

ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ПРОБЛЕМА ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ФИЛЬТРАТА НА ПОЛИГОНЕ ЗАХОРОНЕНИЯ ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В Г. НОРИЛЬСКЕ

В.Ф. Афанасьев

Научный руководитель доцент Н.В. Крепша
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Город – это особая сложная экосистема, все компоненты которой подвергаются химическому, физическому и биологическому воздействию. Серьезной проблемой в современных крупных городах является переработка твёрдых бытовых отходов (ТБО).

Выбор г. Норильска в качестве объекта исследования не случаен, так как он в течение длительного периода был подвержен антропогенному воздействию ОАО «Норильский горный комбинат», намного превышающему восстановительные силы природы.

В настоящее время существует несколько способов переработки ТБО – прямое сжигание, предварительный пиролиз с последующим сжиганием, захоронение [1].

Одним из основных видов деятельности ООО «Байкал – 2000», функционирующего на территории г. Норильска, является вывоз твердых бытовых отходов с объектов жилого фонда и размещение их на свалке-полигоне. Для устройства такого полигона выбран участок, в разрезе которого преобладают глинистые грунты. Основание выбранной площадки выполнено в виде большого корыта глубиной более 1,5 м для сбора фильтрата. При отсутствии глины в геологическом разрезе участка основание дна полигона оказывается размещённым в водопроницаемых грунтах. В этом случае дно корыта выстилается слоем привозной глины толщиной более 0,5 м.

В течение суток вывозят отходы на одну площадку полигона и уплотняют бульдозерами послойно до 2-метровой высоты. На следующий день отходы вывозят на другую площадку, а предыдущую укрывают изолирующим слоем грунта толщиной 0,25 м. Такая изоляция и последующее уплотнение грунта препятствуют загрязнению воздушной среды, а также распространению мух и грызунов.

В целях сокращения площади распространения, полигон загружают послойно до высоты более 60 м. После заполнения полигона поверхность последнего покрывают растительным грунтом, т. е. проводят рекультивацию, т. к. такие захоронения должны быть защищены от дальнейшего проникновения осадков и вод просачивания. Делается это не сразу после завершения захоронения, а после окончания биологических процессов в теле захоронения и полного прекращения выделения газов.

Рассмотрим проблемы, связанные с захоронением ТБО. В их число входят: а) вымывание веществ и загрязнение грунтовых вод; б) образование метана; в) просадка грунта.

Наиболее серьезной из перечисленных проблем является вымывание веществ и загрязнение грунтовых вод. По мере просачивания воды сквозь любой материал, в ней неизбежно растворяются и выносятся различные химические вещества. Вода, просачиваясь через отходы, образует особенно ядовитый фильтрат, в котором наряду с остатками разлагающейся органики присутствуют железо, ртуть, свинец, цинк и другие металлы из ржавых консервных банок, негодных батареек и электроприборов, а также красители, пестициды, моющие средства и другие химикаты. Этот ядовитый раствор поступает в водоносные горизонты, и оттуда вредные вещества могут попасть и в питьевые воды.

Состав и количество фильтрата зависит от состава ТБО, а он, в свою очередь, – от рациона питания населения, степени развитости системы бытовых услуг, климатической зоны и сезона года (табл. 1). Для рассматриваемого полигона количество фильтрата составляет от 6 до 16 м³/сут.

Таблица 1

Качественный и количественный состав ТБО для северной климатической зоны

Компоненты	%, по массе
Пищевые отходы	32–39
Бумага, картон	26–35
Дерево	1–2
Черный металлолом	3–4
Цветной металлолом	0,5–1,5
Текстиль	4–6
Кости	1–2
Стекло	4–6
Кожа, резина	2–3
Камни, штукатурка	1–3
Пластмасса	3–4
Прочее	1–2

Вследствие высокой токсичности фильтрата для его обезвреживания необходимо наличие очистных сооружений. Процесс очистки осложняется тем, что первоначальный состав фильтрата нестабилен и претерпевает значительные изменения при хранении в прудах-накопителях [2].

Нами предлагается следующая принципиальная схема очистки фильтрата полигона (рис.).

Фильтрат собирается в усреднителе (1) и затем поступает на очистку в реактор-осадитель (2). При барботаже воздуха через фильтрат происходит окисление двухвалентного железа в трехвалентное. Хлопья гидроксида железа способствуют ускорению процесса осаждения тонкодисперсных частиц. Подщелачивание раствора позволяет удалить из него марганец. При доведении pH фильтрата до 10–11 аммонийный азот переходит в форму NH_3 и отдувается из раствора. Одновременно происходит дезинфекция раствора. После выделения осадка фильтрат нейтрализуется (pH = 7–8), проходит фильтр (3) и поступает в электролизер (4), где происходит очистка от соединений хлора, тяжелых металлов, нефтепродуктов. Образовавшаяся в отстойниках (5) и (6) вода после уплотнения осадка и отстоя пены удаляется в пруд-испаритель, а осадок из этих аппаратов и реактора (2) – на захоронение на полигон. В качестве реагентов могут быть использованы некоторые виды промышленных отходов.

