 % в общем объеме металлоконструкций. Конвейерные галереи обеспечивает непрерывное транспортирование угля, шихты и кокса и их разрушение приведет к нарушению работы коксовых печей. Бункеры-накопители на складах угля обеспечивают запас не более чем на 3 суток, а бункеры угольной башни на коксовых батареях – до 24 часов.

Аварии галерей наносят экологический ущерб и представляют угрозу для жизни и здоровья рабочих. В предаварийных ситуациях опасность для обслуживающего персонала и монтажников возрастает, так как обнаруженные дефекты необходимо быстро ликвидировать, а обеспечить безопасность работ в этом случае очень сложно. К тому же кроме явных дефектов могут быть скрытые, которые повышают вероятность аварии. Поэтому одна из важнейших задач – обеспечение надежности и безаварийности строительных конструкций галерей в течение всего срока службы, который составляет в среднем 40 лет.

Одним из путей решения данной задачи является анализ множества аварийных состояний и аварий конвейерных галерей, который позволил нам классифицировать их причины следующим образом:

1. Ошибки проектирования;
2. Дефекты монтажа конструкций;
3. Низкое качество стального проката;
4. Длительный срок эксплуатации без капитального ремонта;
5. Несоблюдение требований по антикоррозионной защите;
6. Нарушение норм пожарной безопасности;
7. Перегрузка несущих конструкций.

Одна причина или сочетание двух приводят к аварии.

Следовательно, предупредить аварии можно организацией надежной системы технического контроля и надзора на стадиях проектирования изготовления, монтажа, эксплуатации и демонтажа. Соблюдение стандартов и норм позволит избежать появления и развития дефектов, характерных для конвейерных галерей, которые представлены на рис. 1.

Другим путем предупреждения аварийных состояний является применение наиболее технологичных типов конструкций и материалов, которые позволяют повысить надежность и долговечность конвейерных галерей за счет упрощения и удешевления эксплуатации или исключения воздействия негативных факторов.



Рисунок 1 – Дефекты металлоконструкции конвейерных галерей

По типу конструктивных решений пролетные строения галерей принадлежат к одной из трех групп [1] с несущими конструкциями из стальных ферм с параллельными поясами, сварных двутавровых балок или металлических оболочек прямоугольного и круглого сечения, совмещающих несущие и ограждающие функции.

Опыт применения конвейерных галерей с металлическими оболочками показал, что их долговечность и ремонтпригодность заметно ниже чем у галерей других типов из-за характерных для них неточностей монтажа, неоднородности металла по всей длине галереи, повышенная степень коррозии и особенно в нижней части оболочки. При критическом снижении несущей способности невозможно произвести непосредственное усиление оболочки. Для обеспечения дальнейшей работы необходим монтаж фермы с параллельными поясами вокруг нее. Поэтому при проектировании данного типа галерей необходимо учитывать их недостаточно высокую долговечность и высокую стоимость ремонтно-восстановительных работ.

Применение строительных конструкций из сварных двутавровых балок позволяет упростить процесс монтажа и эксплуатации, а также предотвратить аварии галерей вследствие пожара. Это достигается за счет того, что несущие конструкции находятся под перекрытием галереи и защищены от температурного воздействия. Срок возведения такой конструкции ниже чем у несущих конструкций из оболочек и ферм, а значит обеспечивается быстрое восстановление подачи материала при возможной аварии. Но применение такой конструкции повышает капитальные затраты за счет увеличения материалоемкости конструкции, а значит приводит к нерациональному использованию ресурсов.

Среди несущих конструкций из стальных ферм наиболее перспективными являются конструкции из труб. Применение труб позволяет снизить влияние коррозионной среды за счет уменьшения удельной поверхности конструкций. Коэффициент влияния типа сечения на скорость коррозии для труб равен 1; для замкнутого коробчатого сечения – 1,1; для листа, одиночного проката или гнутого профиля – 1,4; для составного профиля – 2,0 [2]. Значит такое решение теоретически позволит снизить скорость коррозии в 2 раза, так как наиболее распространены составные профили. Использование труб в стальных конструкциях обеспечивает следующие преимущества [3]:

- снижение расхода стали на 30-50% по сравнению с аналогичными конструкциями, выполненными из профилей;
- снижение стоимости транспортировки;
- повышение технологичности антикоррозионных покрытий и снижение их площади на 30-50%;
- обеспечение естественного стока воды с поверхности труб;

– повышение долговечности конструкции на 40%.

К основным недостаткам относят высокую цену труб по сравнению с горячекатаным профилем, а также усложнение процессов изготовления деталей и сварки. Если учесть, что стоимость материалов составляет 75% цены конструкции, а стоимость монтажа и затраты на проектирование – 25%, то можно рассчитать коэффициент удорожания конструкции:

$$\hat{E} = \frac{\dot{O}_{\text{от}} / \dot{O}_{\text{п}} \cdot 0,75 + 0,25}{0,75 + 0,25},$$

где $\dot{C}_{\text{тк}} / \dot{C}_{\text{оп}}$ – отношение цены 1 т труб к 1 т профиля.

Отношение зависит от размеров труб и профиля, но в среднем составляет 1,2. Значит применение труб дороже всего на 15%. С учетом экономии металла и повышения долговечности можно сделать вывод, что цена конструкции из труб будет ниже цены конструкции из профиля.

Другим недостатком является сложность выявления дефектов внутренней поверхности при монтаже и обследовании. Но совершенствование контрольно-измерительной аппаратуры позволит исключить этот недостаток.

Для повышения эффекта от использования труб для несущих конструкций можно использовать трубобетон. Трубобетонный стержень является комплексной конструкцией, состоящей из стальной трубы и бетонного ядра, работающих совместно [4]. Такая конструкция обладает многими положительными качествами. Прочность бетонного ядра, стесненного стальной оболочкой как обоймой, повышается примерно в 2 раза по сравнению с первоначальной. Изоляция бетона от агрессивной среды повышает его долговечность. Трубобетонные элементы эффективны только при работе на сжатие, а значит они могут использоваться только для опор и элементов ферм подвергающихся сжатию. Успешное применение трубобетона в гражданском строительстве создает предпосылки для его внедрения также и в промышленном строительстве.

По предварительным расчетам применение труб позволяет значительно снизить как капитальные, так и эксплуатационные затраты, но внедрение трубчатых несущих металлоконструкций в производство показало, что их материалоемкость на 13% выше чем у строительных конструкций из профиля, а стоимость монтажа увеличилась на 10%. Это произошло вследствие значительного превышения несущей способности строительных конструкций, которое должно обеспечить их надежность и долговечность при невыполнении условий эксплуатации (защита антикоррозионным покрытием, уборка и др). Такой способ повышения надежности приводит к нерациональному использованию ресурсов и снижению экономического эффекта от внедрения трубчатых конструкций.

Повышение надежности стальных строительных конструкций без их удорожания в условиях коксохимического завода может быть достигнуто только с использованием трубчатых и трубобетонных конструкций при обеспечении надзора за проведением работ по защите антикоррозионными покрытиями и контролю за состоянием конструкций.

Список литературы:

1. Руководство по проектированию транспортерных галерей / Ленингр. Промстройпроект Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1979. – 104 с.
2. Шевяков В. П. Проектирование защиты строительных конструкций химических предприятий от коррозии. – М.: Стройиздат, 1984. – 168 с.
3. Брудка Ян Трубчатые стальные конструкции. Пер. с польск. М.: Стройиздат, 1985. – 207 с.
4. Кикин А. И., Санжаровский Р. С., Труаль В. А. Конструкции из стальных труб, заполненных бетоном. М.: Стройиздат, 1974. – 144 с.

РЕГИСТРАЦИОННЫЙ МЕТОД МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

Филатов Ю.В.

(ЗАО «Донецксталь»-металлургический завод)

Королев В.П., Бондаренко А.В.

(ОАО «Укрниипроектстальконструкция им. В.Н.Шимановского»,

Донбасский центр технологической безопасности)

Рассматриваются возможности использования процессного подхода к определению регламентных положений эксплуатации строительных конструкций по фактическому состоянию. Предлагается методика мониторинга технического состояния конструкций с учетом показателей ремонтпригодности для объектов после окончания нормативного срока эксплуатации.

Обеспечение безаварийной эксплуатации строительных конструкций зданий и сооружений включает анализ комплекса количественных и качественных показателей безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости на основе выполнения требований нормативных документов. Одним из актуальных вопросов научно-технического обеспечения технологической безопасности производственных объектов в период оценки технического состояния, усиления и реконструкции является обоснование мер по восстановлению работоспособности конструкций [1]. Необходимость определения дополнительных требований по критериям ремонтпригодности относится в первую очередь к объектам, для которых сроки службы конструктивных элементов превышают нормативные значения. С целью мониторинга технического состояния конструкций в процессе эксплуатации разработана база данных «Ресурс», состав и функции которой регламентированы положениями «Интегрированной системы управления качеством, экологией и охраной труда» стандарта предприятия СТП 101С-6.3-05-2007 «Обеспечение технологической безопасности при эксплуатации строительных конструкций зданий и сооружений» [2].

В данной работе представлена методика предупреждения аварийных ситуаций на основе оценки степени критичности дефектов и повреждений (θ_f) при установленных значениях ремонтпригодности конструкций. 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. Контроль качества работ при ремонтах и усилении несущих и ограждающих конструкций осуществляется по требованиям действующих норм к обеспечению несущей способности, эксплуатационной пригодности и долговечности. Важным условием обеспечения технологической безопасности при выполнении ремонтных работ по фактическому состоянию конструкций является контроль и надзор за характером и степенью развития дефектов и повреждений конструкций в период подготовки и проведения ремонтно-восстановительных работ.

В соответствии с принятым подходом к оценке контролируемых объектов в СТП 101С-6.3-05-2007 установлены три вида дефектов и повреждений (несовершенств): критические (категория «А»), значительные (категория «Б») и малозначительные (категория «В»).

Степень критичности дефектов и повреждений конструкций (θ_f) определяется дифференцировано по объектному признаку:

$$\theta_f = \sum \omega_i \nu_i \quad (1)$$

где ν_i - относительная частота появления дефекта или повреждения конструкции;

ω_i - весовая характеристика несовершенств конструкции.

Обеспечение ремонтпригодности при продлении ресурса имеет целью гарантировать поддержание работоспособного состояния на основании оценивания соответствия и разработки в случае необходимости корректирующих мер по техническому контролю и восстановлению эксплуатационных показателей конструкций.

На основании мониторинга технического состояния, регистрации дефектов и повреждений в базе данных «Ресурс» назначается режим непрерывного или выборочного контроля (табл.1) в зависимости от категории несовершенств. Выборочный контроль может быть трех видов: усиленный, нормальный и ослабленный. Показатель ремонтпригодности (T_B) определяется по формуле:

$$T_B = T_0 + T_y, \quad (2)$$

где T_0 – продолжительность контроля при выявлении дефектов и повреждений, год;

T_y – продолжительность технического обслуживания и ремонта, год.

Таблица 1.

Уровни и показатели ремонтпригодности при мониторинге технического состояния конструкций

Уровень ремонтпригодности	Показатель ремонтпригодности, T_B , год	Вид контроля	Характеристика вида дефектов и повреждений
1	$T_B \leq 0,02$	Непрерывный	Наличие хотя бы одного критического дефекта или повреждения (категория «А»). Допускаются (или могут отсутствовать) несовершенства категорий «Б», «В».
2	$0,02 < T_B \leq 0,08$	Усиленный	Несовершенства категории «А» отсутствуют. Имеются один или несколько значительных дефектов или повреждений (категория «Б»). Допускаются несовершенства категории «В».
3	$0,08 < T_B \leq 0,5$	Нормальный	Несовершенства категории «А», «Б» отсутствуют. Имеются малозначительные дефекты или повреждения (категория «В»)
4	$T_B > 0,5$	Ослабленный	Дефекты и повреждения категорий «А», «Б», «В» отсутствуют.

Разработанный методический подход позволяет использовать регистрационную информацию о дефектах и повреждениях базы данных «Ресурс» для статистического анализа повреждаемости конструкций зданий и сооружений по объектному признаку. Изменение вида контроля для отдельных конструкций, имеющих высокую критичность дефектов и повреждений, создает возможность для предупреждения аварийных ситуаций путем активного регулирования мер по техническому надзору. В качестве дополнительных характеристик технологической безопасности, способных оказывать корректирующее влияние на программу обеспечения надежности (ПОН) при усилении и реконструкции объектов повышенной опасности рассматриваются:

- предельные уровни дефектности и повреждаемости по конструктивным элементам для установленных категорий несовершенств;
- планы контроля в зависимости от объема контролируемых элементов при заданных рисках ремонтного обслуживания по фактическому состоянию конструкций;

- показатели ремонтпригодности, регулирующие продолжительность работ по технической диагностике и восстановлению работоспособного состояния конструкций зданий и сооружений.

Результаты мониторинга технического состояния, преимущества регистрации, накопления и анализа данных о дефектах и повреждениях конструкций в процессе эксплуатации создают условия для обоснованного принятия решений при регулировании безопасности объектов, близких к исчерпанию нормативных сроков эксплуатации.

Список литературы:

Стан та залишковий ресурс фонду будівельних металевих конструкцій в Україні / А.В. Перельмутер, В.М. Гордеев, С.В. Горохов., Єгоров Є.А., Корольов В.П., Лантух-Лященко А.И., Оглобля А.И.— К.: УІНСІЗР, 2002. — 132 с.

2. Королёв В.П., Филатов Ю.В. Оценка риска при техническом регулировании безопасности производственных зданий и сооружений./V міжн. наук.-техн. конф. “Будівельні металеві конструкції: сьогодення та перспективи розвитку”./ 19-22 вересня 2006 р., Київ.- К.: Видавництво “Сталь”, с.287-290.

УДК 624.014.012

СТРУКТУРА НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

С.В. Колесниченко

(Донбасский центр технологической безопасности
ОАО «УкрНИИпроектстальконструкция им. В.Н. Шимановского»)

А.А. Кулик

(ЗАО «Макеевкокс»)

В.А. Суярко

(ОАО «Ясиновский коксохимический завод»)

В статье приводятся требования к стандарту предприятия по проблеме составляющей технологической безопасности – эксплуатации конструкций зданий и сооружений. Рассмотрена структура стандарта, содержание основных разделов, связь документа с действующей нормативной базой.

В настоящее время в Украине действует значительное количество нормативных документов государственного уровня, регламентирующих составляющую технологической безопасности - эксплуатацию конструкций зданий и сооружений в условиях действующего предприятия. Сюда, прежде всего, следует отнести Постановления КМУ № 409 (5.05.1997 г.), № 1243 (22.08.2004 г.), № 1331 (8.10.2004) и разработанные на их основе документы [5]. Существует также система отраслевых документов, регламентирующая правила безопасной эксплуатации зданий и сооружений, например, для предприятий горно-металлургического комплекса представленная «Правилами ...» и «Положениями ...» [7-9].

Все эти нормативные документы требуют внедрения на каждом предприятии соответствующих стандартов и регламентов, в которых для конкретных производственных условий были бы закреплены полномочия подразделений и служб в части надзора и контроля за нормальной эксплуатацией строительных конструкций.

Такие же требования определяются и стандартами серии ISO 9000 и 9001 «Система менеджмента качества», ISO 14000 «Система менеджмента окружающей среды» и ISO 18001 «Система управления профессиональной безопасностью и здоровьем». Причем система стандартов предприятия не должна подменяться разрабатываемыми в соответствии с требованиями стандартов ISO документированными процедурами, а наоборот, входит составной частью в систему этих документов. При этом не обязательно, чтобы такой документ носил название «Стандарт», он может называться и «Технический регламент» и «Руководство» и «Инструкция». Главное, чтобы его утверждение первыми руководителями предприятия, согласование и введение в действие осуществлялось в надлежащем порядке.

На основании имеющегося опыта разработки таких документов для предприятий коксохимических и металлургических производств Донецкой области, нами предлагается следующая структура «Стандарта по обеспечению технологической безопасности при эксплуатации строительных конструкций зданий и сооружений» (в дальнейшем по тексту – Стандарт).

Первый раздел стандарта должен определять его основные цели и задачи. Здесь описываются процессы системы эксплуатационного состояния конструкций зданий и сооружений с учетом технологических особенностей предприятия, существующей отраслевой нормативно-технической базы, степени обеспечения ресурсами, управления, обслуживания и организации ремонтных работ. В этом же разделе должны приводиться все нормативные ссылки и основные положения процедуры оценки требований технологической безопасности. Особое внимание следует уделять номенклатуре зданий и сооружений, входящих в рамки распространения стандарта. В дальнейшем, распределение обязанностей и полномочий служб будут назначаться именно исходя из этого.

Отдельным разделом должны быть принципы обеспечения технологической безопасности при эксплуатации зданий и сооружений. Здесь подробно описываются задачи менеджмента технологической безопасности (МТБ), последовательности решения задач, описание всех процедур, входящих в систему МТБ.

В этом разделе описываются основные требования к процедурам паспортизации, мониторинга, технического обслуживания и ремонтов зданий и сооружений, описываются полномочия и процедуры взаимодействия производственной организации с организациями – подрядчиками, специализированными организациями, органами государственного контроля. Также в этом разделе дается характеристика режимов эксплуатации здания (от нормального до ликвидации), характеристики, описывающие каждое состояние, и процедуры принятия решений в системе МТБ.

Так, например, при описании процедуры паспортизации указываются виды паспортов, сроки и условия их создания, хранения и оформления, внесения изменений, полномочия собственных служб и полномочия сторонних специализированных предприятий в процессе всех этапов и процедур паспортизации.

Отдельной составной частью стандарта должна быть представлена организация управления предприятия по обеспечению технологической безопасности. Именно здесь закрепляются полномочия служб по эксплуатации зданий и сооружений из общего списка, определенного в первом разделе. При формировании служб, ответственных за безопасную эксплуатацию зданий и сооружений должны быть изучены сложившиеся на предприятии структурные схемы, должностные полномочия, логические связи, схемы управления и условия технологических процессов.

Для успешного преодоления этой проблемы следующий раздел должен описывать правила проведения работ по обеспечению технологической безопасности. Данная часть стандарта должна включать разделы по содержанию конструкций зданий и сооружений, надзор за их состоянием, правила проведения обследования, паспортизации и выполнения ремонтных работ. На основании действующих норм, прописывается процедура расследования причин аварий и обрушений конструкций зданий и сооружений.

Одной из важных задач стандарта является нормирование процедуры правильной классификации обнаруженных в процессе обследований и осмотров повреждений и дефектов.

Предлагаемая [6] классификация на наш взгляд является наиболее рациональной. В зависимости от уровня опасности каждый дефект (повреждение) может быть трех категорий «А» «Б» «В». Категорирование дефектов (повреждений) является непростой задачей и для ее решения часто необходимо использовать расчетные процедуры.

Наиболее рациональным шагом для дальнейшей систематизации повреждений и дефектов является использование информационных электронных баз данных хранения и обработки результатов обследований и осмотров [10,11]. Учитывая развитие информационных технологий, стандарт должен регламентировать возможное их внедрение в общее информационное поле предприятия.

Являясь интегрированным документом, стандарт должен описывать структуру и правила заполнения действующих на предприятии документов и учетных журналов по контролю состояния технологической безопасности. Причем образцы этих документов должны быть представлены в приложениях к стандарту, а сама процедура документооборота регламентирована в соответствующей главе основаного содержания.

Совместно с требованиями к документам, в стандарте обязательно должен содержаться раздел, касающийся требований у персоналу, ответственному за безопасную эксплуатацию зданий и сооружений предприятия. Причем устанавливаются не только профессиональные требования, но и обязательное повышение квалификации, обучение, сдача экзаменов и получение образовательных документов.

Отдельным разделом в стандарте должна быть представлена ответственность должностных лиц за обеспечение требований технологической безопасности.

В приложениях к основной части стандарта должны содержаться:

- термины и определения;
- список сокращений;
- организационная структура службы технического надзора и службы надзора и эксплуатации зданий (сооружений);
- формы и образцы журналов, ведомостей и актов;
- указания по составлению ведомостей дефектов и повреждений;
- рекомендации по обследованию строительных конструкций зданий и сооружений;
- рекомендации по надзору и содержанию строительных конструкций зданий и сооружений

Список литературы:

1.Постанова КМУ № 409 від 5 травня 1997 р. «Щодо забезпечення надійної та безпечної експлуатації будівель, споруд та інженерних мереж».

2.Постанова КМУ № 1243 від 22 вересня 2004 р. «Порядок прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів».

3.Постанова КМУ № 1313 від 22 серпня 2000 р. «Про затвердження програми запобігання та реагування на надзвичайні ситуації техногенного і природного характеру на 2000-2005 роки»

4.Постанова КМУ № 1331 від 8 жовтня 2004 р. "Про затвердження Державної науково-технічної програми "Ресурс".

5.Нормативные документы по вопросам обследования, паспортизации, безопасной и надежной эксплуатации производственных зданий и сооружений. / Государственный комитет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины, Госнадзорохрантруда Украины. К., 1997.

6.ДБН 362-92. Оценка технического состояния стальных конструкций эксплуатируемых производственных зданий и сооружений.

7.Правила технической эксплуатации производственных зданий и сооружений предприятий горно – металлургического комплекса Украины./ Утверждены Министерством промышленной политики Украины 12 ноября 2003 г., 91 с.

8.Положение о службе технического надзора и ремонта производственных зданий и сооружений предприятий горно-металлургического комплекса. / Министерство пром. политики Украины. // Днепропетровск., 2003 г.- 23 с.

9.Правила технической эксплуатации коксохимических предприятий/ Гипрококс, УХИН, Укркокс. Харьков , 2001 г., 309 стр.