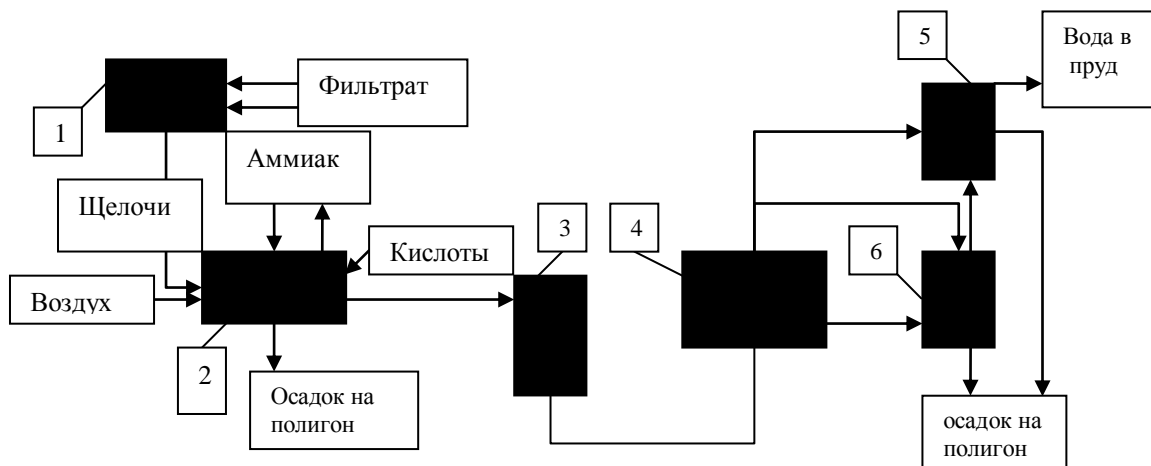


Рис. Принципиальная схема очистки фильтрата полигона
 1 – усреднитель; 2 – реактор-осадитель; 3 – фильтр; 4 – электролизёр; 5, 6 – отстойник.

Аппаратурное оформление подобной технологии не требует использования оригинальных конструкций аппаратов. Ёмкостные конструкции, выполненные из железобетона, и насыпные фильтры традиционно эксплуатируются на сооружениях очистки стоков, а электролизёры (электрокоагуляторы) широко применяются в системах доочистки стоков.

Вывод: упрощение технологии обезвреживания фильтрата и ее аппаратного оформления делает более реальным внедрение систем очистки стоков полигона в данном районе, а следовательно, повышает степень их безопасности для окружающей среды.

Литература

1. Гринин А.С., Новиков В.Н. Промышленные и бытовые отходы: хранение, утилизация, переработка. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002. – 336 с.
2. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов. – М.: МС РФ, АКХ им. Памфилова, 1996. – 15 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ПРОИЗВОДСТВА: КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ БЕЗОТХОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А.Ю. Бородин, Е.С. Нагаева

Научный руководитель доцент Ю.В.Бородин
Томский государственный университет, г. Томск, Россия
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Известно большое количество показателей оценки эффективности тех или иных инженерных решений, организационных мероприятий, инвестиционных проектов. Противостояние экономики и охраны биосферы – одна из проблем промышленной экологии. Решение этой проблемы лежит в разработке экономических механизмов, опирающихся на материальную заинтересованность в решении природоохранных задач [3].

В Федеральном законе «Об охране окружающей среды» (ст. 36) указано: «при проектировании зданий, строений, сооружений и иных объектов должны учитываться нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду, предусматриваться мероприятия по предупреждению и устранению загрязнений окружающей среды, а также способы размещения отходов производства и потребления, применяться ресурсосберегающие, малоотходные, безотходные и иные наилучшие существующие технологии, способствующие охране окружающей среды, восстановлению природной среды, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов» [4].

Безотходная технология – экологическая стратегия промышленного производства, включающая комплекс мероприятий, обеспечивающих минимальные потери природных ресурсов при максимальной экономической эффективности. Критерием безотходной технологии является такое комплексное использование сырья и энергии, при котором процесс производства продукции не сопровождается загрязнением окружающей среды. При этом техногенный круговорот сырья, продукции и отходов предопределяет замкнутость производственного цикла, что по существу и составляет основу безотходной технологии. Принцип безотходной технологии затрагивает все звенья производственной деятельности: разработку новых технологических рецептов, аппаратного оформления, экономических, экологических

мероприятий и т. д. По официальному определению, данному на Международном семинаре по малоотходной технологии в г. Ташкенте (1984 г.), «безотходная технология – это такой способ осуществления производства продукции, при котором наиболее рационально и комплексно используют сырье и энергию в цикле сырьевые ресурсы – производство – потребление – вторичные ресурсы. Таким образом, любые воздействия на окружающую среду не нарушают её нормального функционирования».

К концепции безотходной технологии существует два подхода. Один основан на законе сохранения вещества, в соответствии с которым сырье (материя) всегда может быть преобразовано в ту или иную продукцию. Следовательно, можно создать такой технологический цикл, в котором все экологически опасные вещества будут преобразовываться в безопасный продукт или исходное сырье. Согласно другому, полностью безотходную технологию нельзя создать ни практически, ни теоретически (подобно тому, как энергию нельзя полностью перевести в полезную работу в соответствии со вторым законом термодинамики, так и сырье невозможно полностью перевести в полезный экологически безопасный продукт). Другими словами, полностью безотходная технология – идеальная система, к которой должен стремиться всякий реальный технологический цикл, и чем больше будет это приближение, тем меньшим будет экологически опасный след [1].

В этом отношении более реальной является так называемая малоотходная технология – такой способ производства продукции, когда вредное воздействие на окружающую среду доведено до санитарно-гигиенических норм и соответствующих предельно допустимых концентраций (уровней) ПДК (ПДУ).

Иногда используют понятие «экологически чистая технология», подразумевая такой метод производства продукции, при котором сырье и энергию применяют настолько рационально, что объемы выбрасываемых в окружающую среду загрязняющих веществ и отходов сведены к минимуму.

Малоотходные (безотходные) технологии и замкнутые циклы – одна из самых радикальных мер защиты окружающей среды от загрязнений. В соответствии с Декларацией о малоотходной и безотходной технологии и использовании отходов, принятой в Женеве в 1979 г., сформированы четыре основных направления их развития.

1. Создание бессточных технологических систем разного назначения на базе существующих и перспективных методов очистки и повторно-последовательного использования нормативно очищенных стоков.
2. Разработка и внедрение систем переработки промышленных и бытовых отходов, которые рассматриваются при этом как вторичные материальные ресурсы (ВМР).
3. Разработка технологических процессов получения традиционных видов продукции принципиально новыми методами, при которых достигается максимально возможный перенос вещества и энергии на готовую продукцию.
4. Разработка и создание территориально-промышленных комплексов (ТПК) с возможно более полной замкнутой структурой материальных потоков и отходов производства внутри них.

Имеется ряд подходов к определению безотходности производств: экспериментальная оценка, оценки по сырьевому и энергетическому балансам, общему параметру оптимизации, полученному с помощью функции желательности или технологического профиля, а также экономическим путем при сопоставлении затрат на производство продукции.

Общий баланс относительной токсичности массы (ОТМ) вредных веществ выражается уравнением

$$\sum(M_C + M_B) - \sum M_H - \sum M_P = 0,$$

где $M_C + M_B$ – масса отходов, поступающих в окружающую среду со сточными водами и газовыми выбросами; M_H – масса нейтрализованных отходов; M_P – масса рассеянных отходов.

Относительную экологичность типового процесса, технологической линии, цеха определяют по формуле:

$$A = \frac{\sum(M_C + M_B) - \sum M_H}{\sum(M_C + M_B)} \cdot 100\%.$$

При $A \rightarrow 0$ процесс является безотходным.

Методология оценки категории безотходности химических производств предполагает, что коэффициент безотходности $k_b = \varphi(k_m, k_3, k_a)$, где k_m и k_3 – коэффициенты полноты использования соответственно материальных и энергетических ресурсов; k_a – коэффициент соответствия экологическим требованиям. Производства в зависимости от величины k_b и мощности можно разделить на три категории: безотходные ($k_b > 0,97$), малоотходные ($0,80 - 0,90 < k_b < 0,90 - 0,97$) и рядовые ($k_b < 0,80$).

Для угольной промышленности

$$k_b = 0,33(k_{II} + k_B + k_{III}),$$

где k_{II} – коэффициент использования породы, образующейся в результате горных работ; k_B – коэффициент использования попутно забираемой воды, образующейся при добыче угля; k_{III} – коэффициент использования пылегазовых отходов.

В общем случае для оценки степени совершенства технологического процесса, учитывая взаимодействие с окружающей средой, за критерий безотходности принят коэффициент экологического действия:

$$k = V_r/V_\phi = V_r/(V_r + V_n),$$

где V_r – теоретическое воздействие на окружающую среду, необходимое для производства; V_ϕ – фактическое воздействие; V_n – воздействие, определяемое конкретным производством.

Если $V_\phi \gg V_r$, то $k \rightarrow 0$, т.е. данное производство абсолютно не учитывает требований экологической безопасности, что неизбежно ведет к так называемому экологическому «просчету» или экологическому «бумерангу». Чем выше k , тем более совершенно производство с учетом воздействия на окружающую среду и тем более существенно приближение к безотходной технологии [2].

Социально-экономический эффект безотходных производств определяют по комплексному критерию:

$$\eta = \sum_i \partial_i - V / 3n \rightarrow \max,$$

где $\sum_i \partial_i$ – сумма всех эффектов, достигаемых при внедрении малоотходного производства:

$$\sum_i \partial_i = \partial_1 + \partial_2 + \partial_3 + \partial_4 + \partial_5,$$

где \mathcal{E}_1 – эффект от производства конечной продукции, полученной при внедрении малоотходного производства и более полного использования исходного сырья; \mathcal{E}_2 – эффект от потребления конечной продукции, полученной при внедрении малоотходного производства и более полного использования исходного сырья; \mathcal{E}_3 – экономия затрат на разведку, добычу и транспортировку отдельного ресурса; \mathcal{E}_4 – эффект от комплексного развития региона и совершенствования производственных сил; \mathcal{E}_5 – внешнеторговый эффект (сокращение импорта или рост экспорта сырья, продуктов переработки, конечного продукта); Y – ущерб от загрязнения окружающей среды отходами производства и потребления; Z_n – полные затраты на осуществление малоотходного и ресурсосберегающего производства.

При наличии ряда вариантов таких производств должен быть выбран вариант с наибольшим коэффициентом абсолютной социально-экономической эффективности η при равных или близких по величине народнохозяйственных затратах Z_n (независимо от агрегатного состояния отходов: газообразного, жидкого, твердого или комбинированного).

Литература

1. Богдановский Г.А. Химическая энциклопедия. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 237 с.
2. Бондарева Т.И. Экология химических производств. – М.: Изд-во МИХМ, 1986. – 92 с.
3. Экология /Л. И. Цветкова, М. И.Алексеев, Б. П.Усанов и др. – М.: АСВ, СПб.: Химиздат, 1999. – 488 с.
4. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002, № 7–ФЗ.