10. Забезпечення надійності й безпечної експлуатації будівельних металоконструкцій. О.В.Шимановський, В.М. Гордєєв, В.П. Корольов, О.І. Оглобля./ Будівництво України. №2, 2004, стор. 15-18.

11. Нормативное обеспечение безопасности зданий и сооружений при оценке остаточного ресурса металлоконструкций. Шимановский А.В., Гордеев В.Н., Королев В.П., Оглобля А.И., Перельмутер А.В./Сб. трудов VIII Украинской научно-технической конференции «Металлические конструкции. Взгляд в прошлое и будущее», 2004 г., стр. 417-428.

СТРУКТУРА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

С.В. Колесниченко

(Донбасский центр технологической безопасности
ОАО «УкрНИИпроектстальконструкция им. В.Н. Шимановского»)

С.Я. Джерен, В.Г. Шкода

(филиал «Металлургический комплекс» ЗАО «Донецксталь» - металлургический завод»)

В статье рассматривается структура технической эксплуатации конструкций зданий и сооружений, установлены взаимосвязи между отдельными ее компонентами.

Техническая эксплуатация (ТЭ) зданий и сооружений является комплексной составной частью технологической безопасности предприятия, состоящей из ряда независимых процедур. На основании анализа действующих нормативных государственных и отраслевых документов [1-4], составлена блок-схема ТЭ, представленная на рис.1.

ТЭ зданий и сооружений состоит из трех основных частей: мониторинга, ремонта и паспортизации.

В свою очередь, мониторинг представляющий собой комплекс непрерывных работ, состоит из надзора и содержания строительных конструкций зданий и сооружений. На предприятиях горно-металлургического комплекса Украины функция надзора возложена на службы (отделы) технического надзора (СТН), а задачи содержания решают владельцы объектов – цеховые службы эксплуатации (ЦСЭ).

При этом под надзором понимаются действия СТН, направленные на своевременное проведение работ по обследованиям конструкций зданий и сооружений для оценки их технического состояния и увеличения срока службы. В функции надзора также входит контроль за своевременно проведенными осмотрами конструкций, выполняемыми ЦСЭ, и контроль проведенных ремонтных работ. Учитывая значительный износ строительных конструкций [5], возможно создание прогнозных моделей дальнейшей эксплуатации зданий и сооружений, что в комплексе с работами по надзору и содержанию является технической диагностикой.

Однако, задача разработки прогнозных моделей дальнейшей эксплуатации конструкций является самостоятельной задачей, решаемой на основании систематизации данных по повреждениям и дефектам всего жизненного цикла. Для условий промышленных предприятий Донбасса важной составляющей при прогнозировании коррозионных потерь являются сведения по температурно-влажностным режимам, технологическим циклам производственного процесса.

Задачами содержания конструкций занимаются ЦСЭ. На основании утвержденных графиков, уполномоченные лица проводят регулярные осмотры, в которых фиксируются обнаруженные дефекты и повреждения. Осмотры оформляются соответствующими актами, которые, в свою очередь, вместе с результатами обследований, проводимыми специализированными организациями, являются основанием для формирования заявок на выполнение ремонтных работ. Проведение ремонтов осуществляется на основании графиков, составленных отделом главного механика и согласованных с СТН и производственным цехом.

Важной составляющей ТЭ является паспортизация зданий и сооружений. Для нового объекта во время его сдачи в эксплуатацию составляется архитектурно-технический паспорт. В этом документе, кроме основных архитектурно-строительных разделов, должны указываться гарантийные обязательства организации – генподрядчика на основные виды строительных работ. По истечении гарантийного срока предприятие, на балансе которого находится здание, обязано провести обследование и составить технический паспорт. В техническом паспорте должна содержаться оценка как технического состояния конструкций и сетей, так и оценка здания (сооружения) в целом. Документ также должен содержать

основные обмерочные чертежи, расчетные листы, рекомендации и сроки устранения обнаруженных повреждений и дефектов, а также сроки последующих обследований.

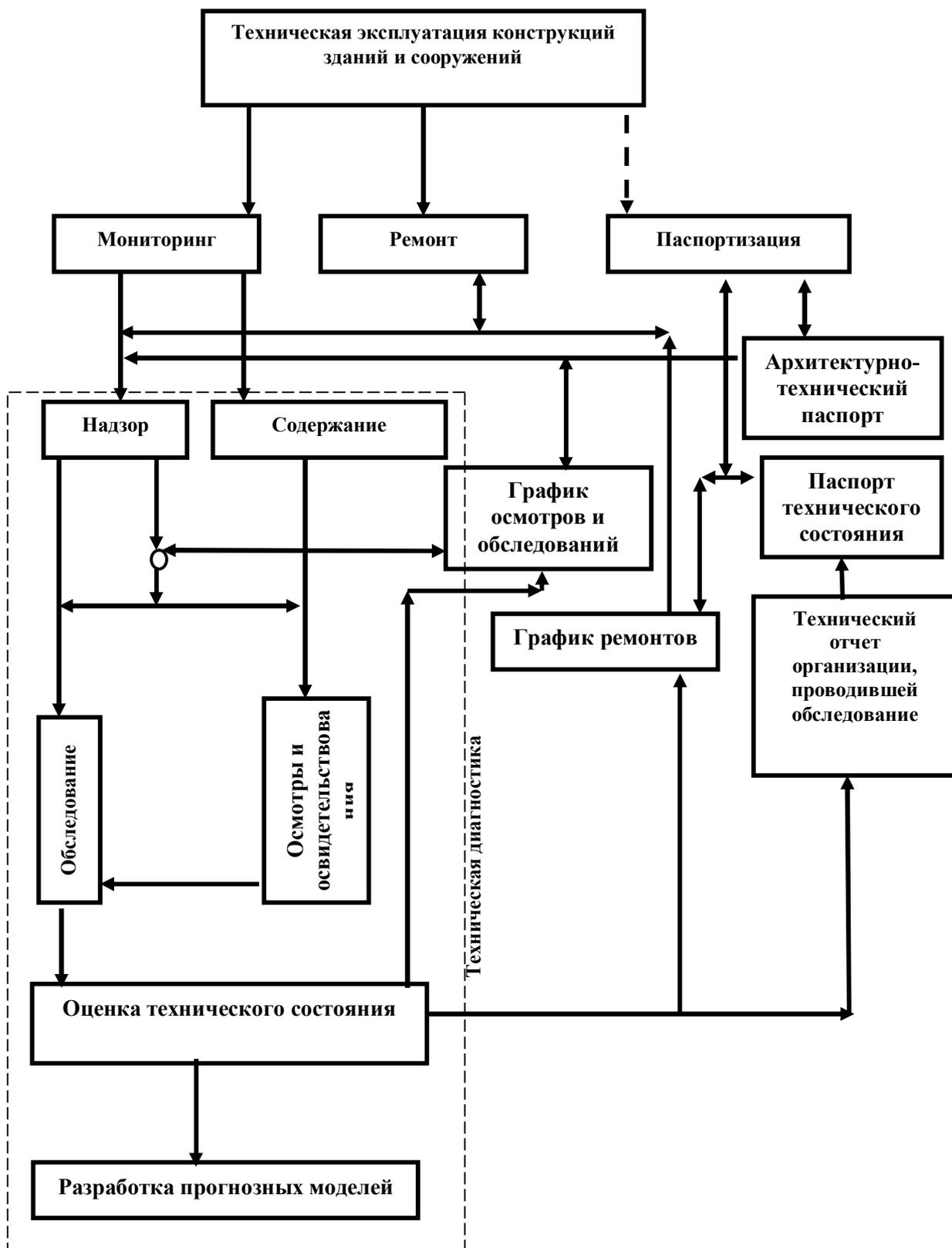


Рис. 1. Блок-схема технической эксплуатации конструкций зданий и сооружений

Список литературы:

1. Нормативные документы по вопросам обследования, паспортирования, безопасной и надежной эксплуатации производственных зданий и сооружений. / Государственный комитет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины, Госнадзорхрантруда Украины. К., 1997.

2.Правила технической эксплуатации производственных зданий и сооружений предприятий горно-металлургического комплекса Украины./ Утверждены Министерством промышленной политики Украины 12 ноября 2003 г., 91 с.

3.Положение о службе технического надзора и ремонта производственных зданий и сооружений предприятий горно-металлургического комплекса. / Министерство промышленной политики Украины. // Днепропетровск., 2003 г.- 23 с.

4.ДБН 362-92. Оценка технического состояния стальных конструкций эксплуатируемых производственных зданий и сооружений.

5.Аналіз технічного стану та проблем експлуатації будівельних металевих конструкцій в Україні. О.В. Шимановський, В.М. Гордєєв, М.О. Микитаренко та ін./ Будівельні конструкції, 2001 р., №3, стор. 18-24.

УДК 624.014:620.193

СТАН І ЗАХОДИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В ОСНОВНИХ ГАЛУЗЯХ ЕКОНОМІКИ ДОНБАСУ

Корольов В.П., Колесніченко С.В.

(Донбаський центр технологічної безпеки

ВАТ “УкрНДІПроектстальконструкція ім. В.М. Шимановського”)

Висоцький Ю.Б.

(ДонНТУ, Донецьк, Україна)

Вплив процесів старіння і зносу на можливість аварійного руйнування будівельних конструкцій є однією з головних міжгалузевих проблем безпеки. Аналіз технічного стану будівель і споруд, збудованих не тільки у 50-70 роки, але й за останні 10-20 років, свідчить про те, що в їх утриманні немає належного порядку, відповідної системи, яка забезпечувала б кваліфіковану експлуатацію, інженерну діагностику їх стану, вчасний ремонт, реновацію та упереджувала б аварії, забезпечуючи тим самим збереження основних фондів підприємств та небажані порушення екологічного стану навколишнього середовища.

1. ПРОБЛЕМА РЕСУРСУ ТА ЗАХОДИ ЩОДО ЗАПОБІГАННЯ КОРОЗІЙНИХ ВТРАТ КОНСТРУКЦІЙ

Протягом останніх літ спостерігається стійка тенденція до зростання кількості надзвичайних ситуацій техногенного походження з людськими жертвами та значними матеріальними збитками. Чорнобильська катастрофа виявилася найкрупнішою у світі, її вплив поширився на всю планету. Проблема безпеки, яка розуміється як захищеність людини і оточуючого середовища від шкідливих впливів техносфери, ставиться у ряд пріоритетних не тільки через численні аварії і катастрофи, але і як закономірний наслідок науково-технічного прогресу, бо внутрішня природа складних систем, що підпорядковані законам ймовірності, не виключає виникнення так званих нештатних ситуацій.

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 у межах відповідних адміністративно-територіальних одиниць. За ініціативою Міжвідомчої комісії з питань науково-технологічної безпеки при Раді національної безпеки і оборони України і згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 1331 від 8 жовтня 2004 р. за участю ведучих організацій Донецького наукового центру НАН і МОН України проведена робота з формування регіональної складової Державної науково-технічної програми "Ресурс".

Суттєво погіршується стан безпеки на підприємствах металургійного комплексу. Через відсутність фінансування у цій галузі давно не відновлюються виробничі фонди, повільно здійснюється перехід на більш досконалі технологічні процеси, несвоєчасно ремонтуються або виводяться із експлуатації небезпечні будівлі та споруди. Внаслідок цього зараз експлуатується 42% обладнання, яке вичерпало передбачений ресурс роботи, а технічний стан 10% будівель і споруд не відповідає будівельним нормам і правилам.

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.

За останні роки відзначається лавинне зростання кількості аварій техногенного характеру. Аналіз ситуації в Донбасі на виробничих об'єктах гірничодобувної, металургійної, машинобудівної та інших галузей промисловості, у житлово-комунальному господарстві та в будівництві свідчить, що статистика аварій та руйнацій перевищує середні показники по Україні більш ніж в 1.5 рази. Учасилися випадки аварій та обвалень будівельних конструкцій, багато будівель та споруд експлуатуються значно довше нормативного терміну, а несуча здатність будівельних конструкцій нерідко близька до вичерпання. Необхідність реалізації системних засобів з моніторингу корозійного стану об'єктів підвищеної небезпеки підтверджується техногенним характером наслідків аварії на магістральному теплопроводі в Алчевську.

За підтримки Апарату Ради національної безпеки і оборони України, Донецької облдержадміністрації, Донецького наукового центру НАН і МОН України, ІЕЗ ім. Є. О. Патона створений Донбаський центр технологічної безпеки ВАТ «УкрНДПроектстальконструкція ім. В.М. Шимановського», діяльність якого передбачає наукове супроводження та впровадження заходів забезпечення технологічної безпеки для основних підприємств Донбаського регіону, створення і удосконалення системи моніторингу та діагностики технічного стану конструкцій будівель та споруд.

Вибір ефективних засобів і методів протикорозійного захисту, підвищення експлуатаційних характеристик будівель і споруд є найважливішим фактором керування технологічною безпекою. Аналіз причин виникнення аварій і надзвичайних ситуацій техногенного характеру за останні роки показав, що понад 50% випадків пов'язані з незадовільним станом об'єктів за наявності корозійних впливів. Разом з цим, роботи із захисту від корозії і подовженню залишкового ресурсу не забезпечені необхідною нормативно-технічною документацією, технологічними регламентами, які враховують властивості захисних та захисно-декоративних матеріалів в середовищах з різним ступенем агресивності впливів. Відсутність випробувальних лабораторій, що визначають якість матеріалів та послуг при виробництві протикорозійних робіт, викликає складності при контролі гарантованих показників довговічності і оцінці економічної ефективності заходів протикорозійного захисту, забезпеченні технологічної безпеки експлуатації будівель і споруд, створенні сприятливих умов для стабільності виконання виробничих програм.

2. НЕОБХІДНІСТЬ НАУКОВОГО СУПРОВОДУ ТЕХНІЧНОГО НАГЛЯДУ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ

Для вирішення проблеми безпечної експлуатації споруд, конструкцій, обладнання та інженерних мереж важливе значення має обґрунтований вибір засобів і методів захисту конструкцій від корозійної руйнації. Євроінтеграційні процеси в Україні орієнтовані на виконання положень Директиви Ради Європейського Союзу 89/106/ЕЕС, що визначають необхідність розробки вимог інженерного захисту і забезпечення безаварійної експлуатації об'єктів різного призначення. Міжнародний досвід свідчить, що динамічний розвиток промислового потенціалу не можливий без підтримки показників якості та довговічності основних фондів. Так, щорічні прямі витрати, що їх викликає корозія, за даними

американської асоціації корозіоністів (NACE International) становлять 276 млрд. \$ США, що складає 3,1% номінального валового внутрішнього продукту. Разом з цим, дані по техногенним катастрофам, отримані фахівцями NACE International за 22-річний період свідчать, що сумарна вартість збитків від 52-х факторів не перевищує 380 млрд. \$ США. Таким чином, розробка заходів з запобігання корозійної руйнації є найважливішою складовою при забезпеченні технологічної безпеки в основних галузях економіки Донбасу і України в цілому.

Забезпечення безаварійної експлуатації будівель та споруд неможливе без виконання вимог наукового обґрунтування норм та способів утримання, обслуговування, поточного та капітального ремонту несучих та огорожуючих конструкцій. Проблема раціональної експлуатації є важливою складовою частиною підвищення експлуатаційної надійності на основі покращення організації обслуговування. Підвищення обсягів робіт з обстеження, оцінки технічного стану, підсиленню конструкцій будівель та споруд є наслідком відсутності регламентованих вимог щодо підтримки показників якості та довговічності основних фондів в процесі функціонування будівель та споруд (рис.1).

За участю фахівців ДонЦТБ ВАТ “УкрНДІПроектстальконструкція ім. В.М.Шимановського” виконується розробка ДБН, які встановлюють принципи визначення нормативних та розрахункових значень агресивних впливів в розрахунках на корозійну стійкість та довговічність:

- ДБН «Захист від корозії в будівництві. Захист металевих конструкцій від корозії»;
- ДБН «Захист від корозії в будівництві. Діагностика корозійного стану та продовження нормативного ресурсу металевих конструкцій»
- ДБН “Технічна експлуатація будівельних конструкцій будівель і споруд. Оцінка технічного стану і ресурсу, експлуатація та інженерний захист”.

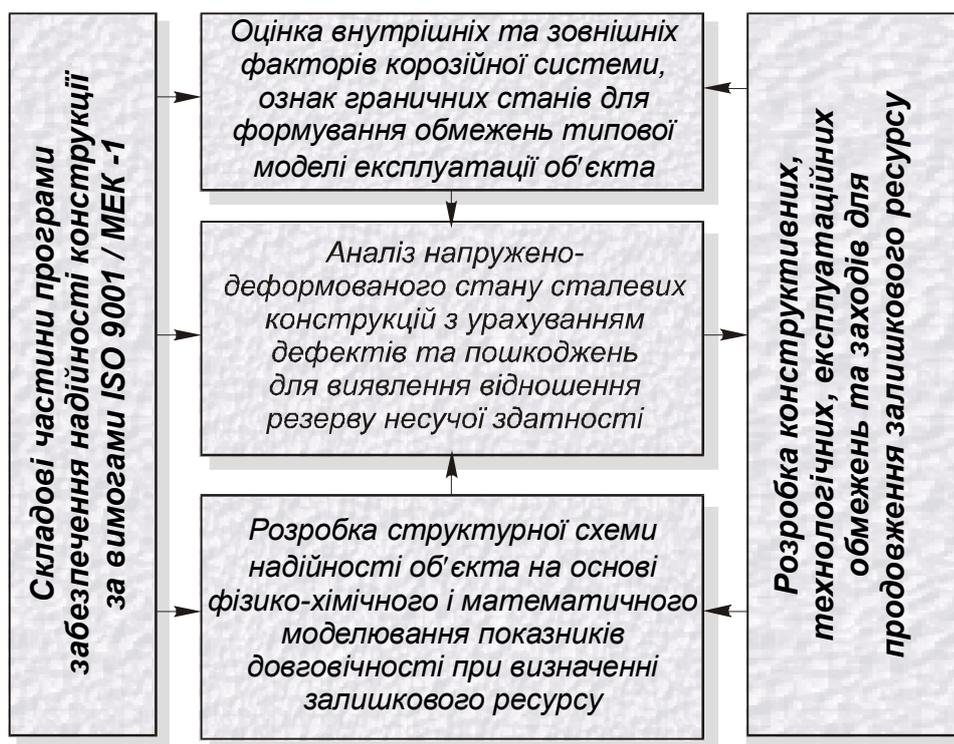


Рис. 1. Експертно-технічне діагностування стану конструкцій у корозійних середовищах при продовженні залишкового ресурсу

Оцінка якості декоративних і захисних покриттів дозволила виробити методичний підхід до процедури сертифікації з урахуванням міжнародних вимог стандартів ISO, EN, ГОСТ “Единая система защиты от коррозии и старения”, ДСТУ, будівельних норм и правил. Завдяки встановленим критеріям відповідності підвищилася конкурентоспроможність вітчизняних виробників металоконструкцій (Макіївський ЗМК, ВАТ «Конструкція»,

Краматорський ЗМК, «Сталькон» та ін.), виконано порівняльну оцінку вимог до захисту від корозії національних вимог і стандартів Польщі, Словачії, Німеччини, Австрії, Бельгії, Швеції, Канади при сертифікації продукції ведучих виробників SEXTANT.P, AURIGA, ZEST TANKPLAST, YAWAL SYSTEM S.A., RS SYSTEM ALUMINIUM PROFESSIONALS, GASELL PROFIL AB, ACTUAL FENSTER AG та ін.

З метою удосконалення системи попередження аварійних ситуацій та запобігання техногенних аварій і катастроф проведена робота щодо розробки ефективних заходів, пов'язаних із забезпеченням технологічної безпеки:

- Затверджено концепцію й пропозиції щодо формування та наукового супроводження регіональної складової національної Програми забезпечення технічної безпеки для основних галузей економіки Донбасу, розроблену за участю ведучих організацій Донецького наукового центру НАН і МОН України (Постанова Бюро Донецького наукового центру від 03 листопада 2003 р.).
- Надані пропозиції з включення регіональної складової національної програми «Ресурс» до Програми науково-технічного розвитку Донецької області на період до 2020 року, що спрямовані на вдосконалення організаційної, методичної та інформаційної бази запобігання аварійних ситуацій, забезпечення надійності експлуатації конструкцій будівель, споруд і машин у Регіональну раду з питань науки і технологій.
- Визначені першорядні заходи щодо розробки принципів регіональної технічної політики в галузі забезпечення надійності та довговічності металофонду, створення та вдосконалення системи інформаційного забезпечення моніторингу корозійного стану й діагностики залишкового ресурсу промислових і цивільних об'єктів. Ефективність заходів відпрацьовано сумісно з службою технічного нагляду та керівництвом ЗАТ «Донецьксталь-металургійний завод». Пропозиції щодо формування регіональної складової Національної програми «Ресурс» представлені спільно Донецьким та Західним науковими центрами НАН України для обговорення у Науково-координаційній та експертній раді з питань ресурсу та безпеки експлуатації конструкцій, споруд і машин при Президії Національної академії наук України.
- Розроблені робочі навчальні плани та впроваджені лекційні курси підвищення кваліфікації фахівців за напрямком «Безпека та надійність експлуатації конструкцій, технологічного обладнання, будівель та споруд». Підготовлено до друку навчальний посібник «Технічне діагностування і попередження аварійних ситуацій конструкцій будівель та споруд».
- Розвинуті питання обґрунтування порядку та умов залучення позабюджетних коштів для розвитку засобів та методів технічної діагностики за рахунок страхового захисту об'єктів, машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки. Таким чином, покладено методичну основу страхового захисту державних інвестицій, пов'язаних з модернізацією, реконструкцією та продовженням ресурсу експлуатації об'єктів підвищеної небезпеки.

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.

Формування та забезпечення реалізації державної політики у сфері промислової безпеки, страхування ризиків виробничої безпеки здійснюється за участю територіальних органів Державного департаменту промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду у складі Міністерства України з надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи. Враховуючи важливість питань технологічної безпеки при експлуатації об'єктів підвищеної небезпечності, пріоритетними напрямками створення програми запобігання надзвичайних ситуацій має бути такі основні аспекти:

- аналіз відповідної законодавчої бази та системи контролю по забезпеченню експлуатаційної надійності та безпечної експлуатації об'єктів господарської діяльності;
- визначення об'єктів підвищеної техногенної небезпеки й об'єктів, що забезпечують нормальне функціонування господарського комплексу регіону;
- оцінка технічного стану об'єктів господарського комплексу з метою запобігання руйнуванню або зупиненню особливо важливих об'єктів, використання яких обумовлено інтересами держави, та об'єктів промислового, цивільного, комунального, соціального призначення, що цілком або значною мірою вичерпали нормативний ресурс;
- оцінка залишкового ресурсу об'єктів, необхідності проведення модернізації чи реконструкції для подовження терміну експлуатації або прийняття рішення про їх оновлення.

УДК 691.175:678.747:547.665:547.728

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ДОНБАССА И УТИЛИЗАЦИЯ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА В ПРОТИВОКОРРОЗИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Высоцкий Ю.Б., Королев В.П., Сохина С.И., Шевченко О.Н., Селютин Ю.В.

(ДонНТУ, ДонЦГБ, ДонНАСА, Донецк, Макеевка, Украина)

Данная статья представляет собой анализ сложившейся в индустриальном мегаполисе Донбасса ситуации, когда при переработке каменноугольной смолы на коксохимических предприятиях образуется большое количество побочных продуктов, которые не нашли в достаточной мере применения. Возрастающие масштабы накопления промышленных отходов создают неблагоприятную экологическую ситуацию в регионе Донбасса и в целом в Украине. Так, примерно треть от общего объема таких продуктов приходится на Донецкую область (рис 1).

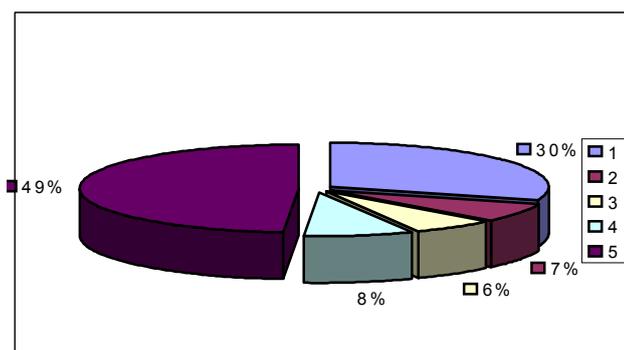


Рис. 1. Образование побочных продуктов в Украине: 1 – Донецкая область, 2 – Запорожская область, 3 – Луганская область, 4 – остальные области, 5 – Днепропетровская область.

Такие продукты классифицируются как побочные, а некоторые из них как отходы и с нашей точки зрения представляют собой значительный резерв для создания производственной базы по выпуску новых материалов на основе современных технологий их переработки.

Анализ продукции коксохимических предприятий, в частности, Макеевского и Ясиновского КХЗ, показал, что некоторые побочные продукты переработки углей имеют высокомолекулярную структуру, а некоторые содержат низкомолекулярные мономеры (смолообразующие компоненты), что может решить проблему обеспечения лакокрасочной промышленности пленкообразующей основой в достаточном количестве и необходимого

качества. При выборе компонентов сырьевой базы противокоррозионных материалов мы руководствовались как экономической, так и экологической ситуацией в регионе Донбасса и в целом в Украине.

Если на каком-то этапе инден-кумароновую фракцию использовали в качестве топлива, то есть просто сжигали, загрязняя при этом атмосферу, то исследования полимеризационных процессов смолообразующих компонентов фракции показали, что как фракция тяжелого бензола так и более узкая инден-кумароновая фракция (ИКФ) могут быть использованы в качестве сырья пленкообразующей основы.

Присутствие в такой фракции до до 52% в ИКФ 1 сорта (рис.2) и до 42 % в ИКФ 2 сорта (рис.3) смолообразующих компонентов (по данным хроматограмм завода это, в основном, инден, стирол и их гомологи, кумарон,) является основной предпосылкой для получения полимеризационных материалов, в основном инден-стирольных сополимеров.

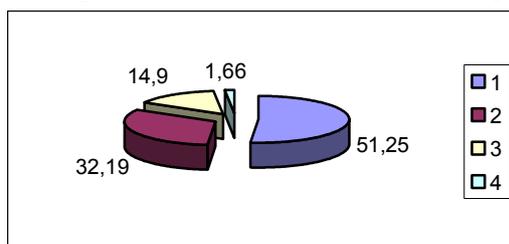


Рис.2 Диаграмма состава инден-кумароновой фракции I сорта.

1 – смолообразующие (51,25%); 2 – легкокипящие (32,19%); 3 – летучие (14,9%); 4 – нафталин (1,66%).

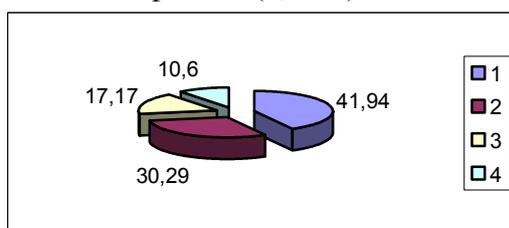


Рис. 3. Диаграмма состава инден-кумароновой фракции II сорта.

1 – смолообразующие (41,94%); 2 – легкокипящие (30,29%); 3 – летучие (17,17%); 4 – нафталин (10,6%).

Фракция тяжелого бензола относится к тоннажной продукции и использование ее для получения пленкообразующей основы многих противокоррозионных материалов позволяет значительно увеличить ресурсы производства столь дефицитного пленкообразующего многих противокоррозионных материалов.

Исследования по использованию инден-стирольных сополимеров, полученных термopolyмеризацией смолообразующих компонентов тяжелой фракции бензола, в качестве пленкообразующей основы в противокоррозионных материалах позволили получить композиции (ПМ-1, ПМ-2) [1,2] для защиты металла в слабоагрессивных средах.

Дальнейшая модификация полимеризата на основе ИКС позволила получить противокоррозионные композиции «Икар» с более высокими защитными и физико-механическими свойствами, которые могут найти применение в средне- и сильноагрессивных средах. Для этого 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 ПМ.

Определенный интерес представляют также исследования возможности использования полученных на основе модифицированных ИКС противокоррозионных материалов, содержащих в качестве добавок модификаторы ржавчины (МР), позволяющие проводить окраску по ржавой поверхности металла., так как в реальных условиях подготовка поверхности металла осуществляется не на должном уровне, поэтому, как правило, на металле остается некоторый слой ржавчины. В качестве такой добавки для композиции «Икар» нами предложен порошковый преобразователь ржавчины (МР) «Феррокор» на

лигниновой основе, который содержит высокомолекулярный порошковый модификатор ржавчины, позволяющий преобразовывать продукты коррозии с толщиной ржавчины до 100 мкм.

Исследования защитных свойств композиций на основе «Икар» показали, что оптимальное содержание МР «Феррокор» от 5 до 9%. Исследования проводили по подготовленной поверхности металла и по поверхности с толщиной ржавчины до 100 мкм.

Защитные свойства полученных покрытий изучались потенциостатическим методом по стали Ст.3 на потенциостате П-5827М в 0,1н растворе хлорида калия. Долговечность покрытий оценивалась также путем определения обобщенного показателя качества покрытия (Аз) по методу ускоренных испытаний по программе «Промышленная атмосфера».

В таблице 1 представлены параметры математической обработки данных тафелевских участков поляризационных кривых (ПМ-0 - чистый полимеризат, ПМ-1 - композиция, содержащая полимеризат с аминонитросмолистыми отходами, композиция «Икар» с 5%, 7%, 9% модификатора ржавчины «Феррокор»).

Таблица 1.

Параметры математической обработки тафелевских участков поляризационных кривых

Система	Анодный процесс				
	a	b _a	n	S ₀	R
Без покрытия	-0,443±0,005	0,069±0,006	15	0,02	0,94
ПМ-0	-0,457±0,005	0,072±0,06	17	0,02	0,94
ПМ-1	-0,234±0,010	0,106±0,009	7	0,02	0,94
Икар	-3,810±0,020	1,413±0,08	21	0,03	0,97
Икар+5%МР	-2,74±0,014	2,220±0,058	17	0,013	0,966
Икар+7%МР	-1,510±0,02	2,295±0,05	21	0,014	0,995
Икар+9%МР	-3,400±0,02	2,667±0,05	16	0,009	0,998
Система	Катодный процесс				
	a	b _к	n	S ₀	R
Без покрытия	-0,671±0,020	0,070±0,010	10	0,02	0,86
ПМ-0	-0,704±0,020	0,080±0,010	8	0,01	0,90
ПМ-1	-0,751±0,030	0,199±0,020	15	0,02	0,90
Икар	-5,99±0,05	1,010±0,07	17	0,013	0,967
Икар+5%МР	-6,24±0,056	1,820±0,06	9	0,005	0,996
Икар+7%МР	-5,82±0,037	2,280±0,046	20	0,012	0,996
Икар+9%МР	-7,067±0,04	2,272±0,06	15	0,01	0,995

где: b_a и b_к – наклоны тафелевских участков поляризационных кривых, выражающие степень затрудненности протекания электродных реакций (анодная и катодная поляризуемости), n – число точек, R – коэффициент корреляции, S₀ – статистическая ошибка.

В таблице 2 представлены поляризуемости на анодных и катодных участках коррозионного процесса, ингибирующий эффект (γ) полученных противокоррозионных материалов.

Результаты поляризационных исследований (табл.1) свидетельствуют о том, что пластифицирующая добавка повышает защитные свойства покрытия как на основе чистого полимеризата (ПМ-0), так на основе композиции, содержащей аминонитросодержащие смолистые отходы в качестве ингибирующей добавки (ПМ-1). При этом происходит торможение, как на анодных, так и на катодных участках коррозионного процесса.

Модификатор ржавчины «Феррокор», используемый в составе 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.

Таблица 2.

Защитные свойства противокоррозионных материалов (ПМ) на основе инден-стирольных сополимеров.

Системы	Поляризуемости		$i_{кор}$	Коэфф. ингибирования(γ)	
	b_a	b_k		$\frac{i_{кор}(Б/П)}{i_{кор}}$	$\frac{i_{кор}(Икар)}{i_{кор}(Икар+МР)}$
Б/покр	0,069±0,006	0,07±0,01	$12,0 \cdot 10^{-3}$	-	-
ПМ-0	0,072±0,006	0,08±0,01	$5,0 \cdot 10^{-3}$	2,4±0,2	-
ПМ-1	0,106±0,009	0,12±0,02	$2,0 \cdot 10^{-3}$	6,0±0,5	-
Икар	1,430±0,08	1,010±0,07	$3,0 \cdot 10^{-6}$	-	-
Икар+5%МР	2,220±0,058	1,820±0,06	$2,0 \cdot 10^{-6}$	-	1,5±0,2
Икар+7%МР	2,295±0,05	2,280±0,046	$1,0 \cdot 10^{-6}$	-	3,0±0,2
Икар+9%МР	2,667±0,05	2,272±0,06	$1,0 \cdot 10^{-6}$	-	3,0±0,2

Полученные результаты были подтверждены методом ускоренных сравнительных испытаний по циклу «промышленная атмосфера» (ГОСТ 9.401-91 метод 5) на стандартных образцах с однослойным покрытием.

Цикл испытаний по «промышленной атмосфере» включает следующие этапы:

- 4 часа в камере влаги с относительной влажностью 97±3% и температурой 40±2°C;
- 2 часа в камере влаги с выключенным обогревом;
- 2 часа в камере сернистого газа с концентрацией SO₂ 5 ± 1 мг/м³;
- 3 часа в камере холода с температурой -45±3°C;
- 7 часов в камере искусственной погоды;
- 6 часов выдерживают образцы при температуре 15-30°C и относительной влажности не более 80%.

Продолжительность одного цикла – 24 часа. По требованиям этого нормативного документа, после 15 циклов испытаний покрытие должно сохранять защитные свойства (А3) не менее 1 балла. Оценка обобщенного показателя защитных свойств (А₃) (табл.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 (табл.3) определялись по показателю прочности защитной пленки к удару и по адгезии (прочности сцепления покрытия с металлической подложкой) с той же периодичностью.

Результаты испытаний свидетельствуют о достаточно высоких защитных и физико-механических показателях противокоррозионного материала «Икар» на основе инден-стирольных сополимеров. 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.

С целью изучения влияния модифицирующих добавок на физико-механические и защитные свойства пленок исследовались также побочные продукты переработки каменноугольной смолы, в состав которых входят соединения высокомолекулярной структуры: кислая смолка сульфатного отделения, смола БХО (смолы от механической очистки сточных вод) и полимеры бензольных отделений, представляющие собой остаточный продукт регенерации каменноугольного поглотительного масла.

Таблица 3

Защитные и физико-механические свойства покрытий на основе композиций «Икар» и «Икар»МР «Феррокор» после 15 и 25 циклов испытаний

Составы	“Икар”			“Икар” + 5% МР “Феррокор”			Икар” + 7% МР “Феррокор”			“Икар” + 9% МР “Феррокор”		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Толщина покрытия, мкм	30-40	20-40	90-100	30-40	20-40	80-90	30-40	20-40	80-90	40-42	20-40	90-100
Аз (15 цикл)	-	0,90	0,60	-	1,0	0,70	-	1,0	0,75	-	1,0	0,76
Аз (25 цикл)	-	0,60	0,45	-	0,68	0,63	-	0,80	0,65	-	0,81	0,65
Адгезия, бал. (15циклов)	1	1-2	2-3	1	1-2	2-3	1	1-2	2-3	1	1-2	2-3
Адгезия, бал. * (25 циклов)	1	1-2	4	1	1-2	4	1	1-2	3	1	1-2	3
Прочность к удару, кгс·см (25циклов)	10	15	10	15	25	10	15	25	10	15	25	10

1 – контрольные образцы,

2 – образцы после испытаний с подготовленной поверхностью,

3 – образцы по ржавой поверхности (до 100 мкм ржавчины).

* Для полимеризата (ПМ-0) эти показатели соответственно равны 2-3 (контрольные образцы) и 3-4 (после 25 циклов).

Однако все перечисленные продукты при утилизации их в противокоррозионные композиции нуждаются в специальной обработке и подготовки. Так, кислая смола содержит до 24% воды и кислую среду (общая кислотность составляет 0,75 % в пересчете на серную кислоту), что создает предпосылки для ее нейтрализации и обезвоживания. Результаты предварительных испытаний показали, что и после подготовки такая смола не улучшает физико-механические и защитные свойства, так как, вероятно, присутствие остатков сульфатов ухудшает свойства защитных пленок. Смола БХО содержит до 37% воды, за счет чего неоднородна и также нуждается в предварительном отделении воды и обезвоживании. Кроме этого слабощелочная реакция водной вытяжки (щелочность составляет 0,17% в пересчете на гидроксид натрия) также указывает на присутствие щелочи и в смоле, что приводит к дополнительной ее очистке. Результаты предварительных исследований показали, что такую смолу трудно выделить в обезвоженном состоянии. Поэтому эффективность использования ее в качестве модифицирующей добавки инден-стирольных сополимеров пока невелика.

Наилучшие результаты получены при использовании полимеров бензольных отделений, представляющие собой вязкую жидкость черного цвета, имеющие до 4,0% влаги и не менее 20,0% смол.

Показано, что модификация инден-стирольных сополимеров побочными продуктами коксохимии приводит к повышению защитных свойств покрытий. При этом наибольшим защитным эффектом обладает композиции с использованием полимеров бензольных

отделений и смолы, образующейся при ректификации каменноугольных нафталинсодержащих масел.

Таким образом, использование побочных продуктов коксования углей в противокоррозионных композициях позволило, с одной стороны, рекомендовать их для широкого использования для зон не только со слабо- но и с среднеагрессивной средой, и с другой – улучшить экологическую чистоту производства.

Список литературы:

1.Противокорозійна композиція ИКС-1. Пат. України N 44050А, Бюл.№1, 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 624.014:620.19

ПРОБЛЕМА ДОЛГОВЕЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ СТАЛЬНЫХ ОЦИНКОВАННЫХ ПРОФИЛЕЙ В ПРОМЫШЛЕННОЙ АТМОСФЕРЕ ГОРОДОВ ДОНБАССА

Королев В.П., Магунова Н.Г.

(ОАО «Укрниипроектстальконструкция им В.Н. Шимановского»
Донбасский центр технологической безопасности)

Рассматриваются вопросы долговечности строительных конструкций из оцинкованных профилей и эффективного их применения в условиях городской промышленной атмосферы с учетом экологических особенностей и тенденций. Материалы статьи содержат результаты испытаний физико-механических свойств полимерного лакокрасочного покрытия.

Обеспечение безопасной эксплуатации строительных металлоконструкций связано с надежной противокоррозионной защитой в течение всего периода эксплуатации с учетом коррозионной активности окружающей среды.

Несмотря на целый ряд новых металлических покрытий, применяемых для защиты от коррозии, метод горячего цинкования остается традиционным и самым распространенным.

В настоящее время в городском строительстве широкое применение нашли профили листовые гнутые из тонколистовой оцинкованной горячим способом стали. Профилированные листы применяют как для стеновых ограждений так и для настила.

Новые конструктивные системы предусматривают использование стальных оцинкованных профилей разной конфигурации толщиной 0,7-2,0 мм, соединяемые между собой при помощи самосверлящих винтов.

Новые технологические решения позволяют применять профили при строительстве малоэтажных быстровозводимых малобюджетных зданий коттеджей, минимагазинов и небольших промышленных цехов.

Основными преимуществами новой технологии являются легкость сборки (нет необходимости в фундаментах 1,5-2,0 м, отсутствие кранов, грузоподъемных механизмов), возможность снижения расхода стали до минимума, возможность использования утеплителя. Низкая скорость коррозии цинковых покрытий обеспечивает хорошую защиту основного металла в течение многих лет в незагрязненной атмосфере.

Оцинкованную сталь по ГОСТ 14918-80, предназначенную для холодного профилирования, получают горячим способом в агрегатах непрерывного цинкования. Покрытие в этом случае образуется благодаря сцеплению расплавленного металла с основным и образованию промежуточного прочно сцепленного слоя из расплава двух металлов. Добавки алюминия и свинца действуют положительно на свойства покрытия. Технологией предусмотрено регулирование толщины слоя цинкового покрытия а также его пассивация (хромирование или фосфатирование) при помощи химических растворов. Для

придания декоративных и повышения защитных свойств, оцинкованный прокат подвергается окрашиванию лакокрасочными покрытиями.

В соответствии с ГОСТ 14918-80 оцинкованная тонколистовая сталь делится на три класса: П – с покрытием толщиной 40-60 мкм, 1-й – 18-40 мкм, 2-й – 10 – 18 мкм. Профилированные листы получают из тонколистового рулонного проката с защитно-декоративным покрытием по ГОСТ 30246-94 на гибочных станах типа ПГС 20.00.000.

Долговечность строительных конструкций следует рассматривать исходя из степени агрессивности воздействия среды. СНиП 2.03.11-85 предусматривает применять оцинкованную сталь 1 класса по ГОСТ 14918-80 (толщиной св.18 до 40 мкм включительно). В неагрессивной среде для ограждающих конструкций допускается применять оцинкованную сталь без защиты от коррозии толщиной не менее 0,5 мм (Приложение 13, стр. 37). Запрещается применять оцинкованную сталь с покрытием 1 класса по ГОСТ 14918-80 в средне- и сильноагрессивных средах. В слабоагрессивных средах допускается применять ограждающие конструкции из окрашенной лакокрасочными материалами оцинкованной стали с покрытием 1 класса (Приложение 14,стр.38).

Тем не менее, для облицовки внутренних, наружных стен и кровли в промышленных районах крупных городов на сегодняшний день возводится ряд объектов промышленного и гражданского строительства с применением профилированных листов из окрашенной по ГОСТ 30246-94 оцинкованной тонколистовой стали.

Для устройства кровли часто применяют оцинкованные гнутые профили с использованием утеплителя. При попадании влаги на утеплитель, который может содержать агрессивные компоненты, цинковое покрытие быстро разрушается и процесс коррозии переходит на стальную основу, что приводит к аварийным ситуациям.

В разработанных институтом ЦНИИпроектстальконструкция «Рекомендациях по проектированию защиты от коррозии строительных конструкций» указана ориентировочная долговечность ограждающих металлических конструкций из оцинкованной стали с покрытием 1 класса по ГОСТ 14918-80:

- в неагрессивной среде без защиты со стороны помещения при окрашивании битумом или лакокрасочными материалами групп II и III со стороны утеплителя срок службы составляет 50 лет;
- для конструкций в слабоагрессивной среде, расположенных внутри помещений и окрашенных органодисперсной краской ОД-ХВ-221 или лакокрасочными материалами групп II и III, нанесенных на линиях окрашивания и профилирования металла (допускается окрашивание битумом со стороны утеплителя) срок службы сокращается до 20 лет;
- для тех же конструкций, в тех же условиях, но окрашенных лакокрасочными материалами групп II и III показатель долговечности составляет всего 15 лет. При этом допускается окрашивание через 8-10 лет.