ОЦЕНКА СОЦИАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ И ПРОГРАММ

А.Ю. Бородин, А.Е. Акулов

Научный руководитель доцент Ю.В. Бородин
Томский государственный университет, г. Томск, Россия
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Природоохранную деятельность предприятий оценивают по достигаемой степени очистки вредных выбросов (ПДК, остаточным концентрациям); уровню загрязнения окружающей среды; капитальным и эксплуатационным затратам на экобиозащитную технику [1, 4, 5] и другими показателями.

Экономика в современном понимании охватывает условия и формы производства и обмена товаров, а также способы их распределения.

На первый взгляд экономика не имеет отношения к экологии. Действительно, исторически экономика развивалась относительно независимо, не принимая во внимание экологические факторы. Однако общество всегда зависело от природных ресурсов и состояния биосферы, только эта зависимость в экономических системах не учитывалась. Глубинная связь экономики и экологии выявилась, когда стало реальным обратное воздействие измененной людьми природы на человека, его хозяйство.

Экологический кризис есть, по существу, результат традиционной экономической политики. Непосредственной причиной экологического кризиса во многом явилась погоня за узкопонимаемой прибылью, когда эксплуатируются не только рабочая сила, но и природные ресурсы, когда себестоимость продукции уменьшается за счет загрязнения среды.

В экологичной экономике цели производства должны определяться скорее принципами экологии и безопасными для здоровья людей условиями труда, нежели только законами прибыли. Это значит, что производство должно строиться на началах всеобщей пользы, а не утилитарной прибыли.

Использование различных природных ресурсов (а значит, и их истощение), а также определенное загрязнение среды неизбежны при любой экономической деятельности. Это непосредственно связано с процессами производства и потребления. Например, количество угарного газа, попадающего в атмосферу, связано с количеством и качеством топлива, сжигаемого в автомобильных двигателях различных типов; спуск загрязненной воды в озера и реки зависит от уровня производства стали, бумаги, тканей и т. д. Количество грязной воды в каждом случае определяется технологическими характеристиками конкретной отрасли.

Экономист не может изобрести новую технологию, но он может объяснить или даже предсказать влияние изменений технологии на экологические последствия производства (уменьшение или увеличение загрязнения среды, использования природных ресурсов). Он обязан оценить влияние экологических последствий на цены различных товаров и услуг.

В принципе в любом производстве всегда можно тратить гораздо меньше энергии, горючих и минеральных ресурсов. Почему же не делается этого? Дело здесь в соотношении затрат на внедрение новой технологии и ущерба от сохранения старой. Перестройка производства – дело всегда затратное. Чтобы решиться на это, кроме угрозы наказания, моральных стимулов, необходимы также экономические стимулы.

Для экологичной экономики требуются изменения как в соотношении основных направлений общественного производства, так и в характере, культуре потребления населения. Важнейшие предпосылки экологичной экономики – это формирование правовых и организационных условий для рационального природопользования; создание научно-технического потенциала для перевода экономики на природосберегающую основу; ориентация производства на увеличение доли продукции конечного потребления, сведение к минимуму «производства ради производства»; создание замкнутых производственных циклов и уменьшение производственных отходов; отражение в системе учета производства продукции стоимости природных ресурсов.

Состояние природной среды определяется деятельностью обычных потребителей, предпринимателей, фермеров. Поэтому необходимо принятие обществом новой экономической политики, опирающейся на сотрудничество всех слоев общества при принятии важных решений по созданию новых производств, использованию альтернативных ресурсов и т. п.

Основой устойчивого развития становится система открытых конкурирующих рынков, цены которых отражают стоимость ресурсов. Если цены на ресурсы установлены объективно, конкурентная борьба заставляет производителей экономить ресурсы. Если загрязнение природной среды будет отождествляться предпринимателями с

ресурсами, «потерянными» для производства, то стремление снизить стоимость заставит производителей уменьшить вредные отходы, особенно когда это будет связано с расходами на ликвидацию экологических последствий или выплату штрафов. Конкурентная борьба, присущая свободному рынку, – основной фактор, способствующий созданию новых технологий. А новые технологии необходимы для более рационального использования ресурсов. Переход к экономическому стимулированию производителей в виде разнообразных льгот означает формирование новой эколого-экономической ситуации, в которой экологические требования входят в общую систему ценностей.

На сегодняшний день человечество стоит на пороге глобального экологического кризиса, вызванного нерациональной деятельностью человека. Поэтому сегодня, как никогда приобретает актуальность соблюдение всех экологических требований всеми хозяйствующими субъектами. И, прежде всего, экономика призвана обеспечить рациональное использование природных ресурсов.

Природоохранные мероприятия – все виды хозяйственной деятельности предприятий, направленные на уменьшение и ликвидацию отрицательного воздействия на окружающую среду, сохранение, улучшение и рациональное использование природно-ресурсного потенциала страны.

Защита окружающей среды – это комплексная проблема, которая может быть решена только совместными усилиями специалистов различных отраслей науки и техники. Наиболее эффективной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия промышленных предприятий является переход к малоотходным и безотходным технологиям. Это потребует решения целого комплекса сложных технологических, конструкторских и организационных задач. Экологизация промышленного производства должна развиваться по следующим направлениям: совершенствование технологических процессов и разработка нового оборудования с меньшим уровнем выбросов вредных примесей и отходов в окружающую среду; широкое внедрение экологической экспертизы всех видов производств и промышленной продукции; замена токсичных и не утилизируемых отходов на нетоксичные и утилизируемые; широкое применение дополнительных методов и средств защиты окружающей среды.