Проведенные в США испытания показали, что срок службы цинкового покрытия толщиной 0,03мм составляет в сельских и пригородных районах 11 лет и более, в промышленной атмосфере средний срок их службы составлял только 4 года.

Промышленная атмосфера содержит в качестве основного агрессивного компонента сернистый газ, образующий с парами воды аэрозоль серной кислоты, при этом цинковое покрытие быстро разрушается. Кроме сернистого газа к группе агрессивных газов по СНиП 2.03.11-85, Приложение 1 относятся углекислый газ, аммиак, фтористый водород, оксиды азота (NO, NO₂), сероводород, хлор, хлористый водород. Сероводород под действием кислорода окисляется в сернистый ангидрид. Двуокись азота с парами воды образует азотную и азотистую кислоты. Хлор при воздействии влаги воздуха образует хлорную воду, стимулирующую процессы коррозии, а хлористый водород – разбавленную соляную кислоту, интенсифицирующую коррозионные разрушения.

Степень агрессивного воздействия на металлические конструкции определяется согласно СНиП 2.03.11-85, таблица 24. При наличии в атмосферном воздухе агрессивных газов группы В (если несколько газов, принимается более агрессивная группа, которой

соответствует концентрация одного или более газов) и нормальной зоны влажности по СНиП II-3-79 воздействие среды классифицируется как среднеагрессивное.

Таким образом, применение оцинкованных профилей при атмосферных воздействиях, которые классифицируются как среднеагрессивные, не целесообразно.

Чтобы увеличить защитные свойства цинкового покрытия, тонколистовую оцинкованную сталь 1 класса по ГОСТ 14918-80 окрашивают лакокрасочными материалами групп II и III, толщиной не менее 40 мкм при этом конструкции могут работать по СНиП 2.03.11-85 только в слабоагрессивной среде.

Некоторые предприятия, например ОАО ММК г. Магнитогорск выпускают прокат стальной рулонный по ГОСТ 14918-80 с полиэфирным (SP) покрытием. Проведенные испытания физико-механических свойств полимерного лакокрасочного покрытия в испытательной лаборатории средств и методов противокоррозионной защиты «Антикор-Дон» Донбасского центра технологической безопасности показали достаточно высокие характеристики качества покрытия (таблица 1).

Таблица 1

Показатели качества покрытия SP	Значения
1. Адгезия, баллы	0
2. Стойкость к истиранию МЭК	110
3. Твердость по карандашу	F
4. Эластичность при изгибе (Т)	1,5
5. Адгезионная прочность при обратном ударе (Дж)	10

Защита оцинкованной поверхности была выполнена по схеме: двухслойное покрытие, состоящее из 1 слоя грунта (SP), толщиной 10 мкм и 1 слоя эмали (SP), толщиной 12 мкм; с обратной стороны -1 слой грунта (10 мкм).

В итоге, теоретическая долговечность защитных покрытий в промышленной атмосфере складывается из прогнозного срока службы лакокрасочного покрытия и продолжительности эксплуатации цинкового покрытия. Для лакокрасочных покрытий, выполняющих защиту металлических конструкций в среднеагрессивной среде, срок службы, как правило, не превышает 5 лет. Таким образом, прогнозируемая долговечность стальных оцинкованных профилей при эксплуатации в промышленной зоне не будет превышать 7-9 лет.

Список литературы:

1. СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии.
2. СНиП II-3-79 Строительная теплотехника.
3. ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.
4. ГОСТ 14918-80 Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий Технические условия.

УДК 662.741 + 539.3

ВЛИЯНИЕ УГЛА РАСКРЫТИЯ БОКОВЫХ СТЕНОК КАМЕРЫ ТЕРМОЛИЗНОГО АГРЕГАТА НА СИЛОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО ДИСПЕРСНОГО МАТЕРИАЛА

А.Н. Нестеров, М.А. Остапенко
(ДонНТУ, Донецк, Украина)

В статье представлены результаты теоретических исследований влияния угла раскрытия боковых стенок горизонтальных термолизных агрегатов на силовые параметры перемещения углеродных дисперсных материалов. Показано, что при перемещении загрузки бурого угля увеличение угла от 0 до 1,6° приводит к снижению максимальных напряжений на головке устройства для проталкивания на 15%.

Силловые параметры перемещения дисперсных углеродных материалов устройством для проталкивания, которые во многом определяют долговечность, а, следовательно, и экологическую надежность кладки термолизных агрегатов, зависят от многих технологических и конструктивных факторов.

Влияние конструктивного фактора - угла раскрытия боковых стенок камеры термолизных агрегатов на силловые параметры перемещения углеродных дисперсных материалов изучены недостаточно. В известных работах, в которых приводятся в основном результаты экспериментальных исследований, показано, что при хорошем состоянии кладки камер коксования и нормальном течении технологического процесса отход коксового пирога от стенки камеры равномерен и достаточен для нормальной выдачи [1].

В тоже время при различных нарушениях технологического процесса имеются случаи «забуривания», т.е. - невозможности перемещения загрузки, поэтому при проектировании коксовых печей предусматривается небольшой угол раскрытия стенок камер коксования для предотвращения обратной конусности, которая может быть вызвана неточностями при строительстве или деформациями кладки при эксплуатации. При этом в различных странах величина угла конусности коксовых печей принимается неодинаковой, что связано с отсутствием научно обоснованных рекомендаций, основанных на теоретических исследованиях влияния угла раскрытия боковых стенок горизонтальных термолизных агрегатов на силловые параметры перемещения углеродных дисперсных материалов.

Исследование влияния угла раскрытия боковых стенок камеры является также важной составной частью моделирования силловых нагрузок перемещения устройством для проталкивания углеродного материала в реакторе скоростного полукоксования экологически – чистой технологии комплексной переработки низкосортного (бурого) угля [2].

Задача решалась с принятием гипотезы плоских сечений, суть которой заключается в предположении, что плоские сечения перпендикулярные оси печи не искривляются, а нормальные напряжения одинаковы во всех точках плоского сечения (Рис. 1).

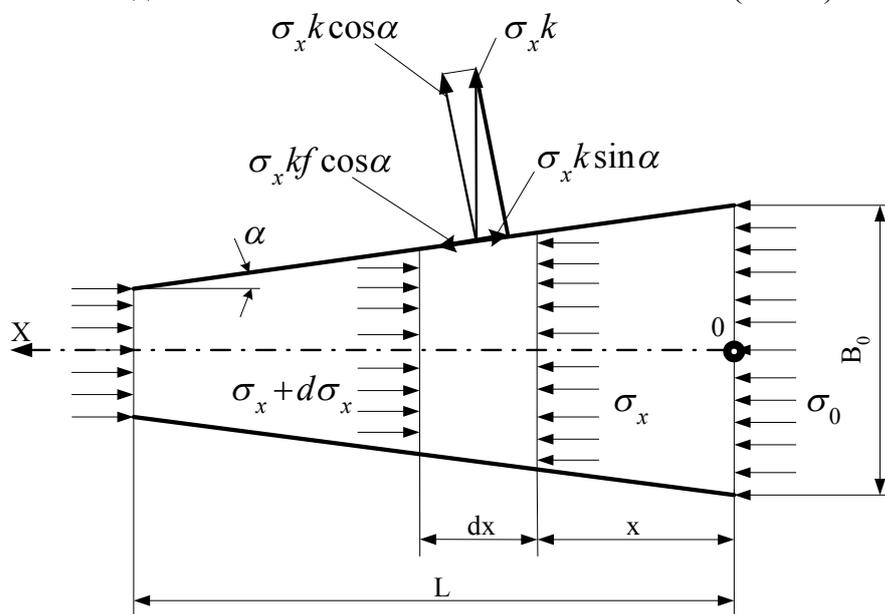


Рис. 1. К моделированию силловых нагрузок с учетом угла раскрытия стенок камеры

Условие равновесия бесконечно малого элемента уплотненного углеродного материала длиной dx в проекции на ось OX имеет вид

$$\sum F_x = \sigma_x S_x - (\sigma_x + d\sigma_x)(S_x + dS_x) + dF_{mp.x} = 0, \quad (1)$$

где σ_x – среднее нормальное напряжение, действующее на расстоянии X от границы расчетного и последующего участков;

$d\sigma_x$ – приращение напряжения σ_x ;

S – площадь поперечного сечения камеры на расстоянии X от границы расчетного и последующего участков;

dS_x – приращение площади S_x ;

$dF_{mp.x}$ – суммарная сила трения бесконечно малого элемента углеродного материала о свод, под и боковые стенки камеры.

$$dF_{mp.x} = dF'_{mp.x} + dF''_{mp.x}, \quad (2)$$

где $dF'_{mp.x}$, $dF''_{mp.x}$ – соответственно силы трения о боковые стенки и о свод и под камеры.

Заметим, что

$$dF'_{mp.x} = \left[2(\sigma_x kf \cos \alpha - \sigma_x k \sin \alpha) H \frac{dx}{\cos \alpha} \right] \cos \alpha; \quad (3)$$

$$dF''_{mp.x} = 2\sigma_x kf B_x dx; \quad (4)$$

$$B_x = B_0 - 2xtg\alpha; \quad (5)$$

$$S_x = (B_0 - 2xtg\alpha)H; \quad (6)$$

$$dS_x = -(2Htg\alpha)dx, \quad (7)$$

где k , f – соответственно коэффициенты бокового давления и внешнего трения углеродного материала;

α – угол раскрытия стенок камеры;

H , B_0 – соответственно высота и ширина камеры на границе расчетного и последующего участков;

B_x – ширина камеры на расстоянии X от границы расчетного и последующего участков.

С учетом выражений (2) – (7) условие равновесия (1) преобразуется в дифференциальное уравнение с разделенными переменными

$$\frac{d\sigma_x}{\sigma_x} = 2 \left[\frac{k(f \cos \alpha - \sin \alpha) - tg\alpha}{(B_0 - 2xtg\alpha)} + \frac{kf}{H} \right] dx. \quad (8)$$

Граничные условия: при $x = 0$, $\sigma_x = \sigma_0$.

Решение дифференциального уравнения (8) имеет вид

$$\sigma_x = \sigma_0 e^{\frac{2kf}{H}x} \left(1 - \frac{2xtg\alpha}{B_0} \right) \left[1 - \frac{k(f \cos \alpha - \sin \alpha)}{tg\alpha} \right]. \quad (9)$$

Учитывая, что при $x = L$, $\sigma_x = \sigma_T$ приходим к формуле для определения среднего нормального напряжения на поверхности головки устройства для проталкивания

$$\sigma_T = \sigma_0 e^{\frac{2kf}{H}L} \left(1 - \frac{2Ltg\alpha}{B_0} \right) \left[1 - \frac{k(f \cos \alpha - \sin \alpha)}{tg\alpha} \right]. \quad (10)$$

При $\alpha = 0$ приходим к известным формулам [3, 4]

$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} \sigma_x = \sigma_0 e^{\frac{kf}{S}x}; \quad (11)$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} \sigma_T = \sigma_0 e^{\frac{kf}{S}L}. \quad (12)$$

Расчет по формуле (10) для холодного бурого угля выполнен с использованием программы Microsoft Excel при $B_0 = 100$ мм, $H = 1000$ мм, $\sigma_o = 0,2$ МПа и средних значениях k и f в диапазоне напряжения 0,2 – 0,5 МПа ($k = 0,41$, $f = 0,31$). Результаты расчета представлены на рисунке 2.

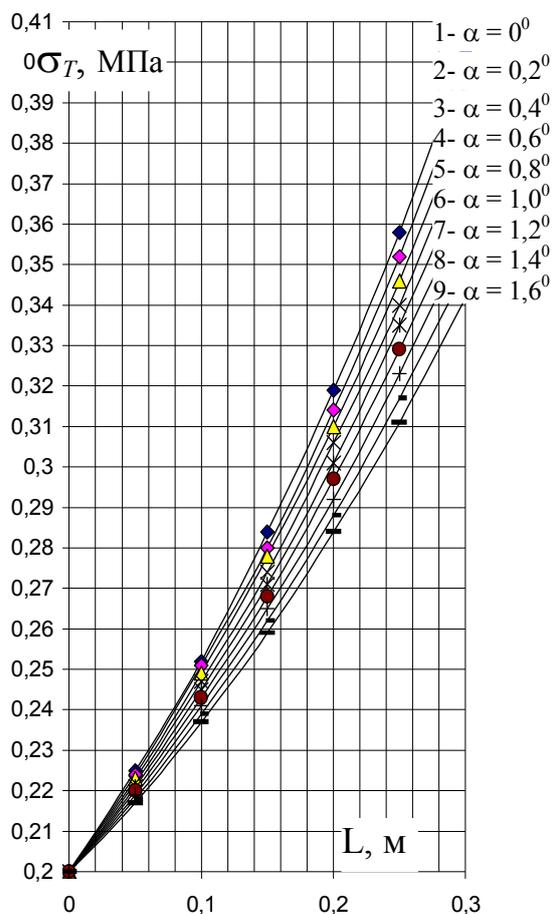


Рис. 2. Влияние конусности камеры на величину максимального среднего напряжения в углеродном материале.

Анализ результатов показывает, что при длине $L = 0,3$ м деформированной части загрузки бурого угля, перемещаемой устройством для проталкивания, увеличение угла раскрытия боковых стенок камеры от 0 до $1,6^\circ$ приводит к снижению максимального напряжения на 15%.

Список литературы:

1. Журавский А.А., Карпов А.В., Михеева Н.Т. Влияние конусности печных камер на усилие выдачи кокса // Кокс и химия. – 1991. – №10. – С. 14-15.
2. Нестеров А.Н., Остапенко М.А. Экологически – чистая технология комплексной переработки низкосортного (бурого) угля// Сб. тр. IV- й между. научн.-практич. конф./под ред. М.Г. Беренгартена и др. - М.: МГУИЭ, 2007, с. 193 – 196.
3. Генералов М.Б. Механика твердых дисперсных сред в химической технологии: Калуга:Изд-во Н.Бочкаревой, 2002.-592с.
4. Остапенко М.А., Нестеров А.Н. Универсальный прибор и методика комплексного исследования физико-механических свойств бурого угля // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія “Хімія і хімічна технологія”. Випуск 95 – Донецьк: ТОВ фірма “Друк-Інфо”, 2005. – С. 157 – 162.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИБРОЗАЩИТНЫХ СИСТЕМ

Гноевой А.В.

(МГУИЭ, Институт проблем механики РАН, Москва, Россия)

Приводится обучающая программа с соответствующей компьютерной поддержкой, предназначенная как для учебных целей, так и для практического использования при исследовании конкретных механических систем с целью выбора необходимых параметров для снижения вредного вибрационного воздействия этих систем на окружающую среду и технологическое оборудование.

Обучающая программа предназначена для оказания практической помощи при изучении и исследовании свободных и вынужденных линейных колебаний механических систем с двумя степенями свободы на целом ряде конкретных систем, некоторые из примеров которых приведены на рис.1.

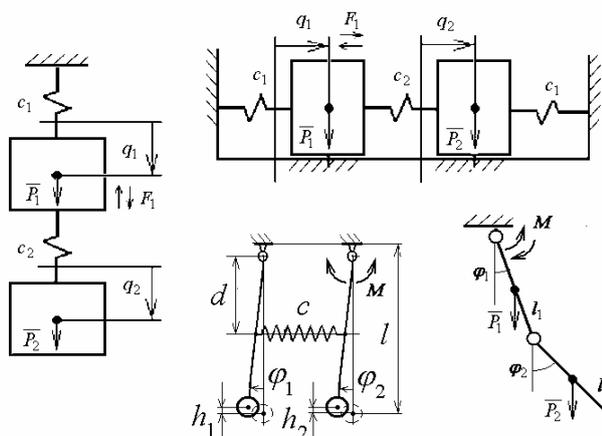


Рис.1.

Обучающая программа содержит методику изучения подобных систем, включающую определение степеней свободы; выбор обобщённых координат; определение положений статического равновесия системы; исследование устойчивости этих положений равновесия с помощью теоремы Лагранжа – Дирихле и критерия Сильвестра; составление уравнений движения (уравнения Лагранжа второго рода (1) и (2), например, для системы двух маятников с упругой связью и обобщёнными координатами φ_1, φ_2 рис.1)

для собственных колебаний

$$\left. \begin{aligned} ml^2 \ddot{\varphi}_1 + (mgl + cd^2)\varphi_1 + 0 \cdot \ddot{\varphi}_2 + (-cd^2)\varphi_2 &= 0, \\ 0 \cdot \ddot{\varphi}_1 + (-cd^2)\varphi_1 + ml^2 \ddot{\varphi}_2 + (mgl + cd^2)\varphi_2 &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

для вынужденных колебаний

$$\left. \begin{aligned} ml^2 \ddot{\varphi}_1 + (mgl + cd^2)\varphi_1 + 0 \cdot \ddot{\varphi}_2 + (-cd^2)\varphi_2 &= 0, \\ 0 \cdot \ddot{\varphi}_1 + (-cd^2)\varphi_1 + ml^2 \ddot{\varphi}_2 + (mgl + cd^2)\varphi_2 &= M_0 \sin(pt), \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

и их аналитическое решение; определение форм и частот главных колебаний; проведение численных расчетов в системе MathCAD (интегрирование системы (1) и (2) методом Рунге-Кутты с постоянным шагом); построение временных характеристик, фазовых портретов и амплитудночастотных характеристик (АЧХ).

При изучении собственных колебаний системы (в зависимости от начальных условий) устанавливается наличие в ней сложных двухчастотных колебаний по каждой из обобщённых координат (степеней свободы), т.е. колебания в системе в общем случае «связанные» (1). Устанавливается возможность «разделить» эти колебания (1), т.е. сделать

их независимыми друг от друга для каждой обобщенной координаты. Этого эффекта разделения можно добиться при определенной настройке начальных условий, а именно, пропорционально коэффициентам формы колебаний.

При изучении вынужденных колебаний системы устанавливается наличие двух резонансов по каждой из координат и одного антирезонанса по возмущаемой координате φ_2 (рис. 2).

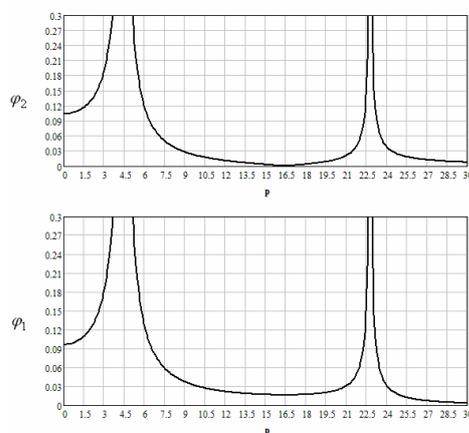


Рис.2.

Наличие антирезонанса позволяет убедиться в наличии перераспределения энергии в системе, которое приводит к тому, что возмущаемое внешней силой (или моментом рис.1) тело становится неподвижным, а невозмущаемое тело продолжает движение, «отбирая» таким образом энергию у возмущаемого тела. Это явление широко используется на практике при конструировании современных систем виброзащиты для динамического подавления вредных вибрационных воздействий в проектируемых механических системах различного технического назначения (динамическое гашение вибраций).

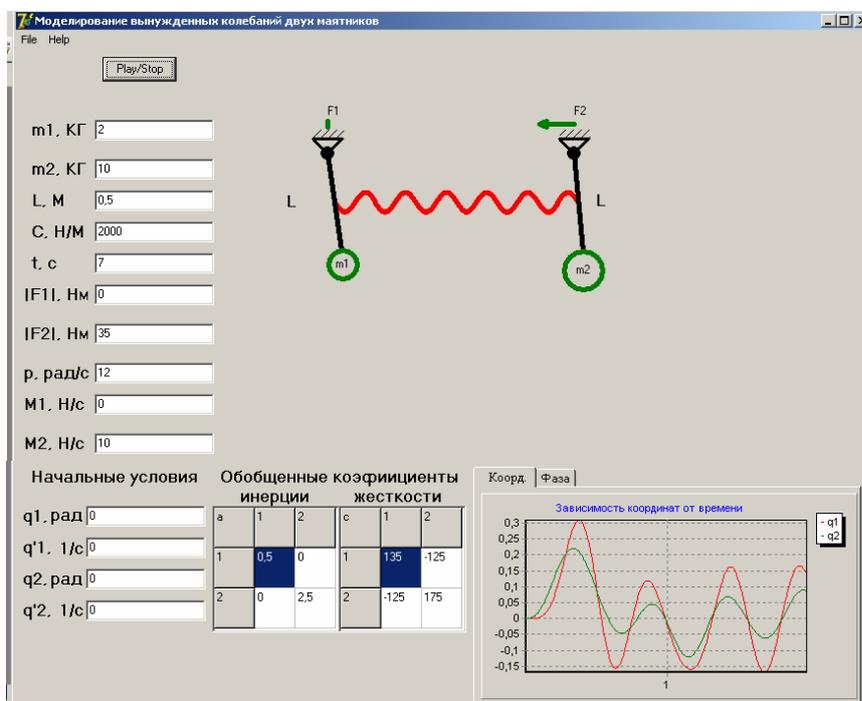


Рис.3.

Для визуализации проводимых исследований и расчетов разработаны программы (Delphi), позволяющие контролировать теоретические расчеты для целого класса подобных систем (Рис.1). На рис.3 приведен пример такой программы для исследования системы двух маятников, соединенных упругой связью (1), (2). Для удобства использования программы она содержит панель с окнами для записи параметров исследуемой системы, область вывода временных характеристик и фазовых портретов с управляющими кнопками, область

визуального представления движения системы. С помощью кнопок управления выбирается режим демонстрации законов изменения координат по времени (нажимается кнопка «Координат.») или режим демонстрации фазовых портретов координат (нажимается кнопка «Фаза»). Кнопкой «Play/Stop» программу можно запустить или остановить.