В качестве дополнительных средств защиты применяется различное очистное оборудование, к которому относятся аппараты и системы очистки газовых выбросов, сточных вод, глушители шума при сбросе газов в окружающую среду и т. д. Перечисленные мероприятия позволят снизить выброс вредных веществ в окружающую среду и тем самым более полно использовать природные ресурсы. Таким образом, рациональное использование ресурсов и обеспечение качества окружающей среды являются общей задачей, которую должны решать специалисты различных областей науки и техники.

«Человек имеет право на благоприятную среду и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим нарушением» (ст. 29 «Декларации прав и свобод человека»). Поэтому наряду с экологическим и экономическим ущербом необходимо оценить и социальный ущерб, наносимый здоровью человека загрязненными вредными веществами. В настоящее время социальный ущерб оценивается следующими экономическими показателями [3].

1. Эффектом от предотвращения потерь чистой продукции вследствие заболеваемости человека из-за загрязнения биосферы:

$$Э_1 = B_6 P_4 (P_2 - P_1),$$

где B_6 – число работающих, отвлеченных по болезни или уходу за больными; P_4 – чистая продукция на один чел.-день работы; P_1 и P_2 – трудоемкость одного работающего до и после проведения мероприятия, чел.-дни.

2. Эффектом от сокращения выплат из фонда социального страхования в результате тех же причин:

$$Э_{II} = B_3 V_n (P_2 - P_1),$$

где B_3 – число работающих, получающих пособия вследствие заболеваемости из-за загрязнения биосферы; V_n – средний размер пособия.

3. Эффектом от сокращения затрат общества на лечение человека в результате тех же причин:

$$Э_{III} = B_a D_a Z_a + B_c D_c Z_c,$$

где B_a и B_c – число больных соответственно, лечащихся амбулаторно и в стационарах от заболеваний, вызванных загрязнением биосферы; D_a и D_c – средняя продолжительность болезни одного больного; Z_a и Z_c – средние затраты, приходящиеся на одного больного.

4. Эффектами от улучшения использования трудовых ресурсов, материалов и оборудования.

В общем случае социальная эффективность измеряется отношением обобщенного показателя, выражающего отношение социального эффекта к затратам, обеспечившим его достижение. Социальный результат определяется по разности показателей, характеризующих изменения в социальной сфере в результате осуществления природоохранных мероприятий и программ [2].

Литература

1. Инженерная экология и экологический менеджмент / М.В. Буторина, П.В. Воробьева, А.П. Дмитриева и др. – М.: Логос, 2002. – 528 с.
2. Кулагина Г.Д. Статистика окружающей среды. – М.: Изд-во МНЭПУ, 1999. – 104 с.
3. Протасов В. Ф., Молчанов А.В. Экология, здоровье и природопользование в России – М.: Финансы и статистика, 1995. – 528 с.
4. Экология /Л. И. Цветкова, М. И.Алексеев, Б. П.Усанов и др. – М.: АСВ, СПб.: Химиздат, 1999. – 488 с.
5. Базовые нормативы платы за выбросы, сбросы загрязняющих веществ в окружающую природную среду и размещение отходов. Коэффициенты, учитывающие экологические факторы. Утв. министром Минприроды России от 27.11.1992.

СОРБЕНТ НА ОСНОВЕ ГУМАТОВ АММОНИЯ

А.Д. Будаева

Научный руководитель старший научный сотрудник Е.В. Золтоев
Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия

Гуминовые кислоты (ГК) способны образовывать прочные комплексы с ионами тяжелых металлов и поэтому могут использоваться для их выделения из сточных вод гальванических и металлургических производств, что является актуальным, поскольку соли никеля, меди, цинка и т. п. являются токсичными веществами. Однако, ГК в Н-форме малоэффективны для извлечения металлов из кислых растворов из-за значительной конкуренции H^+ с ионами металлов и незначительной диссоциации карбоксильных групп, т. е. связь –COO-H прочнее связи –COO-M (где M – металл). Поэтому в качестве сорбентов тяжелых металлов более перспективными являются соли ГК – гуматы щелочных металлов (калия, натрия) или аммония, которые одновременно связывают как катионы металлов, так и ионы водорода, т. е. нейтрализуют кислые сточные воды.

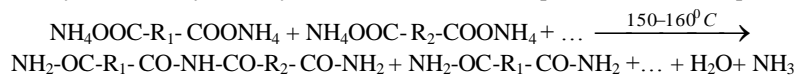
Источником ГК и их солей служили окисленные бурые угли Холбольджинского месторождения, которые содержат до 90 % ГК от органической массы угля.