При работе с подобными программами пользователь записывает в окна панели (рис.3) параметры исследуемой механической системы, нажимает кнопку «Координата» (или «Фаза») и запускает программу кнопкой «Play/Stop». Программа позволяет визуально наблюдать движение исследуемой системы с одновременным просмотром зависимостей обеих координат (или фазовых портретов) по времени наблюдения. Таким образом удается проверить аналитические и численные вычисления, а также особенности и эффекты, имеющиеся в исследуемой системе и выбрать оптимальные параметры для динамического гашения вибраций.

УДК 678.6

ПРОИЗВОДСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ

Каталымов А.В., Гданский Н.И.

(МГУИЭ, Москва, Россия)

Статья посвящена актуальной проблеме переработки больших масс бытовых полимерных отходов. Предложено использовать их для производства строительных материалов.

Проблема утилизации полимеров, вышедших из употребления, по-прежнему остается очень острой. Крупные города производят за год сотни тысяч тонн бытовых полимерных отходов (в основном – тара и упаковка, корпусные детали), которые в настоящее время в большинстве своем вывозятся на полигоны твердых бытовых отходов (ТБО). Продолжает нарастать объем отслуживших свой срок пластиковых элементов строительных конструкций – это сайдинг, полимерные оконные конструкции, отделочные и декоративные материалы и изделия и т.д.

1. Основные пути утилизации полимеров

1. Добавка отходов в производство новых полимерных изделий. Обычно доля добавляемых отходов составляет до 10-15%. Как правило, по данной технологии предприятия утилизируют собственные производственные отходы. Бытовые отходы необходимо очень тщательно разделять и очищать для того, чтобы не снизить качество получаемых изделий. При этом зачастую добавка отходов становится для предприятий-производителей полимерной продукции экономически не выгодной и они более охотно продают отходы по сниженным ценам сторонним потребителям.

2. Сжигание полимерных отходов на ТЭЦ с целью производства тепла и электроэнергии.

Существующая практика показывает, что при сгорании полимеров образуется широкая гамма ядовитых веществ (например, диоксины). Полная очистка газов является довольно сложным и дорогостоящим техническим мероприятием, поскольку требуется до пяти-шести ступеней очистки. Поэтому реально в широких масштабах данный путь переработки применяется только в Великобритании, где газовые выбросы относятся господствующими ветрами преимущественно в направлении моря.

Основным аргументом в пользу данного вида переработки отходов (в том числе – и полимерных) являются существующие высокие цены на энергоносители. Однако, как показывает экономический анализ, обеспечение экологически чистых режимов сжигания также требует значительных капитальных и текущих затрат. Средняя стоимость такой ТЭЦ составляет несколько сотен миллионов евро. Специализированные ТЭЦ по сжиганию бытового мусора функционируют в Германии, Франции. В России данные предприятия есть в Москве и Санкт-Петербурге.

3. Производство бытовых изделий, спортивного снаряжения. В данном направлении существует большой опыт в европейских странах, Японии. Основным недостатком его - необходимость тщательной сортировки полимерной смеси по отдельным типам и маркам и последующая очистка получаемого материала. Это требует больших затрат на сортировку и очистку и делает невозможным переработку социально значимых объемов отходов – десятки и сотни тысяч тонн, наличие которых характерно для больших городов.

4. Сбор, выборка и сортировка полимерных отходов для продажи. В настоящее время сформировался довольно емкий рынок по отдельным видам полимерных отходов. Наиболее характерным является применяемый в таре ПЭТФ. Измельченный и сортированный по цвету ПЭТФ стоит на мировом рынке 200-300\$ за тонну (в зависимости от цвета и качества сортировки). В связи с этим многие организации избирательно занимаются как сбором данного вида полимерных изделий, так и выборкой его из бытовых отходов. Наряду с повторным использованием ПЭТФ для производства тары одним из основных путей его использования является производство строительных утеплительных материалов.

Альтернативой рассмотренным направлениям утилизации полимерных отходов является применение упрощенных технологий их массовой переработки – например использование их в качестве связующих компонент в строительных материалах.

2. Производство строительных материалов на основе упрощенной технологии переработки полимерных отходов

Для переработки больших масс отходов может быть использована следующая поточная технология, в основе которой лежат обычные технологии, применяемые в производстве стройматериалов и полимерных изделий.

На начальном этапе переработки полимерные отходы сортируют таким образом, чтобы доля реактопластов в общем объеме не превышала 50%. Затем отобранные отходы подвергают дроблению. Не дробят только полиэтиленовую пленку.

После дробления полимерные отходы регенерируют на специальных установках. В массовом производстве при регенерации дробленая масса в специальном экструдере проходит несколько тепловых зон от 90⁰С до 190⁰С и при интенсивном перемешивании переплавляется в единую массу. Полиэтиленовая пленка подвергается регенерации без предварительного измельчения.

После регенерации полученная масса остывает. Затем ее снова дробят. Полученные частицы смешивают с наполнителем (обычно- силикатный песок) и красителем. Данную смесь снова разогревают до 190⁰С при интенсивном перемешивании и подают в пресс-формы для изготовления изделий методом прессования. В производственных условиях разогрев и перемешивание смеси производят в специальном экструдере. Для производства опытных образцов разогрев и перемешивание смеси производились в лабораторных условиях.

Процентное соотношение существенно влияет на свойства получаемого материала. Образцы с 25% содержанием связующего выдерживают большое напряжение при растяжении и изгибе, однако они показывают меньшую стойкость при испытаниях на растрескивание. Для более детальных испытаний были изготовлены стандартные образцы для испытаний и переданы в лабораторию кафедры "Сопротивления материалов и прочности конструкций" МГУИЭ.

Проведенные испытания строительных материалов показали, что по прочности они сравнимы с традиционными строительными материалами – такими, как кирпич и бетон и вполне могут использоваться не только в качестве отделочных материалов, но и в несущих конструкциях.

Заключение

Рассмотренная технология является перспективной для стран СНГ в связи с тем, что у них, как правило, отсутствуют системы сбора, сортировки и повторного использования полимерных отходов, особенно - бытовых. В условиях постоянно растущего их объема и

расширения номенклатуры наиболее экономически выгодным, даже по сравнению со сжиганием на ТЭЦ, способом утилизации является переработка в строительные материалы, которые по своим эксплуатационным свойствам превосходят не только отечественные, но и зарубежные аналоги.

Анализ физико-механических свойств получаемых материалов показывает, что по данной технологии могут быть изготовлены кровельная черепица, тротуарная и террасная плитка, декоративный камень. Свойства получаемых строительных материалов таковы, что они намного практичнее и долговечнее других материалов. Ориентировочно гарантия на изделия из полимернонеорганической композиции составляет не менее 50 лет. Диапазон температур для использования полимернонеорганических строительных материалов – от -65°C до $+250^{\circ}\text{C}$, а ничтожный процент водопоглощения, стойкость ко всем видам коррозии позволяют использовать их в любых климатических условиях.

Применение декоративных и других специальных видов покрытий позволит значительно расширить применение рассмотренных материалов не только в строительстве, но и в других областях, например, изготавливать пожаростойкие и устойчивые к химическому воздействию покрытия и т.д.

Организация производств по переработке полимерных отходов вблизи крупных населенных пунктов (источников сырья) помогла бы устранить один из наиболее мощных источников экологического загрязнения внешней среды, предотвратить дальнейшее масштабное захоронение данного вида отходов.

УДК:681.31:539.43

КОМПЬЮТЕРНЫЙ МОНИТОРИНГ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ РЕАКЦИОННЫХ ТРУБ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПЕЧЕЙ КОНВЕРСИИ МЕТАНА

Луганцев Л.Д., Коростылёв А.В.

(МГУИЭ, Москва, Россия)

На основе теории течения нестационарной ползучести разработаны метод и алгоритм компьютерного мониторинга несущей способности тонкостенных трубчатых элементов конструкций, работающих в условиях нестационарного силового и высокотемпературного воздействия.

Трубчатые печи – наиболее дорогие и, в то же время, наименее надёжные аппараты установок производства водорода, аммиака и метанола. Стоимость трубчатой печи (вместе с котлом-утилизатором) составляет до 30% от капитальных вложений в сооружение всей установки [1].

Аварийные ситуации, связанные с отказами реакционных труб печей могут привести к серьёзным экологическим последствиям. Проблема особенно остро стоит из-за того, что эксплуатация труб запланирована вплоть до достижения ими предельных состояний. Постепенно развивающиеся процессы накопления повреждений могут привести к внезапным отказам, а повреждённость материала труб не может быть выявлена традиционными методами неразрушающего контроля. Таким образом, практическая невозможность мониторинга несущей способности и долговечности реакционных труб с помощью неразрушающих средств контроля определяет актуальность развития методов численного анализа их работы в условиях эксплуатации.

Реакционные трубы печей конверсии метана предназначены для длительной работы (до 100 тыс. часов.) в условиях высоких температур (до 900°C) и давлений (до 4 МПа). Условия работы реакционных труб требуют применения специальных жаропрочных и жаростойких материалов.

Характерной особенностью рассматриваемого оборудования является работа при напряжениях меньших предела текучести материала и как следствие отсутствие

пластических деформаций. Повышенные рабочие температуры вызывают деформации ползучести.

Трубчатый элемент печи рассматриваем как тонкостенную цилиндрическую оболочку, нагруженную внутренним давлением q и осевым усилием P при температурном воздействии T . Внешние нагрузки и температурное поле изменяются во времени независимо друг от друга. Математическую модель неизоэрометрического упруговязкопластического деформирования изделия и метод расчета строим на основе теории течения нестационарной ползучести [2] с учётом изменения начальных размеров (в геометрически нелинейной постановке задачи).

Приращение компонентов тензора полной деформации на n -ом шаге нагружения представляем в виде суммы приращений упругих, температурных деформаций и деформаций ползучести:

$$\Delta \varepsilon_{i,j} = \Delta \varepsilon_{i,j}^e + \delta_{i,j} \cdot \Delta \varepsilon^T + \Delta \varepsilon_{i,j}^p + \Delta \varepsilon_{i,j}^c, \quad (1)$$

где $\Delta \varepsilon_{i,j}^e$ – тензор приращений упругих деформаций; δ_{ij} – символ Кронекера; $\Delta \varepsilon^T$ – температурное расширение, $\Delta \varepsilon_{i,j}^c$ – тензор приращений деформаций ползучести.

Приращение термоупругих деформаций определяются выражением:

$$\Delta \varepsilon_{i,j}^e + \Delta \varepsilon^T = \frac{1}{E} [(1 + \mu) \cdot \Delta \sigma_{i,j} - 3\mu \cdot \Delta \sigma] + \left[\alpha - \frac{1}{E^2} \cdot \frac{dE}{dT} ((1 + \mu) \sigma_{i,j} - 3\mu \cdot \sigma) + \frac{1}{E} \cdot \frac{d\mu}{dT} \cdot (\sigma_{i,j} - 3 \cdot \sigma) \right] \cdot \Delta T, \quad (2)$$

где σ – среднее напряжение; $E=E(T)$, $\mu=\mu(T)$ – модуль упругости и коэффициент Пуассона материала цилиндра; $\alpha=\alpha(T)$ – коэффициент линейного расширения материала цилиндра.

При использовании теории нестационарной ползучести полагаем, что время смены режима нагружения конструкции невелико по сравнению с временем работы изделия при установившемся режиме. Приращение компонентов деформации ползучести на этапе нагружения определяем по формуле

$$\Delta \varepsilon_j^c \left[3s_j v_c \Delta \tau + 3s_j \lambda_c \cdot \Delta \varphi + 3(\sigma_i \Delta s_j - s_j \Delta \sigma_i) \cdot \partial \varphi / \partial \sigma_i \right] / 2\sigma_i, \quad (j=1, 2, 3), \quad (3)$$

где v_c – скорость установившейся ползучести; $\varphi = \varphi(\sigma_i, T)$ – функция, характеризующая конечный эффект от развития нестационарной ползучести; $\lambda_c = \lambda_c(\sigma_i, T)$ – функция, характеризующая возврат нестационарной части ползучести при разгрузке; σ_i – интенсивность напряжений; s_j – компоненты девиатора напряжений, $\Delta \tau$ – время работы изделия на этапе нагружения.

Численная реализация разработанного метода осуществлена в виде программного обеспечения. Программный комплекс разработан на алгоритмическом языке Delphi 7, имеет модульную структуру, функционирует в операционных системах Windows 2000/XP, предоставляет пользователю удобный, интуитивно понятный графический интерфейс.

Применим разработанное программное обеспечение для численного моделирования работы реакционных труб печей конверсии метана.

Материал труб: сталь НК-40 (отечественный аналог 45Х25Н20С). Механические и физические параметры, а также скорости деформации установившейся ползучести принимаются в соответствии с работой [3]. Наружный диаметр трубы $D_{\text{нар}} = 120$ мм, толщина стенки трубы $h_{\text{ст}} = 10$ мм. Внутреннее давление парогазовой смеси в трубе $q = 2,5$ МПа, температура стенки реакционной трубы $T = 900$ °С.

Математическая модель скоростей деформации установившейся ползучести имеет вид [4]:

$$v_c = A \cdot \exp\left(-\frac{\Delta H}{R \cdot (T + 273)}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_i}{\sigma_*}\right)^n \quad (4)$$

где A – постоянная для материала, T – температура испытаний (эксплуатации изделия), R – газовая постоянная, ΔH – энергия активации ползучести. σ_* – произвольная величина напряжения, за которую могут быть приняты, например, предел пропорциональности или текучести материала при температуре испытаний.

Оценки параметров модели можно получить методом наименьших квадратов, предварительно линеаризовав исходную структуру.

По данным [3] для стали НК-40 модель скоростей деформации установившейся ползучести имеет вид:

$$v_c = 1,6 \cdot 10^6 \cdot \exp\left(\frac{-210 \cdot 10^3}{(T + 273) \cdot R}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_i}{\sigma_T}\right)^{4,56} \text{ ч}^{-1}$$

$$\sigma_T = 260 - 0,18 \cdot T \text{ МПа}$$

Результаты расчётов представлены на рис 1-2

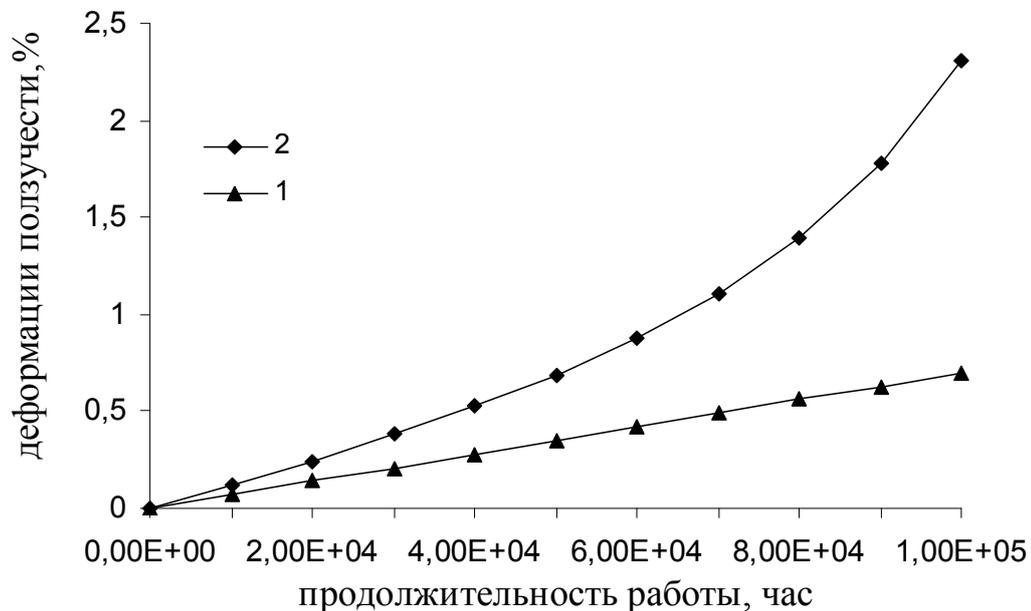


Рис.1 Накопление деформаций ползучести в геометрически линейной(1) и нелинейной(2) постановках задачи

Как видно из графиков при таком режиме нагружения ($q=2,5$ МПа, $T=900$ °С) к концу срока эксплуатации (100 тыс. часов) тонкостенные трубчатые элементы конструкции достигают предельного состояния, так как допустимая суммарная деформация ползучести для печных труб из НК-40 находится в пределах 2-3% [1].

Таким образом, программный продукт позволяет выполнить численный анализ несущей способности и долговечности реакционных труб печей конверсии метана в условиях нестационарного силового и высокотемпературного воздействия, осуществлять мониторинг остаточного ресурса оборудования в режиме on-line.

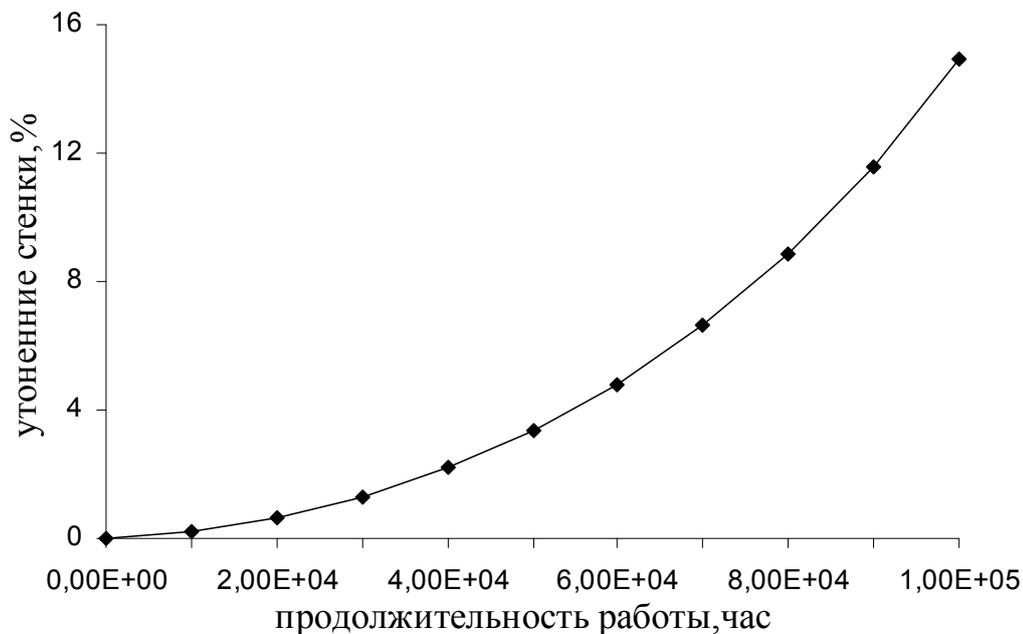


Рис.2. Утонение стенки реакционной трубы

Список литературы:

1. Шарихин В.В., Коновалов А.А., Скороход А.А. Трубчатые печи: Учебное пособие. – Изд. 3-е. – Самара: Офорт, СамГТУ, 2005. – 444 с.
2. Термопрочность деталей машин. Под ред. И.А.Биргера и Б.Ф.Шорра. М., "Машиностроение". 1975. 455 с., ил.
3. Heat resistant alloy НК-40, Kubota Metal Corporation, Canada, 1991.
4. Малинин Н.Н. Расчёты на ползучесть элементов машиностроительных конструкций. – М.: Машиностроение, 1981.- 221.с.

УДК 62-79

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРХНЕГО ПРЕДЕЛА КРУПНОСТИ ЧАСТИЦ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ГРОХОЧЕНИИ В ПОЛЕ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ СИЛ

В.Б. Малеев, В.В. Журба, А.А. Кудрявцев
(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Определён максимальный радиус частиц, выносимых за пределы ротора при оптимальном значении рабочей угловой скорости вращения.

Проблема утилизации твёрдых отходов промышленного и бытового происхождения приобретает в настоящее время всё более острый характер в связи с тем, что объёмы генерирования отходов постоянно растут, в то время как темпы их переработки несопоставимо малы.

Из активных методов утилизации ТБО (твёрдых бытовых отходов) доминирующим является сжигание, что приводит к выделению твёрдых и газообразных отравляющих веществ. Существенно очистить выбросы в атмосферу от многих опасных компонентов позволяет предварительная сортировка мусора. Поэтому вопросы, связанные с сепарацией твёрдых отходов, являются актуальными.

Одним из способов классификации ТБО является использование наклонных вращающихся поверхностей.

Процесс грохочения в поле центробежных сил протекает при определенных скоростях вращения ротора. Высокая точность процесса грохочения получается при оптимальной скорости вращения ротора.

Рациональная скорость вращения ротора определяется с учетом величины размера граничного зерна разделения.

Конкретная величина оптимальной окружной скорости просеивающей поверхности обеспечивает вынос из ротора кусков до определенного максимального размера. Размер максимального куска материала, вынесенного из ротора, является верхним пределом крупности частиц.

Условие, обеспечивающее восходящее движение надрешётной частицы, выглядит следующим образом:

$$\operatorname{tg} \alpha > \frac{f \omega^2 r + g}{\omega^2 r - fg}, \quad (1)$$

где α – угол наклона просеивающей поверхности к вертикали;

f – коэффициент трения;

ω – угловая скорость вращения ротора;

r – радиус меньшего основания усеченного прямого конуса ротора;

g – ускорение свободного падения.