Нами изучены сорбционные свойства гуматов аммония относительно катионов железа, алюминия, свинца, никеля, цинка и меди, и показано, что при взаимодействии катионов железа и алюминия с гуматами достигается высокая степень очистки воды (более 90 %), тогда как эффективность очистки от катионов меди, никеля, цинка и свинца составляет около 70–80 % [2]. Условия сорбции: pH 1–2, продолжительность 15 мин, периодическое перемешивание, температура 20° С. Полученные результаты объясняются образованием частично растворимых в воде хелатов гуминовых фрагментов с ионами Cu^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} и Zn^{2+} , что определяет довольно высокую концентрацию данных катионов в маточном растворе. Порядок расположения металлов по степени извлечения из водных растворов имеет следующий вид: $Fe^{3+} > Al^{3+} > Pb^{2+} > Ni^{2+} > Zn^{2+} > Cu^{2+}$. Найдены зависимости расхода гуматов аммония от концентрации извлекаемых Fe^{3+} , Cu^{2+} , Al^{3+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} [3]. Расход сорбента увеличивается прямо пропорционально концентрации металлов в растворе. Уравнения регрессии имеют следующий вид: $P=0,0473C_{Al^{3+}}$; $P=0,0255C_{Fe^{3+}}$; $P=0,0178C_{Cu^{2+}}$; $P=0,022C_{Zn^{2+}}$; $P=0,022C_{Ni^{2+}}$; $P=0,0081C_{Pb^{2+}}$, где P – расход сорбента – гуматов аммония ($г \cdot л^{-1}$), C – концентрации металлов ($мг \cdot л^{-1}$).

Методом ИК-спектроскопии изучены препараты гуматов вышеперечисленных металлов. Данные ИК-спектров гуматов железа, алюминия и свинца позволяют предположить об образовании более прочных полимерных ассоциатов (появление второй широкой полосы вблизи 3200 см^{-1}) по сравнению с гуматами цинка, меди и никеля, чем объясняется более эффективная очистка от Fe^{3+} , Al^{3+} и Pb^{2+} . Образование хелатов подтверждается появлением неразрешенных полос поглощения в области $1379\text{--}1398 \text{ см}^{-1}$ и $1560\text{--}1570 \text{ см}^{-1}$, которые, видимо, относятся к карбоксилатной группе COOM и карбонильной группе, ослабленной резонансом между связями C–O–M и C=O...M, что, возможно, свидетельствует о присутствии в структуре гуматов металлов фрагментов β-дикетонов (–CO–CH₂–CO–) [1].

Предполагается, что при нагревании гуматов аммония образуются смешанные амидоимиды гуминовых кислот, обладающие более высокими молекулярными весами и лучшими сорбционными свойствами в сравнении с гуминовыми кислотами и гуматами аммония/щелочных металлов. В отличие от ГК эти соединения должны эффективнее извлекать катионы металлов из кислых растворов, и в отличие от гуматов аммония/щелочных металлов прочнее связывать катионы двухвалентных тяжелых металлов вследствие удерживания катионов металлов в твердой фазе сорбента.

Гуматы аммония подвергались нагреванию при следующих условиях: температура 150–160° С, продолжительность 5 ч, отсутствие доступа воздуха. Схематически этот процесс можно изобразить так:



Конечные продукты реакции практически нерастворимы в воде в отличие от гуматов аммония. Содержание азота в полученном препарате, определенное методом Кьельдаля [4], составляет 4 %; в ГК и окисленных бурых углях – менее 2 %.

Сорбционные свойства полученного сорбента изучены по отношению к катионам Cu^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} и Zn^{2+} . Рассмотрены влияния условий среды на взаимодействие сорбента с ионами металлов, в частности pH среды и продолжительность сорбции. Максимальное извлечение металлов наблюдается в области pH 2–7. Наряду с сорбцией металлов также происходит нейтрализация кислых вод. Равновесное состояние достигается примерно за 4 ч. Степень очистки воды от катионов двухвалентных металлов полученным сорбентом достигает 90 %.

Механизм сорбции металлов гуминовым сорбентом нами пока не изучен. Однако можно предположить, что в кислой среде имеет место частичный гидролиз амидных групп с образованием карбоксильных групп и ионов аммония; вероятно, с последними связана нейтрализация кислых растворов. Катионы металлов могут связываться с карбоксильными и другими электронодонорными группами, содержащими атом азота (амидные, имидные группы).

Таким образом, синтезированный нами новый амидоимидный сорбент на основе гуматов аммония является более эффективным в процессе извлечения ионов тяжелых металлов из кислых сточных вод по сравнению с гуминовыми кислотами в Н-форме и гуматами аммония/щелочных металлов.

Литература

1. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. – М.: ИЛ, 1963. – 592 с.
2. Будаева А.Д., Золтоев Е.В., Бодоев Н.В. // Материалы Всеросс. научно-практ. конф. с междунар. участием «Новые экологически безопасные технологии для устойчивого развития регионов Сибири». – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2005. – Т.2. – С.31–36.
3. Лупейко Т.Г., Горбунова М.О., Баян Е.М. // ЖПХ. 2004. – Т. 77. – № 1. – С. 83–86.
4. Орлов Д.С., Гришина Л.А., Ерошичева Н.Л. Практикум по биохимии гумуса. – М.: Издательство МГУ. – 157 с.

НОВЫЙ МЕТОД ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ

Т.Н. Волгина, Ю.А. Салова, Ю.А. Коваль

Научный руководитель доцент В.Т. Новиков

Томский политехнический университет, Томск, Россия

Вопросу защиты окружающей среды от различных загрязнений уделяется серьезное внимание, так как состояние окружающей среды определяет будущее человечества, в том числе, здоровье и продолжительность его жизни и активной деятельности.