Следовательно, наименьшая допустимая скорость вращения ротора центробежного классификатора, при которой возможен процесс разделения исходной массы по крупности, определяется по формуле:

$$\omega_{\min}^2 = \frac{g(1 + f \operatorname{tg} \alpha)}{r(\operatorname{tg} \alpha - f)}, \quad (2)$$

Рабочая угловая скорость выбирается в определенном диапазоне и вычисляется по формуле:

$$\omega_{\text{раб}} > \sqrt{\frac{g(1 + f \operatorname{tg} \alpha)}{r(\operatorname{tg} \alpha - f)}}. \quad (3)$$

Рабочая скорость является оптимальной, если она обеспечивает высокую степень точности процесса разделения по крупности. Превышение оптимальной скорости будет приводить к снижению эффективности процесса грохочения. При оптимальной скорости из ротора будут выноситься надрешетные куски до определенного размера; куски же большего размера будут оставаться у меньшего основания конуса ротора и их накопление может привести к повреждению очистителей и просеивающей поверхности.

Необходимо теоретически определить верхний предел крупности исходных частиц при оптимальном значении рабочей угловой скорости вращения ротора.

На рисунке 1 изображены силы, действующие на частицу радиусом r_n , опирающуюся на наклонное дно и стенку ротора:

$m\vec{g}$ – вес частицы;

\vec{N}_1 и \vec{N}_2 – реакции стенки и дна ротора;

$\vec{F}_{i\delta}^{ei}$ – центробежная сила инерции;

$\vec{F}_{\delta\delta}$ – сила трения.

$$F_{mp} = fN_1.$$

В начале относительного движения вдоль просеивающей поверхности $V_\xi = 0$, поэтому Кориолисова сила инерции отсутствует:

$$F_{\xi\delta}^{ei} = 2m\omega V_\xi \sin(\vec{\omega}, \vec{V}_\xi) = 0.$$

В этот момент времени происходит отрыв частиц от дна ротора и, следовательно, $N_2=0$.

Таким образом, движение частиц вверх обеспечивают оставшиеся силы, показанные на рисунке 1.

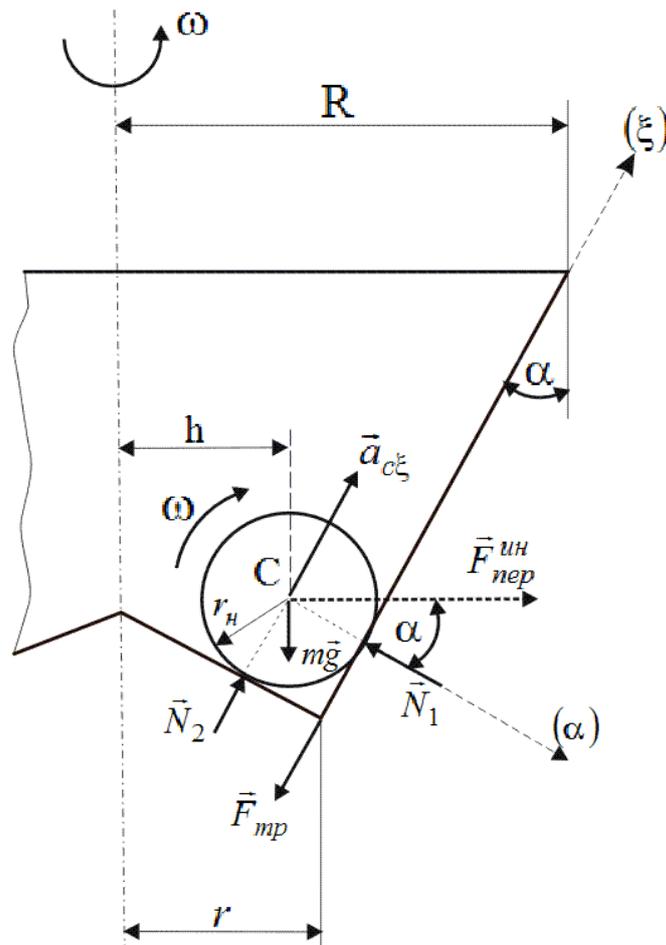


Рисунок 1– Силы, действующие на надрешётную частицу у наклонного днища ротора

Это движение описывается системой трех дифференциальных уравнений плоскопараллельного (относительного) движения:

$$\left. \begin{aligned} 1. \quad ma_{C\xi} &= \sum F_{k\xi}; \\ 2. \quad ma_{C\alpha} &= \sum F_{k\alpha}; \\ 3. \quad J_C \cdot \varepsilon &= \sum m_C (\overline{F_k}) \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Два первых уравнения системы (4) представляют собой закон движения центра инерции C частицы в проекции на оси (ξ) и (α) , третье уравнение – закон моментов. Условие начала движения частицы вдоль просеивающей поверхности выполнится, если

$$a_{C\xi} > 0 \text{ и } \varepsilon > 0. \quad (5)$$

Отсутствие перемещения центра инерции вдоль оси (α) определяет условие:

$$a_{C\alpha} = 0 \quad (6)$$

Тогда уравнения (4) с учетом (5) и (6) принимают вид:

$$\left. \begin{aligned} 1. \quad & F_{i\ddot{a}\delta}^{\dot{e}i} \sin \alpha - mg \cos \alpha - F_{\delta\delta} > 0; \\ 2. \quad & -F_{i\ddot{a}\delta}^{\dot{e}i} \cos \alpha - mg \sin \alpha + N_1 = 0; \\ 3. \quad & F_{\delta\delta} r_i > 0. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Центробежная сила инерции определяется:

$$F_{nep}^{un} = m\omega^2 h, \quad (8)$$

где $h = r + r_n \sin \alpha - r_n \cos \alpha = r - r_n (\cos \alpha - \sin \alpha)$.

Подстановка (8) в (7) позволяет получить систему уравнений:

$$\left. \begin{aligned} 1. \quad & m\omega^2 h \sin \alpha - mg \cos \alpha - fN_1 > 0; \\ 2. \quad & m\omega^2 h \cos \alpha + mg \sin \alpha - N_1 = 0; \\ 3. \quad & fN_1 > 0. \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Из второго уравнения системы (9) получаем:

$$N_1 = m(g \sin \alpha + \omega^2 h \cos \alpha) .$$

Третье уравнение характеризует вращение частицы, которое может происходить и без движения вверх.

Подстановка значения N_1 в первое уравнение системы (9) дает выражение:

$$m\omega^2 h \sin \alpha - mg \cos \alpha - fm(g \sin \alpha + \omega^2 h \cos \alpha) > 0,$$

отсюда:

$$\omega^2 h(\operatorname{tg} \alpha - f) > g(1 + f \operatorname{tg} \alpha)$$

или

$$h = \frac{g(1 + f \operatorname{tg} \alpha)}{\omega^2 (\operatorname{tg} \alpha - f)} .$$

Подставляя значение h , получим:

$$r - r_n (\cos \alpha - \sin \alpha) > \frac{g(1 + f \operatorname{tg} \alpha)}{\omega^2 (\operatorname{tg} \alpha - f)},$$

отсюда:

$$r_n < \frac{1}{\cos \alpha - \sin \alpha} \left[r - \frac{g(1 + f \operatorname{tg} \alpha)}{\omega^2 (\operatorname{tg} \alpha - f)} \right]. \quad (10)$$

По формуле (10) определяется максимальный радиус частиц, выносимых за пределы ротора при оптимальном значении рабочей угловой скорости вращения.

Список литературы:

1. А.С. Парфенюк, С.И. Антонюк, А.А. Топоров Альтернативное решение проблемы твёрдых отходов в Украине //Экотехнологии и ресурсосбережение. 2002. № 4.

2. Малеев В.Б., Парфенюк А.С., Журба В.В., Кудрявцев А.А., Чубенко А.В. Восходящее движение твердых частиц на вращающейся наклонной поверхности применительно к их классификации. Машиностроение и техносфера XXI века // Сборник трудов XIII международной научно-технической конференции в г.Севастополе 11-16 сентября 2006г. В 5-ти томах. – Донецк: ДонНТУ, 2006, т.5. – с.274-278
3. В.В. Журба, Ф.Н. Булгаков, Б.Б. Зельдин, Л.Н. Горохова Баллистическое обогащение полезных ископаемых //Обогащение полезных ископаемых, Выпуск 35, 1985

УДК

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ АВАРИЙ ХИМИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗА ИХ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Топоров А.А., Акусов В.В., Локтионова А.А.
(ДонНТУ, Донецк, Украина)

В статье предложена система оценки техногенной безопасности химического оборудования с учетом изменения их технического состояния.

На Украине, а особенно, в промышленном Донбассе, все более очевидной становится проблема предотвращения чрезвычайных ситуаций и техногенных катастроф на объектах химической промышленности. Даже существенное сокращение производства на химических предприятиях не привело к снижению аварийности и уменьшению экологического ущерба окружающей среде вследствие техногенных эмиссий. Это связано с целым рядом факторов - оборудование предприятий химической промышленности в основном находится в эксплуатации значительные сроки, ужесточились требования к уровню безопасности оборудования и т.п. [1].

В технологических объектах, как правило, 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 отказов элементов оборудования растет вероятность неконтролируемого высвобождения накопленного потенциала, что может привести к возникновению техногенно опасных ситуаций и аварий.

Технические объекты взаимодействуют между собой, как в нормальном режиме работы, так и в аварийном. При возникновении аварийной ситуации на одном объекте другие могут попадать в зону выброса большого количества энергии (тепловой (световое и тепловое излучение), механической (энергия взрыва), химической (выброс химически активных веществ)). При этом наносится не только вред соседнему оборудованию, но и может произойти, что объект станет новым источником – возникает эффект «домино».

Так как на каждом этапе развития аварийной ситуации изменяются свойства объектов, поэтому это необходимо учитывать при разработке системы предупреждения аварийных ситуаций [2].

Наиболее эффективным является использование системного подхода к решению проблемы, что означает рассмотрение технологического объекта (участка предприятия), как совокупность элементов взаимосвязанных между собой, с внутренними и внешними связями и возможности их изменения в процессе развития аварийной ситуации.

Один из вариантов решения задач является создание системы зонирования территории цеха (участка, предприятия) по степени опасности с последующим анализом полученных результатов и принятием мер.

Для этого необходимо исследовать взаимовлияния технологического оборудования, исследовать влияние оборудования на человека, разработать мероприятия по уменьшению опасных техногенных воздействий на человека, оборудование, окружающую среду.

Одной из таких задач является разработка обобщенного показателя уровня опасности объекта, который бы учитывал различные параметры для разнотипных объектов.

Комплексный показатель состояния должен включать в себя несколько критериев:

K_1 - критерий зависящий от потенциала объекта, например, накопленная энергия (химическая, потенциальная, кинетическая, тепловая).

K_2 - критерий состояния, учитывающий степень деградации объекта. В качестве такого критерия может выступать критерий посчитанный методом «Паук-ЦИС», информационная энтропия, коэффициент запаса прочности объекта и др.

K_3 - критерий сопротивления опасности, учитывающий степень оснащенности объекта средствами защиты и предотвращения возникновения опасности. Это такие средства как предохранительные клапаны, мембраны, термобезопасители, отключение электропитания, возможность ввода ингибиторов, предохранительные кожухи, различные перегородки.

K_4 - критерий, учитывающий тяжесть последствий при возникновении аварии. Этот критерий учитывает количество людей находящихся в потенциально опасной зоне, экологический и экономический ущерб.

Тогда обобщенный показатель опасности объекта можно представить в виде:

$$K = \frac{K_1 \cdot K_2}{K_3} \cdot K_4$$

При эксплуатации любой технической системы происходит взаимодействие ее элементов между собой, а также с рабочей и окружающей средой. Такое взаимодействие приводит к изменению геометрические параметров элементов, таких как форма, размеры, шероховатость; физико-механические и химические свойства, например электропроводность, прочность и т.п. и происходит вследствие процессов коррозии, износа, возникновению микротрещин, изменение структуры конструкционных материалов.

Изменение геометрических параметров важно учитывать для несущих элементов системы, сопрягаемых поверхностей элементов, а так же для элементов, непосредственно взаимодействующих с рабочей и окружающей средой. Так, например, для несущих силовых конструкций изменение формы может приводить к изменению напряженно-деформированного состояния, для быстровращающихся масс типа роторы, турбины – к возникновению дебаланса, что в свою очередь вызывает вибрации. Для поверхностей обеспечивающих уплотнение изменение, приводят к разгерметизации, утечкам, выбросам, потерям веществ. Все это в конечном итоге может привести к техногенным авариям, масштабным выбросам в окружающую среду.

Таким образом, в процессе эксплуатации всей системы изменяются ее первоначальные свойства. В результате, в каждый момент времени, параметры и свойства системы отличаются и порой значительно от свойств первоначальной системы. Для разработки рекомендаций по эксплуатации системы с учетом изменения ее состояния, мероприятий по предотвращению негативных изменений, создания графиков ремонтов возникает необходимость прогнозировать состояние системы в заданные моменты времени при заданных условиях эксплуатации,

Наиболее приемлемым методом для решения проблемы является системный подход [3], когда технический объект рассматривается как система, состоящая из элементов, обладающая внутренними и внешними связями. Для каждого элемента и связи определяются значимые факторы и свойства. Изменение свойств элементов приводит к изменению свойств всей системы, поэтому необходимо выявить изменяемые величины, а так же модели их изменения. Для ряда параметров их изменения фиксируются средствами диагностики с занесением в базу данных, для других возможно использование известных зависимости изменения состояния контролируемых параметров. Также, при накоплении достаточного объема информации об изменяемых параметрах появляется возможность создания статистических моделей. Особой задачей является выбор критерии состояния, как для элементов, так и для всей системы в целом, учитывая, что у системы есть свойства, которых нет у элементов.

Реализовать такую модель возможно только с применением ЭВМ, так как требуется обработка больших объемов информации.

Предлагаемая реализация поставленной задачи выполнена в системе «клиент-сервер» с использованием СУБД MySQL – для хранения накопленной информации, модуля PHP, для обработки данных и реализации математической модели, а также браузера для отображения полученных результатов на экране у пользователя, т.е. создания пользовательского интерфейса. Например, на рисунке 1, показано структурирование объектов, т.е. построения их в виде дерева иерархии с учетом подчиненности элементов в сборочной единице и узле, используя информацию, хранящуюся в базе данных

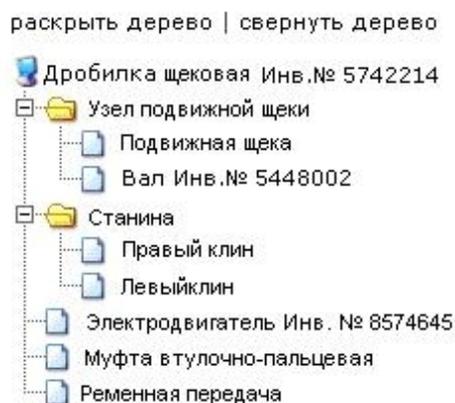


Рисунок 1 - Построение дерева иерархии

Для наглядного отображения изменения состояния технического объекта используется график «Паук ЦИС», в котором по осям откладываются значения изменяемых параметров объекта в процентном соотношении по сравнению с начальным состоянием (рисунок 2).

Для сборочной единицы оборудования по осям откладываются площади посчитанные данным методом для деталей входящих в узел (рисунок 3).

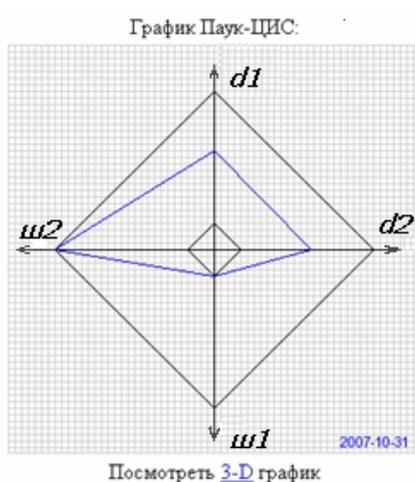


Рисунок 2 - Пример построения график «Паук-ЦИС» для детали.

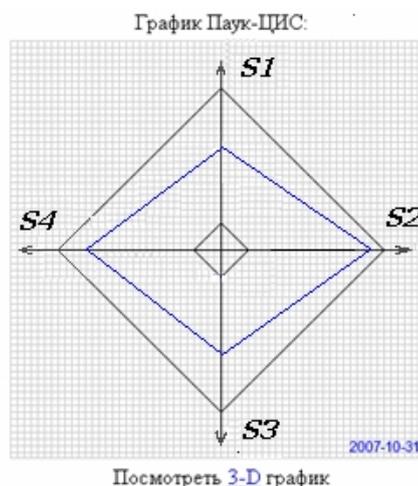


Рисунок 3 - Пример построения график «Паук-ЦИС» для узла.

Используя данные о состоянии объектов и всей системы в целом, динамически формируются карты зонирования по различным критериям. На рисунке 4 показано зонирование по обобщенному показателю опасности объектов.

Особенностями разрабатываемой системы являются:

1. Наглядность и следовательно простота восприятия информации, т.е. облегчение принятия решений по увеличению безопасности.
2. Динамическое отображение карт зонирования во времени.
3. Возможность изменения при необходимости расположения оборудования (реконструкция на предприятии или поиск наиболее рационального размещения оборудования)
4. Возможность учета технического состояния объекта, т.е. степень деградации.
5. Учет взаимовлияния оборудования.

6. Учет места возникновения аварии и корректировка при этом формы опасных зон.
7. Масштабируемость – возможность подключения к системе дополнительных пользователей и рабочих мест.

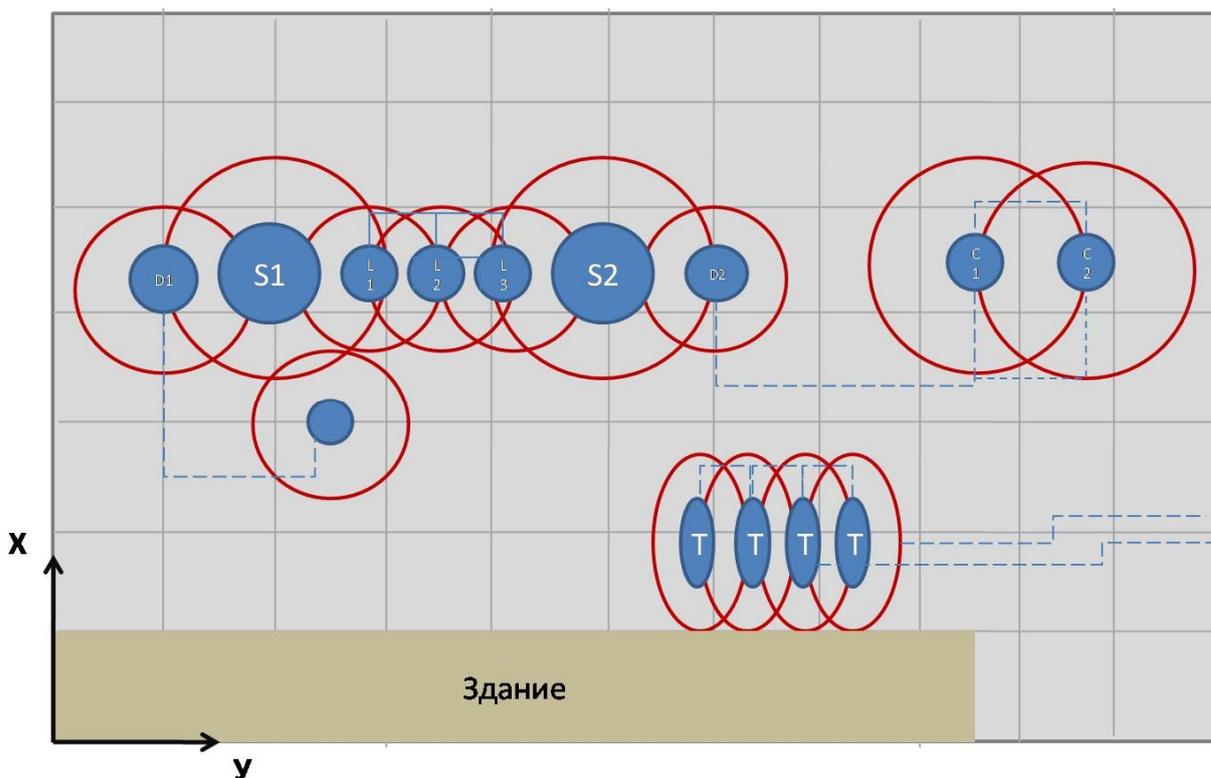


Рисунок 4 - Отображение карты зонирования по уровням безопасности

Разрабатываемая система позволяет накапливать в базе данных информацию о структуре объекта, историю изменения параметров элементов системы, рассчитывать степень изменения состояния элементов связей, а также всей системы с отображением в графическом виде. Имеется возможность выдачи практических рекомендаций, к примеру, о возможных заменах материалов, изменениям точности сопрягаемых элементов, замене видов смазочных материалов и т.п.

Система зонирования позволит наглядно показывать зоны повышенной опасности, а следовательно принимать меры по снижению их опасности. В условиях существующего производства знание потенциально опасных зон поможет принятию ряда решений: уменьшение скопления людей в наиболее опасных зонах, установка автоматизированных систем управления, установка дополнительных средств защиты (преград между соседними объектами, защитных клапанов и кожухов), изменение расположения оборудования при реконструкции.

Для новых производств система позволит создать наиболее безопасную структуру цеха, подобрав наиболее рациональное расположение объектов, с учетом изменения их состояния во времени и накопленного потенциала.