Одним из источников возможного загрязнения биосферы являются химические препараты, используемые для борьбы с различными вредными организмами, объединяемые общим названием – пестициды [5]. Использование химических средств защиты растений с целью интенсификации сельского хозяйства остается пока наиболее эффективным и доступным. Однако, неумелое обращение с пестицидами, нарушение санитарных и природоохранных требований при применении, транспортировке, хранении и утилизации таких веществ привело к их накоплению в различных природных средах. Степень накопления в окружающей среде многих пестицидов, в частности, хлорорганических, имеющих I-III класс опасности, столь высока, что их обнаруживают даже в отдаленных уголках Земли и непосредственно не испытывающих антропогенных воздействий [1]. Например, в снежном покрове Антарктиды, по оценкам специалистов, накопилось более 3000 т пестицида ДДТ. Это создает серьезные экологические проблемы, приводя в ряде случаев к разбалансированию и необратимым изменениям экосистем.

Мировое сообщество относит пестициды к группе стойких органических загрязнителей (СОЗ), которые даже в малых дозах представляют угрозу для здоровья населения и окружающей среды. Особенно это актуально в случае, когда в связи с появлением более эффективных и безопасных аналогов, а также в результате изучения отдаленных последствий применения пестицидов, происходит их накопление на складах и несанкционированных свалках, которые, по сути, являются «экологической миной» замедленного действия.

Серьезность проблемы безопасного обращения с этими химическими веществами осознана во всем мире. Международный опыт и взаимодействие в ее решении актуальны для многих областей России и ближнего зарубежья, на территории которых хранятся сотни тонн устаревших и запрещенных пестицидов. Эти пестициды представляют реальную угрозу для окружающей среды, животных, человека и должны быть как можно быстрее ликвидированы. Всего по России собрано 14000 т некондиционных пестицидов, в том числе 200 т ртутьорганических препаратов – гранозана и меркургексана. По данным на 2002 г., на территории Алтайского края хранится (в тоннах) некондиционных пестицидов – 1300, Воронежской области – 824, Пермской – 500, Томской – 200, Вологодской – 116, Белгородской – 80. На территории Украины собрано порядка 24500 т некондиционных пестицидов, в том числе в Киевской области – 1000 т, Одесской – 2500 т, в Крыму – 840 т.

Хранение пестицидов на не приспособленных складах представляет собой экологическую опасность, так как большинство из них обладает избирательной биологической активностью. Они являются по своей структуре реакционно-способными химическими соединениями, которые сравнительно легко (под воздействием света, воды, кислорода и примесей в товарной форме) меняют химическое строение и приобретают неконтролируемую токсичность. Это приводит к загрязнению почвы, в том числе сельскохозяйственных угодий, подземных вод и атмосферы как самими токсикантами, так и продуктами их взаимодействия.

В России и в других странах для обезвреживания некондиционных пестицидов и подобных сильнодействующих ядовитых веществ реализуются следующие методы: захоронения [1, 2], сжигания [1, 3], плазмохимического разрушения [7], адсорбции, коагуляции и флокуляции (в случае предварительного концентрирования разбавленных растворов сильно действующих ядовитых веществ (СДЯВ)).

Примерами захоронения могут служить свалки и терриконы. Санитарная земельная засыпка пестицидов и подобных СДЯВ 3 и 4 классов опасности осуществляется в основном в специально подготовленные хранилища [6]. Захоронение же высокотоксичных препаратов проводят в специальных емкостях. Применение данной технологии приводит к устойчивому загрязнению почвы в местах захоронения и протеканию неконтролируемых химических реакций в массе отходов, которые могут привести к чрезвычайным ситуациям.

Наиболее эффективным, а часто и единственно возможным методом обезвреживания пестицидов и подобных СДЯВ является – сжигание [4]. Особо токсичные пестициды, на которые установлены жесткие нормы ПДК в воздухе, воде, почве, могут подвергаться обезвреживанию в плазме [5]. Однако высокие температуры, энергоемкость процессов, большой расход топлива, громоздкость схемы за счет применения дополнительных средств охлаждения и очистки продуктов разрушения токсикантов (особенно при обезвреживании металлоорганических СДЯВ, конечными продуктами деструкции которых являются пары тяжелых металлов) и образование вторичных загрязнителей (например, диоксинов в случае обезвреживания хлорорганических пестицидов) ограничивают применение данных методов, и делают их целесообразными лишь в случае обезвреживания трудно разрушаемых органических веществ.

Основными недостатками методов сорбции, коагуляции и флокуляции (которые используются, в основном для выделения ионов металлов из жидких отходов) являются: невозможность выделения ионов тяжелых металлов из неразбавленных водных сред; необходимость соблюдения определенных значений температуры, pH и времени контакта; большой объем образующихся твердых и жидких отходов.

Указанные недостатки существующих методов обезвреживания заставляют вносить предложения по созданию технологий уничтожения СДЯВ, основанных на других принципах.

Одной из наиболее перспективной в научном и практическом плане технологией деструкции токсичных веществ в настоящее время является окисление в жидкой фазе [2].

В Томском политехническом университете разработан новый способ обезвреживания некондиционных пестицидов [3], заключающийся в деструкции органических фрагментов токсикантов под действием окислительной системы, синтезируемой электрохимически.

Исследования показали, что независимо от химического строения токсикантов маршруты реакций их окисления, позволяющих снизить токсичность исходных веществ, протекают по стандартной схеме с образованием в качестве конечных целевых продуктов – диоксида углерода, воды и металлической амальгамы на катоде (в случае обезвреживания металлоорганических пестицидов).