Список литературы:

1. Топоров А.А., Парфенюк А.С., Власов Г.А. Оценка техногенной безопасности технологических комплексов / «Экологические проблемы индустриальных мегаполисов». Материалы III международной научно-практической конференции - выставки. Донецк, 2006. С. 220 - 224.
2. Парфенюк А.С., Топоров А.А., Веретельник С.П., Семеренко С.В. / Разработка критериев техногенной безопасности технологических комплексов // Инженерная защита окружающей среды. Сборник докладов Международной конференции. М.: МГУИЭ, 2002. С.158-161.
3. Топоров А.А. Новый подход к анализу техногенно опасных ситуаций на технологических производствах / Наукові праці ДонНТУ. Серія: Хімія і хімічна технологія. Випуск 95 / Донецьк: ТОВ «Лебідь», 2005. С. 126-130.

О ВОССТАНОВЛЕНИИ КЛАДКИ КОКСОВЫХ ПЕЧЕЙ НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ДЕФЕКТОВ

Парфенюк А.С., Костина Е.Д.
(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Предложена тактика регламентации работ по восстановлению кладки коксовых батарей с прогнозированием требуемой периодичности ремонтов в зависимости от протекания процесса разрушения.

Важным экологическим аспектом эксплуатации коксовых батарей является своевременное устранение дефектов кладки, которые приводят к неконтролируемым выбросам и эмиссии вредных газов из отопительной системы и камер коксования. Эта проблема важна не только для традиционных коксовых батарей с камерными печами периодического действия, но и для перспективных блочно-бетонных батарей, которые могут быть использованы не только для коксования угольных шихт, но и для переработки твердых промышленных и бытовых отходов.

Долговечность кладки обеспечивается правильной эксплуатацией и своевременным ремонтом. Однако система планирования профилактических ремонтно-восстановительных работ кладки традиционных коксовых батарей и тем более крупноблочных по существу не разработана.

Возникновение дефектов кладки в процессе эксплуатации батареи неизбежно, однако это не скажется существенно на ее эксплуатационных характеристиках, если не допускать увеличения размеров дефектов до критических значений с переходом их в наиболее опасные виды: сквозные трещины, раковины, прогары и провалы.

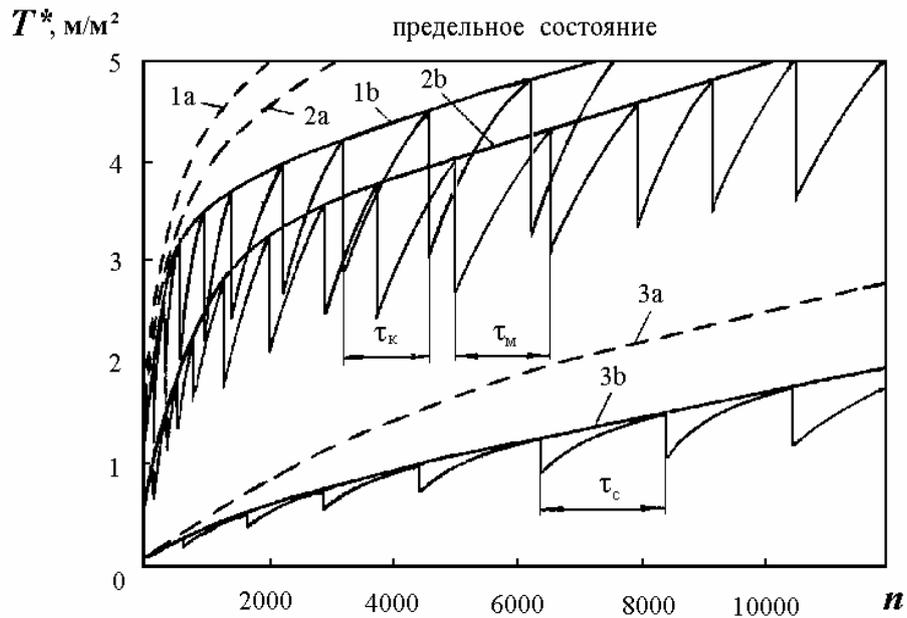
Снижение скорости разрушения кладки и увеличение ресурса отдельных конструктивных элементов кладки и в целом коксовой батареи достигается путем проведения ремонтно-восстановительных работ, направленных на устранение или частичную компенсацию возникающих дефектов.

Решение проблемы продления ресурса кладки коксовых батарей основано на знании статистических закономерностей процессов разрушения и восстановления различных зон кладки и рассмотрения их как единого процесса.

Практика показывает, что проведение ремонтно-восстановительных торкретирований и подмазок простенков камер на коксохимических заводах не всегда находится в соответствии с фактическим состоянием разрушенности кладки и систематически запаздывает по срокам по сравнению с потребностями быстрого восстановления.

На основе знания статистических закономерностей процесса разрушения кладки и статистической информации по фактическим объемам и видам ремонтно-восстановительных работ на крупноблочных коксовых батареях Стахановского коксохимического завода была предложена тактика регламентации всех выполняемых видов ремонтных работ как профилактических, с прогнозированием требуемой периодичности торкретирований и подмазок в зависимости от протекания процесса разрушения.

Графическая интерпретация совмещенного процесса разрушения-восстановления кладки (рис. 1, 2) дает представление о сущности этого процесса и соотношениях различных расчетных величин, его характеризующих. Кривые 1а, 2а характеризуют процесс разрушения головочных зон коксовой и машинной стороны простенков при полном отсутствии всех видов ремонтов, 1в, 2в - для тех же зон при выполнении профилактических ремонтов. Пилообразные ломаные кривые характеризуют суммарный процесс разрушения-восстановления и состоят из вертикальных отрезков, отражающих уменьшение критерия



1, 2 – головочная зона коксовой и машинной стороны соответственно; 3 – середина камеры коксования; а – без восстановлений, б – восстановления торкретированием

Рисунок 1 - Изменение трещиноватости зон кладки простенков T^* в зависимости от количества печевыдач n и условий разрушения-восстановления

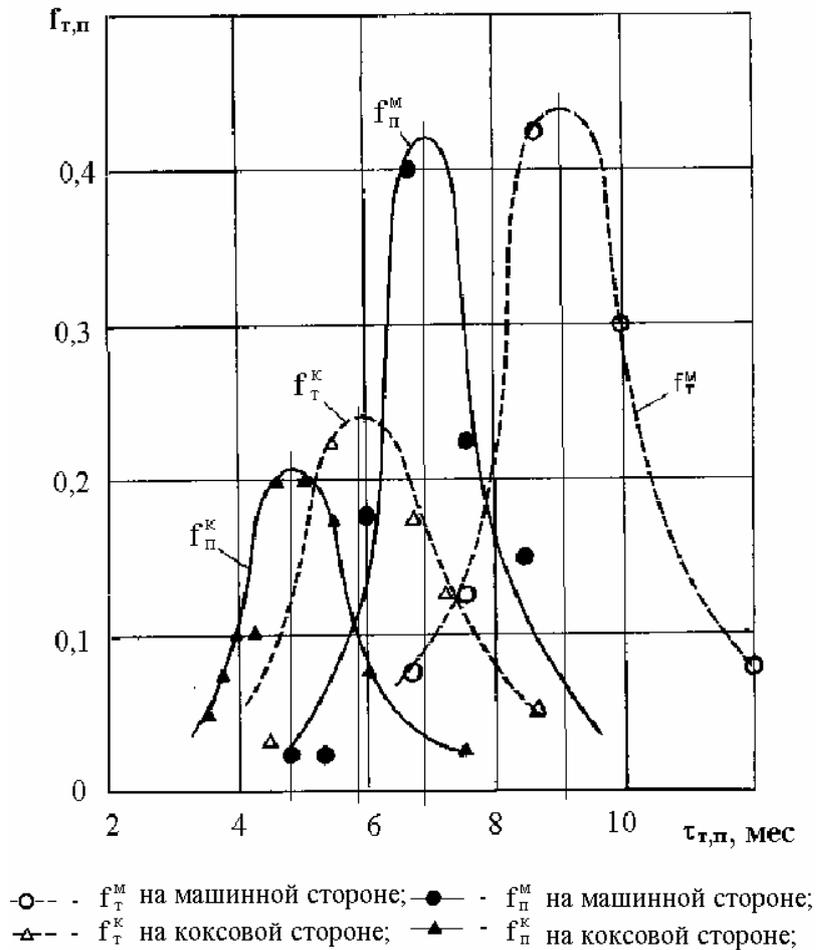


Рисунок 2 - Функции распределения частоты торкретирований f_τ и подмазок f_π с машинной и коксовой стороны батареи

трещиноватости T^* вследствие профилактических восстановлений, и отрезков кривой между ними, которые описывают процесс разрушения. Аналогично кривые 3а и 3б характеризуют соответственно процесс разрушения без восстановлений и разрушения с восстановительными ремонтами.

Планируемые периодичности подмазок и торкретирований для любого момента "жизни" батареи и любой зоны кладки определяем по формуле:

$$T_{\tau,п} = M(\tau_{\tau,п}) - k S(\tau_{\tau,п}),$$

где k – коэффициент упреждения, определяющий соотношение планово-профилактических и внеплановых ремонтных работ;

$M(\tau_{\tau,п})$ и $S(\tau_{\tau,п})$ – математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение наблюдаемых периодичностей торкретирований и подмазок.

Периодичности торкретирований τ_m и подмазок τ_n камер определяли для всех печей батареи по средним величинам, характеризующим состояние кладки для машинной и коксовой стороны на данный момент срока службы батареи, независимо от состояния каждой камеры в отдельности. При этом ремонтную кампанию проводили в максимально сжатые сроки, которые возможны в соответствии с режимом эксплуатации печей и возможностями ремонтной службы (в течение не более 2 недель).

В соответствии со статистическими характеристиками процесса восстановления крупноблочной кладки в период установившейся нормальной работы рекомендовано для машинной стороны коксовых батарей осуществлять подмазки 1 раз в 6 месяцев, торкретирование 1 раз в 8,5 месяцев, для коксовой стороны эти работы должны проводиться чаще – подмазки 1 раз в 4 месяца, торкретирований 1 раз в 5 месяцев. Каждый год периодичности должны корректироваться в соответствии с изменением критерия T^* по данным предыдущего года.

Представляется полезной реализация такого подхода к регламентации ремонтно-профилактических работ кладки существующих коксовых батарей из мелкоштучных огнеупоров. Для этого необходимы статистические исследования процесса их разрушения-восстановления в условиях каждого предприятия.

Данная система планирования профилактических мероприятий была применена вместо традиционных ремонтно-восстановительных работ по состоянию кладки на Стахановском коксохимическом заводе. Новая система основана на заданном упреждении по срокам работ при учете различий процесса разрушения кладки с машинной и коксовой стороны и в срединных зонах камер. В результате было достигнуто повышение качества ремонтов, экономия до 40 % времени на подготовительные работы при снижении общих трудозатрат на 15-20 %, лучшее использование возможностей ремонтной службы, снижение скорости разрушения кладки и, в конечном итоге, продление ресурса коксовых батарей и улучшение экологической обстановки на территории коксохимического завода.

Список литературы:

1. Парфенюк А.С., Третьяков П.В., Костина Е.Д. О разрушении кладки коксовых батарей из крупных огнеупорных бетонных блоков и традиционных динасовых огнеупоров // Кокс и химия. 2004, № 8. С.25-27.
2. Парфенюк А.С., Костина Е.Д., Комбаров А.П., Котенко Н.С., Лукашенко А.Д. О ремонте кладки крупноблочной коксовой батареи // Кокс и химия. 1998, № 4. С.11-14.

ГАРАНТИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕРОДИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Третьяков П.В, Алексеева О.Е.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

На основе системного подхода к решению проблемы надежности теплотехнических агрегатов рассмотрена перспективная конструкция агрегата для переработки твердых углеродистых материалов, в частности, наклонного блочного агрегата непрерывного действия.

Тепловые агрегаты для переработки различных сыпучих, вязких и крупнокусковых сырьевых материалов подвержены, как правило, наиболее интенсивному разрушению в зонах загрузки и выгрузки. Надежность элементов именно этих зон определяет долговечность всего агрегата. В работе сделана попытка на основе системного подхода к решению проблемы гарантии надежности и долговечности рассмотреть перспективную конструкцию агрегата для переработки твердых углеродистых материалов, в частности, наклонного блочного агрегата непрерывного действия [1]. Условия, режим работы (загрузка, пиролиз, выгрузка и т.д.), конструкция (группирование в батарею, система обогрева и отвода летучих, конструкция кладки анкеража и т.д.) агрегата сходны с таковыми для коксовой батареи.

Однако, агрегаты для переработки твердых углеродистых материалов контактируют с более агрессивной средой, отличающейся высокой влажностью, вспучиванием, токсичностью и адгезией в сравнении с угольной шихтой.

Наиболее дефектоопасной зоной агрегата является головочная зона простенков. Особенность ее работы заключается во взаимодействии и взаимовлиянии элементов, выполненных из различных материалов: машиностроительная конструкция прессующе-проталкивающего устройства, металлоконструкция армирования агрегата, теплоизоляция зоны и огнеупорная кладка. Все эти конструктивные элементы имеют различные коэффициенты температурного расширения, испытывают различные механические и тепловые нагрузки, характеризуются неодинаковыми физико-механическими свойствами. Обеспечить герметичность и прочность конструкции, а следовательно, ее надежность и долговечность возможно, оказывая влияние на термомеханику зоны, изменяя ее характеристики в нужном направлении. Под термомеханикой здесь понимается совокупность взаимодействий элементов узла в переменном температурном поле при циклическом нагреве и охлаждении, в результате чего происходит изменение напряженно-деформированного состояния с постепенным разрушением материала элементов и связей между ними.

Метод дерева отказов, примененный для оценки качественных показателей надежности элементов зоны позволил выявить основные закономерности этих взаимодействий для системы [2]. Так, взаимосвязь элементов головочной зоны можно описать группой тождеств:

$$N_1 = f_1(N_2, N_4); \quad N_2 = f_2(N_3); \quad N_3 = f_3(N_1),$$

где $N_{1,2,3,4}$ - долговечность соответственно кладки, теплоизоляции, металлоконструкции обслуживающего устройства, анкеража.

Долговечность элементов определяется как [3]:

$$N = \eta \cdot \exp \frac{U - \gamma \cdot \sigma}{k \cdot \text{grad}T},$$

где η , k - константы, зависящие от свойств материала; γ - плотность поверхностной энергии материала; U - энергия активации химических связей (в ненапряженном состоянии); $\text{grad}T$ - градиент температуры; σ - возникающие в процессе эксплуатации напряжения.

Наиболее низкой долговечностью обладает кладка головочной зоны агрегата. Анализа накопленного статистического материала по эксплуатации крупноблочной бетонной кладки показал, что величина напряжений, возникающих в материале, в основном зависит от наличия количества и размеров дефектов:

$$\sigma = f(S) \cdot \sqrt{2E \cdot \gamma},$$

где E - модуль деформации материала; $f(S)$ - функция размеров дефекта в материале. Так как наиболее распространенным и опасным дефектом крупноблочной кладки являются трещины, то $f(S)$ выражает суммарную длину трещин в элементе. Функция $f(S)$ является возрастающей, если суммарная длина трещин S , развивающихся в процессе нагружения в материале не превышает некоторого критического значения S^* . Если же длина S будет равна критической S^* , наступит разрушение конструкции, характеризуемое достижением предела прочности материала. Величина S^* зависит от приложенной внешней нагрузки q и коэффициента интенсивности напряжений $K_I = \sqrt{2 \cdot E \cdot \gamma}$:

$$S^* = q^{-1}(q / \sqrt{2 \cdot E \cdot \gamma}),$$

где q^{-1} - обратная по отношению к q функция, которая является возрастающей.

Изложенный подход дает возможность прогнозировать поведение элементов головочной зоны на разных этапах «жизни» агрегата: нарушение герметичности, появление сквозных трещин, загрязнение поверхностей продуктами пиролиза, их горение и определять степень влияния этих факторов на процесс разрушения зоны, учитывая полученную информацию на стадии проектирования.

Использование модели при усовершенствовании конструкции кладки позволило получить следующие преимущества:

- В зоне двух первых вертикалов кладки установлены сменяемые шамотные блоки, обладающих более высокой термической стойкостью, между головочными блоками и анкером расположены теплоизоляционные плиты [4].
- Уменьшение интенсивности трещинообразования в кладке, достигнуто установкой на поверхности блоков компенсаторов, реализующих температурные деформации [5].
- Исходное состояние кладки агрегата улучшено путем ликвидации значительной части дефектов, возникающих при изготовлении, путем нанесения торкретированием защитных покрытий на блоки [6].
- Применение перекладки первых четырех вертикалов по сравнению с: мокрым торкретированием, при объеме дефектов выше 3,1 м³; полусухим торкретированием, при объеме дефектов выше 0,32 м³; методом керамической наплавки, при объеме дефектов выше 0,92 м³ [7].

Список литературы:

1. Парфенюк А.С. Крупномасштабная комплексная переработка твердых углеродистых промышленных и бытовых отходов // Кокс и химия, 2001, №5, С. 41 – 44.
2. Парфенюк А.С., Алексеева О.Е., Захаров П.А. и др. Анализ надежности элементов головочной зоны коксовой печи// Кокс и химия № 6, 1998. С. 16-19.
3. Зайцев Ю.В. Механика разрушения для строителей. - М.: «Высшая школа», 1991. - 287.
4. Парфенюк А.С., Третьяков П.В., Костина Е.Д. О разрушении кладки коксовых батарей из крупных огнеупорных бетонных блоков и традиционных диносовых огнеупоров // Кокс и химия. 2004. № 8. С.14-19.
5. Парфенюк А.С., Третьяков П.В., Костина Е.Д. Продление ресурса агрегатов путем предотвращения развития трещин в элементах конструкций / Захист металургійних машин від поломок: Зб.наук.пр. – Вип.7. - Маріуполь, 2003. - С.110-113.
6. Третьяков П.В., Парфенюк А.С. Закономерности разрушения коксовых батарей – основа планирования стратегии их восстановления / Машиностроение и техносфера XXI века // Сборник научных трудов международной научно-технической конференции в г.Севастополе 8-14 сентября 2003 г.-Донецк: ДонНТУ, 2003. Т.3. С.213-216.
7. Парфенюк А.С., Третьяков П.В., Власов Г.О., Кириченко Н.С. Оценка и прогнозирование состояния кладки коксовых печей на воздушный бассейн / Экологические проблемы индустриальных мегаполисов. Труды II международной конференции «Экологические проблемы индустриальных мегаполисов». Под редакцией Д.А. Баранова, М.Г. Беренгартена, Н.И. Гданского, Н.Е. Николайкиной - М: МГУИЭ, 2005. 79-80.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМОВАНИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

А.Н. Нестеров, М.А. Остапенко
(ДонНТУ, Донецк, Украина)

Разработана математическая модель процесса формования твердых отходов, позволяющая учесть конструктивные параметры реального формующего устройства при использовании результатов компрессионных испытаний для определения давления и усилия формования.

Процесс формования используется при подготовке твердых бытовых и промышленных отходов к технологической и энергетической переработке.

При расчете оборудования для формования используются результаты компрессионных испытаний обрабатываемого материала. При этом не учитывается, что конструктивные параметры рабочего устройства для формования значительно отличаются от конструктивных параметров матрицы, используемой при компрессионных испытаниях. Это приводит к значительной погрешности при расчете давления и усилия формования.

В данной работе рассматривается комплексный подход к определению давления формования для достижения заданной плотности с учетом конструктивных параметров (форма и размеры рабочего объема устройства для формования), а также физико-механических свойств формуемого материала (коэффициент бокового давления, коэффициент внешнего трения, начальная объемная плотность материала).

Схема формования материала в замкнутом объеме показана на рисунке 1.

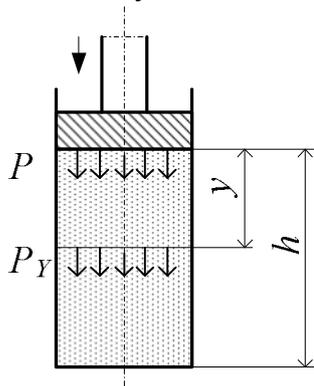


Рис. 1. Схема формования в замкнутом объеме.

Известное решение для определения среднего по поперечному сечению осевого давления в формовке, представлено формулой (1), которая получена с использованием гипотезы плоских сечений [1].

$$P_y = P \exp\left(-kf \frac{\Pi}{S} y\right), \quad (1)$$

где P_y – осевое давление в формовке на расстоянии y от устройства для формования;

P – давление на поверхности устройства для формования;

k, f – соответственно коэффициент внешнего трения и бокового давления формуемого материала;

Π, S – соответственно периметр и площадь поперечного сечения формовки.

Предполагая, что объемная плотность формовки одинакова во всех точках заданного поперечного сечения, находим формулу (2) для определения средней объемной плотности

$$\rho = \frac{1}{h} \int_0^h \rho_y dy, \quad (2)$$

где h - высота формовки;

где ρ_y - плотность тонкого слоя материала при давлении формования P_y , которая определяется при компрессионных испытаниях.

Высота формовки определяется по формуле

$$h = h_0 \frac{\rho_0}{\rho}, \quad (3)$$

где h_0 - начальная высота порции формуемого материала;

ρ_0 - начальная объемная плотность формуемого материала.

ρ - средняя объемная плотность формовки.

Величина ρ_y определяется по формуле (4), описывающей результаты компрессионных испытаний прессуемого материала в полном диапазоне давлений от нуля до P_{max} , что позволяет повысить точность исследований по сравнению с ранее описанным подходом, при котором описание результатов компрессионных испытаний производилось в ограниченном диапазоне давлений и без учета начальной плотности [2].

$$\rho_y = \rho_0 + \alpha P_y^\beta, \quad (4)$$

где α и β - экспериментальные коэффициенты компрессионных испытаний.

После подстановки выражений (4) и (1) в формулу (2) и интегрирования получаем формулу (5), устанавливающую влияние различных факторов на среднюю объемную плотность формовки

$$\rho = \rho_0 + \frac{\alpha P^\beta}{\beta k f \frac{\Pi}{S} h} \left[1 - \exp\left(-\beta k f \frac{\Pi}{S} h\right) \right]. \quad (5)$$

Из формулы (5) после преобразований приходим к формуле (6), устанавливающей влияние различных факторов на давление прессования

$$P = \left[\frac{(\rho - \rho_0) \beta k f \frac{\Pi}{S} h}{\alpha \left(1 - \exp\left(-\beta k f \frac{\Pi}{S} h\right) \right)} \right]^{\frac{1}{\beta}}. \quad (6)$$

Для упрощения анализа формул (5) и (6) введем в рассмотрение безразмерный параметр δ

$$\delta = \frac{\left[1 - \exp\left(-\beta k f \frac{\Pi}{S} h\right) \right]}{\beta k f \frac{\Pi}{S} h}. \quad (7)$$

Тогда формулы (5) и (6) примут следующий вид:

$$\rho = \rho_0 + \delta \alpha P^\beta; \quad (8)$$

$$P = \left[\frac{(\rho - \rho_0)}{\alpha \delta} \right]^{\frac{1}{\beta}}. \quad (9)$$

Если $\frac{\Pi}{S} h \rightarrow 0$, то $\delta = 1$ и формула (8) преобразуется в формулу (4), которая получена при обработке результатов компрессионных испытаний тонкого слоя материала во всем диапазоне изменения давления.

Сравнивая выражения формулы (9), записанные для рабочих условий и для условий компрессионных испытаний, приходим к формуле (10) для определения рабочего давления P_p , необходимого для формования массы до заданной плотности ρ .

$$P_p = P_k \left[\frac{1}{\delta} \right]^{\frac{1}{\beta}}, \quad (10)$$

где P_k - давление формования, которое обеспечило при компрессионных испытаниях достижение заданной плотности ρ .

Полученные результаты позволяют предложить следующую последовательность проектирования устройства для формования твердых отходов:

1. Проводятся экспериментальные исследования для определения физико-механических характеристик формуемого материала (начальная объемная плотность - ρ_0 , коэффициент бокового давления - k , коэффициент внешнего трения - f).
2. С использованием известной методики [3] проводятся компрессионные испытания формуемого материала и определяются коэффициенты α и β выражения (4), описывающего результаты компрессионных испытаний.
3. Уточняются исходные данные (форма и размеры формовки - Π , S , h_0 и средняя объемная плотность - ρ).
4. По формуле $h = h_0 \rho_0 / \rho$ определяется конечная высота порции сформованного материала.
5. По формуле (7) рассчитывается безразмерный параметр δ .
6. По результатам компрессионных испытаний определяется давление формования P_k , соответствующее заданной плотности ρ .
7. По формуле (10) определяется рабочее давление формования.
8. По формуле $F = P_p S$ рассчитывается усилие формования.

Список литературы:

1. Генералов М.Б. Механика твердых дисперсных сред в химической технологии. - Калуга: Изд-во Н.Бочкаревой, 2002. -592с.

2. Остапенко М.А. Моделирование процессов уплотнения сыпучих и порошковых материалов. В сб.н.гр.ДонГТУ.Серия: Химия и химическая технология. Выпуск 13/ гл.ред. Башков Е.А.:Донецк: ДонГТУ.- с. 174-178.

3. Остапенко М.А., Нестеров А.Н. Универсальный прибор и методика комплексного исследования физико-механических свойств бурого угля // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія "Хімія і хімічна технологія". Випуск 95 – Донецьк: ТОВ фірма "Друк-Інфо", 2005. – С. 157 – 162.

УДК 662.741

КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ ВНУТРЕННЕГО И ВНЕШНЕГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОМПОНЕНТОВ ВВ

Бован Д.В., Веретельник С.П.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

В последние годы участились случаи чрезвычайных ситуаций, связанные с утилизацией и хранением взрывчатых веществ (ВВ). Это в определенной степени обусловлено недостаточным учетом опасностей в обращении с ВВ в том числе и недостаточной изученностью изменения свойств ВВ в процессах производства, переработки и хранения.

На наш взгляд такое положение требует большего внимания к теоретическим и экспериментальным исследованиям на молекулярном уровне именно в области физико-химических и физико-механических свойств ВВ и предотвращения или, по мере возможностей, снижения опасности нежелательных изменений и проявлений этих свойств в различных технологических процессах связанных с ВВ.

В данной работе предпринята попытка систематизировать представления о характеристиках межатомного и межмолекулярного взаимодействия, что безусловно является основой проявления свойств веществ в общепринятом виде технологических или технических характеристик, применяемых в инженерной практике.

В дисперсных системах, которые являются многие ВВ или их компоненты каждая частица находится под действием системы внешних и внутренних сил и возбуждаемых ими энергетических полей. Внешние поля возникают за счет действия прикладываемой к материалу нагрузки и гравитационных сил. Внутренние поля возбуждаются межатомным и межмолекулярным взаимодействием, источниками которых являются сами структурные элементы материала – отдельные частицы, формирующие массив вещества.

В общем случае могут в той или иной степени проявиться следующие виды физических и химических связей между частицами: силы химической природы, молекулярные силы, ионно–электрические силы, капиллярные, электростатические, магнитные и силы механического сцепления. Проявление указанных сил может вызвать следующие механизмы взаимодействия между частицами дисперсных композиций.

1. Межатомное взаимодействие.
2. Межмолекулярное взаимодействие.
3. Взаимодействие между твердыми частицами.
4. Образование твердых мостиков между частицами.
5. Соединения за счет связующего.
6. Механические связи зацепления между частицами.

Преимущественное проявление того или иного из указанных факторов или механизмов взаимодействия частиц сыпучих материалов зависит от их состава, свойства структуры, а также определяется перестройкой и изменением структуры в процессах истечения из сосудов, движения в транспортных системах и компактирования при воздействии внешнего давления технологических машин и устройств [1].

Межатомное взаимодействие, взаимодействие между атомами, как свободными, так и входящими в состав одной или разных молекул, кристаллов и т. д. межатомное взаимодействие может быть ковалентным, ионным, металлическим, типа водородной связи и Ван-дер-Ваальсовым. Первые три типа межатомных взаимодействия являются причиной

образования химических связей в молекулах, атомных и ионных кристаллах, металлах и сплавах. Водородные связи могут образовываться внутри молекул и между разными молекулами в случае, когда между двумя электроотрицательными атомами располагается электроположительный атом водорода. Ван-дер-Ваальсовы межатомные взаимодействия обуславливают межмолекулярное взаимодействие, а также ответственны за некоторые свойства молекул. Энергия ковалентного, ионного и металлического межатомного взаимодействия ~ 102 кДж/моль, энергия водородной связи $\sim 10\text{—}50$ кДж/моль и энергия Ван-дер-Ваальсова межатомного взаимодействия $\sim 0,1\text{—}1$ кДж/моль.

Ковалентное межатомное взаимодействие возникает в результате обобществления валентных электронов парой соседних атомов. Понижение энергии в этом случае выражается в обменных интегралах, поэтому ковалентное межатомное взаимодействие часто называют обменным. Ковалентное межатомное взаимодействие является причиной существования молекул простых газов (H_2 , Cl_2 и пр.), различных соединений (H_2O , NH_3 и пр.), многочисленных органических молекул (CH_4 , $\text{H}_3\text{C—CH}_3$ и пр.).

Ионное межатомное взаимодействие обусловлено переносом валентных электронов с одного атома на другой и электростатическим взаимодействием образовавшихся в результате этого переноса ионов. Оно характерно для соединений металлов с наиболее типичными металлоидами (например, NaCl , CaCl_2 , Al_2O_3), а также для ионных кристаллов (NaCl , CsCl и пр.).

Металлическое межатомное взаимодействие характерно для чистых металлов и их соединений между собой и связано с наличием электронной проводимости, свободно движущихся в решётке металла. Эти электроны электростатически взаимодействуют с положительно заряженными атомами металлов, скрепляя их между собой.

Ван-дер-Ваальсово межатомное взаимодействие складывается из отталкивания атомов, обусловленного перекрыванием их электронных оболочек, и дисперсионного притяжения. При сближении атомов электроны, имеющие противоположно направленные спины, отталкиваются. В результате межэлектронного отталкивания электронная плотность в пространстве между ядрами двух взаимодействующих атомов уменьшается, что приводит к увеличению энергии межъядерного отталкивания. Таким образом, Ван-дер-Ваальсово отталкивание атомов при их сближении складывается из отталкивания электронов и электростатического отталкивания ядер, дезэкранированных вследствие взаимодействия электронов. Ван-дер-Ваальсово межатомное взаимодействие ответственно за отклонение свойств реальных газов от свойств идеальных газов, за относительную стабильность различных конформеров, за структуру и свойства молекулярных кристаллов и жидкостей и т.д.

Межмолекулярное взаимодействие, взаимодействие электрически нейтральных молекул или атомов; определяет существование жидкостей и молекулярных кристаллов, отличие реальных газов от идеальных и проявляется в различных физических явлениях. Межмолекулярное взаимодействие зависит от расстояния r между молекулами и, как правило, описывается потенциальной энергией взаимодействия $U(r)$, т. к. именно средняя потенциальная энергия взаимодействия определяет состояние и многие свойства вещества.

Ориентационные силы действуют между полярными молекулами, т. е. молекулами, обладающими дипольными и квадрупольными электрическими моментами. Сила притяжения между двумя полярными молекулами максимальна в том случае, когда их дипольные моменты располагаются по одной линии и зависит от их взаимной ориентации. Хаотическое тепловое движение непрерывно меняет ориентацию полярных молекул, но, как показывает расчёт, среднее по всем ориентациям значение силы имеет конечную, не равную нулю, величину. Потенциальная энергия ориентации межмолекулярного взаимодействия $U_{op}(r) \sim p_1 p_2 r^{-6}$, где p_1 и p_2 — дипольные моменты взаимодействующих молекул. Соответственно сила взаимодействия $F_{op} = -\partial U_{op} / \partial r \sim r^{-7}$, т. е. F_{op} убывает с расстоянием значительно быстрее, чем кулоновская сила взаимодействия заряженных частиц ($F_{кул} \sim r^{-2}$).

Индукционные (поляризационные) силы действуют между полярной и неполярной молекулами, а также между полярными молекулами. Полярная молекула создаёт электрическое поле, которое поляризует другую молекулу — индуцирует в ней дипольный момент. Потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия в этом случае пропорциональна дипольному моменту p_1 полярной молекулы и поляризуемости α_2 второй молекулы $U_{инд} \sim p_1 \alpha_2 r^{-6}$. Индукционные силы $F_{инд} \sim r^{-7}$.

Дисперсионное межмолекулярное взаимодействие действует между неполярными молекулами. В атомах и молекулах электроны сложным образом движутся вокруг ядер. В среднем по времени дипольные моменты неполярных молекул оказываются равными нулю, но мгновенное значение дипольного момента может быть отлично от нуля. Мгновенный диполь создаёт электрическое поле, поляризующее соседние молекулы, — возникает взаимодействие мгновенных диполей. Энергия взаимодействия неполярных молекул есть средний результат взаимодействия таких мгновенных диполей. Потенциальная энергия дисперсионного межмолекулярного взаимодействия $U_{дисп}(r) \sim \alpha_1 \alpha_2 r^{-6}$ где α_1 и α_2 — поляризуемости взаимодействующих молекул. Дисперсионные силы $F_{дисп} \sim r^{-7}$ действуют между всеми молекулами и атомами, т. к. механизм их появления не зависит от наличия у молекул (атомов) пост. дипольных моментов. Обычно эти силы превосходят по величине как ориентационные, так и индукционные. Только при взаимодействии молекул с большими дипольными моментами, например молекул воды, $F_{ор} > F_{дисп}$ (в 3 раза для H_2O). При взаимодействии же таких полярных молекул, как CO , HI , HBr и др., $F_{дисп}$ в десятки и сотни раз превосходят все остальные. Существенно, что все три типа межмолекулярного взаимодействия одинаковым образом убывают с расстоянием [2]

$$U = U_{ор} + U_{инд} + U_{дисп} \sim r^{-6}.$$

В состав некоторых ВВ входит аммиачная селитра, она существует в нескольких кристаллических модификаций, каждая из которых стабильна лишь в определенных температурных условиях. Переход из одной модификации в другую происходит при следующих температурах: $-18\text{ }^\circ\text{C}$; $+32,3\text{ }^\circ\text{C}$; $+84,2\text{ }^\circ\text{C}$; $+125,8\text{ }^\circ\text{C}$, $169,6\text{ }^\circ\text{C}$. При переходе из одной модификации в другую изменяются не только форма кристаллов, но и их размер и плотность вещества. Так при температуре $+32,3\text{ }^\circ\text{C}$ происходит полиморфное превращение, которое сопровождается уменьшением объема на 3,3 % и выделением тепла 4,99 ккал/кг, что также усложняет технологические операции с ВВ [1].

Список литературы:

1. Генералов М.Б. Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии - Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2002-592с.
2. Физический энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров . — М. : Сов. энциклопедия, 1984 . — 944 с. : ил

УДК 551.510.4

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЗЕЛЕННЫХ ЗОН НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ДОНЕЦКА

Аверин Е.Г., Парфенюк А.С.

(ДонНТУ, Донецк, Украина)

На основе данных дистанционного зондирования Земли выполнена оценка площади зеленых насаждений и изучено состояние зеленых зон на территории города Донецка.

Территория Донецкого горсовета принадлежит к тем районам Украины, где воздействие человека на природу сказалось наиболее сильно. Большая часть земель застроена жилыми массивами и промышленными предприятиями, часть земель представлена распаханymi сельскохозяйственными полями. Рост урбанизации и интенсивная хозяйственная деятельность человека зачастую наносят значительный вред зеленым

насаждениям. Сегодня одна из основных экологических проблем города связана с состоянием парков и скверов, а также с необходимостью сохранения имеющихся зеленых зон. Природные объекты являются важным элементом городской среды и выполняют эстетические, рекреационные и санитарно-гигиенические функции, благодаря своим аккумулялирующим и санирующим свойствам. В области зеленого строительства в последние годы в Донецке наметился ряд негативных тенденций. Наблюдается общее старение и отмирание зеленых насаждений, практикуется изъятие земельных ресурсов с уничтожением деревьев и кустарников.

Для достоверной экологической оценки необходима обработка огромного количества информации. Поэтому для ускорения оценки и осуществления экологических прогнозов используются вычислительно-информационные системы с возможностью автоматической или полуавтоматической обработки данных.

Значительным импульсом в решении данной экологической задачи стало использование геоинформационных технологий (ГИС-технологий) и методов геоинформационного моделирования. Следует отметить, что проводимый анализ состояния зеленых зон традиционными методами экологической оценки без применения современных информационных технологий, связан с высокой трудоемкостью и является малоэффективным. Современные ГИС-технологии – это средства и методы, использующие пространственный анализ данных для получения достоверной информации, на основе которой формируются качественно новые решения и знания. Основой ГИС являются электронные карты, получаемые в результате экспертного и автоматического дешифрирования спутниковых снимков и аэрофотоснимков. Подобные ГИС, включающие в себя информацию, полученную в ходе полевых работ, наблюдений и экспертных оценок, позволяют упорядочить данные, проводить сравнительные анализы, осуществлять оценку и прогноз экологической ситуации.

Методика сбора геоинформационных данных по зеленым насаждениям основывается на данных дистанционного зондирования Земли территории города Донецка. Для этой цели был выполнен анализ и оцифровка зеленых насаждений спутникового снимка территории города Донецка площадью 210 км². Выявление зеленых зон расположенных на территории города Донецка осуществлялось при помощи цветовой фильтрации спутникового снимка. Полученные ГИС-модели зеленых зон использовались для установления границ объектов зеленых насаждений общего пользования и лесов, а так же определения их площадей. Кроме этого проводилась оценка площади зеленых объектов ограниченного пользования и специального назначения в целом. Полученные ГИС-модели позволяют оценить всю площадь зеленых насаждений городской территории. С целью получения достаточной точности, оценка зеленых зон проводилась для каждого района в отдельности. Показатели комплексной оценки зеленой зоны девяти районов города Донецка, по состоянию на 01.01.2008 г., приведены в таблице 1 и в таблице 2.

В результате выполненных исследований установлено, что территория существующих зеленых насаждений в городе явно недостаточна. Рекомендуемая доля ландшафтно-рекреационных и зеленых территорий в пределах застройки Донецка по отношению к площади города должна составлять 45 – 60%. Как видно из таблицы 2 ни один из районов города не удовлетворяет этому условию. За последние 10 лет площадь насаждений общего пользования в городе снизилась на 31%. Показатель озеленения районов города (количество насаждений общего пользования на 1 жителя) уменьшился на 10 – 50%. Основные причины уменьшения площади насаждений общего пользования – старение и отмирание зеленых насаждений, изъятие земельных ресурсов, потеря парками и скверами их статуса, отсутствие реальных городских собственников зеленых объектов, недостаточное и неэффективное финансирование предприятий зеленого строительства.

Таблица 1 – Характеристика существующих зеленых насаждений

Наименование района	Виды зеленых насаждений									Всего, га
	Насаждения общего пользования						Насаждения ограниченного пользования	Леса		
	Парки*	Скверы*	Бульвары	Набережные	Внутриквартальные сады	Лесопарки			Другие объекты	
Буденовский	24,66/ 20,86	25,09/ 20,28	–	12,2	18,3	14,0	–	538,06	114,6	738,3
Ворошиловский	82,89/ 39,15	56,62/ 35,76	20,32	30,28	30,0	–	3,0	110,63	–	269,14
Калининский	23,67/ 18,64	66,65/ 34,64	16,98	16,66	41,2	–	9,56	745,54	–	883,22
Киевский	68,62/ 33,92	41,94/ 28,75	–	3,49	7,0	80,65	–	913,91	118,6	1186,32
Кировский	48,17/ 42,23	62,24/ 50,6	2,7	34,6	16,0	–	8,3	1741,74	344,93	2241,1
Куйбышевский	50,3/ 40,82	39,21/ 31,37	2,8	6,0	–	–	22,1	1138,59	585,82	1827,5
Ленинский	–	29,03/ 19,65	2,05	90,0	30,0	–	–	710,4	442,7	1294,8
Петровский	15,82/ 14,3	48,27/ 43,96	–	–	13,3	–	–	1362,7	1775,0	3137,66
Пролетарский	14,35/ 12,66	36,34/ 28,2	6,3	8,8	30,3	–	–	1426,8	1025,5	2538,6
Всего	328,48/ 192,58	405,39/ 293,21	51,15	202,03	186,1	94,65	42,96	8688,4	4407,2	14116,6

* - площадь объектов / площадь зеленых насаждений

Таблица 2 – Показатели озеленения города Донецка

Наименование района	Площадь района, га	Численность населения, тыс. чел.	Всего насаждений, га	Насаждения общего пользования, га	Удельный вес озелененных территорий, %	Насаждения общего пользования на жителя, м ²
Буденовский	2470*	94,9*	738,3	85,64	29,9	9,02
Ворошиловский	980	93,1	269,14	158,51	27,5	17,02
Калининский	2240	108,3	883,22	137,68	39,4	12,71
Киевский	3431	139,2	1186,32	153,81	34,6	11,05
Кировский	6710	163,0	2241,1	154,43	33,4	9,47
Куйбышевский	5100	118,1	1827,5	103,09	35,8	8,73
Ленинский	3700	105,6	1294,8	141,7	35,0	13,42
Петровский	6240	81,4	3137,66	71,56	50,3	8,79
Пролетарский	5800	98,9	2538,6	86,26	43,8	8,72
Всего	36671	1002,5	14116,64	1092,68	36,63	10,99

* - в границах городской застройки

Сложившаяся сегодня практика управления зеленым хозяйством города не отвечает современным требованиям и нуждается в коренном изменении. Эффективное планирование озеленительных работ может осуществляться только на основе реализации долгосрочных программ, строго увязанных с Генеральным планом развития города. В 2008 году Управление экологической безопасности горсовета предполагает внести изменения в

существующую программу «Зеленый город». Дополнительные мероприятия будут направлены на коренное улучшение состояния зеленых насаждений и перспективы развития зеленого строительства в городе до 2015 года. Предполагается, что реализация планируемых мероприятий развития зеленых зон города позволит:

- создать Городской комплекс природных территорий, включающий парки, скверы, лесные массивы и другие ландшафтно-рекреационные зеленые зоны города Донецка, где не допускается капитальное строительство;
- определить границы объектов, входящих в Городской комплекс природных территорий, и разработать проекты отвода земельных участков с передачей земельных ресурсов на баланс предприятиям зеленого строительства;
- благоустроить 29 парков и около 100 городских скверов;
- в перспективе создать сеть особо охраняемых природных территорий – заказников, памятников природы и садово-паркового искусства, заповедных урочищ и т.д.;
- создать единую систему производства, управления и контроля в области зеленого строительства в городе;
- определить объемы и источники финансирования мероприятий по озеленению города.

Разработка и реализация предполагаемых мероприятий позволит качественно улучшить состояние комплексной зеленой зоны города.

Список литературы:

1. Концепція та програма охорони навколишнього природного середовища та забезпечення екологічної безпеки. Державне управління Мінекобезпеки, Донецьк, 1999. – 22 с.
2. Пуговкин А.А. Компьютерная обработка результатов дешифрования космических материалов для ресурсной оценки территорий (Карело-Кольский регион) // Исследование Земли из космоса. – 2000. – №1. – С. 67-71.