Установка для проведения процесса окисления органических веществ при действии комплекса окислителей, образующихся при пропускании электрического тока через водные растворы серной кислоты или её солей при атмосферном давлении, может быть сконструирована из легкодоступных устройств, приборов и материалов, и состоять из следующих блоков: электролизёра, источника постоянного тока, вольтметра, амперметра и реостатов для

регулирования приложенного напряжения. Так как процесс деструкции токсичных веществ проходит в электролизёре, то одним из важных моментов эффективной работы данной установки является выбор конструкции основного аппарата.

Предварительные эксперименты показали, что использование какой-либо перегородки для разделения катода и анода приводит к тому, что в катодном пространстве процесс деструкции токсикантов протекает очень медленно. А в анодном, вследствие интенсивного окисления органических молекул, идет накопление ионов металла (в случае обезвреживания металлоорганических токсикантов), что делает невозможным утилизацию последних в анодном пространстве без введения дополнительных химических реагентов. Поэтому для повышения скорости процессов окисления и восстановления необходимо использовать электролизёры с объединённым катодным и анодным пространством. Такая упрощенная конструкция аппарата позволит уменьшить расстояние между электродами и расход электроэнергии.

Так как комплекс окислителей, под действием которых происходит деструкция токсикантов, образуется только в анодном пространстве, то перемешивание является одним из главных факторов, определяющим скорость окисления данных веществ в объеме электролита. Перемешивание является особенно важным, когда окисляемое вещество находится в аппарате в виде эмульсии или суспензии. Перемешивание также способствует более эффективному протеканию электрохимических реакций, особенно, в случае восстановительных процессов. Оно ускоряет доставку ионов металла, образующегося при деструкции металлоорганических соединений к поверхности катода.

Окислительная деструкция органических молекул токсикантов протекает с выделением большого количества тепла, как за счет протекания химических, так и электрохимических процессов. Поддержание постоянного температурного режима в определенных пределах необходимо, чтобы предотвратить образование взрывоопасных смесей и унос части не прореагировавших веществ с парами электролита в атмосферу. Это достигается за счет использования в аппарате рубашки, в которую поступает вода для охлаждения (или подогрева) в зависимости от температуры, при которой ведется процесс обезвреживания.

Таким образом, исследования показывают, что для проведения процесса обезвреживания органических токсичных веществ в среде окислителя, генерируемого электрохимически, необходимо использовать бездиафрагменный электролизёр, снабженный перемешивающим устройством и рубашкой для обогрева и охлаждения. В качестве материала электродов используется свинец как наиболее стойкий. В качестве электролита – водные растворы серной кислоты и её солей.

Литература

1. Алексеева Л.В., Назарова А.А., Никаноров А.М. Хлороорганические пестициды и металлы-примеси в российских реках, впадающих в Северный Ледовитый океан. *Organochlorine pesticide and trace metal monitoring of Russian rivers flowing to the Arctic Ocean*. – 2001. – № 1. – С. 71-85.
2. Гончарук В.В., Выкуленко В.Ф. Очистка и переработка отходов: деструктивное окисление пестицидов в воде и методы его интенсификации // *Экотехн. и ресурсосбережение*. – 1998. – № 4. – С. 31-43.
3. Ивасенко В.Л., Катюхин В.Е., Волгина Т.Н. Новый процесс жидкофазного обезвреживания некондиционных пестицидов металлоорганического ряда // *Изв. вуз. «Химия и химическая технология»*. – 2000 г. – Т.43. – Вып.3. – С.115-116.
4. Маякин В.П. Термическая обработка сточных вод промышленных предприятий. – Иркутск: Изд-во Иркутск. ун-та, 1992. – 32 с.
5. Мельников Н.Н., Волков А.И., Короткова О.А. Пестициды и окружающая среда. М.: Химия, 1977. – 240 с.
6. Федоров Ю.Ф. Утилизация пестицидов, запрещенных к применению // *Химия в сельском хозяйстве*. – 1994. – № 3. – С. 26.
7. Халтурин В.Г., Гыйбадуллин Н.Ш., Комарова В.А., Рачева К. Термическая конверсия ядохимикатов // *Тез. докл. II Международного конгресса по управлению отходами Вэйст Тэк*. – Москва, 2001. – Т.1. – С. 197-198.

ПРОБЛЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

О.В. Гриценкова

Научный руководитель доцент В.Т.Новиков
Томский политехнический университет, Россия, Томск

Развитие промышленности сопряжено с проблемой образования отходов I–IV классов опасности, из которых значительная часть не может быть размещена на полигонах твердых бытовых отходов. Это отходы гальванопроизводства, нефтеотходы, отработанные смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ), ртутьсодержащие отходы, непригодные и запрещенные к использованию ядохимикаты, реактивы, лекарственные препараты и т. д. [5]. Вместе с этим увеличиваются масштабы загрязненности подобными соединениями водных объектов. Особое место в этом ряду отводится отходам фармацевтической промышленности. В настоящее время достаточно широко исследуются пути попадания фармацевтических препаратов, а также средств личной гигиены, производимых в значительных количествах, в подземные и поверхностные водоисточники и пагубное их воздействие на экосистемы, а также опасность перечисленных токсикантов для систем питьевого водоснабжения; анализируются аспекты воздействия данных веществ на здоровье человека. Отмечается актуальность и необходимость изучения проблемы рассеивания лекарственных средств в гидросфере планеты и разработки нормативной базы для ее регламентации [8].

Основной причиной попадания лекарственных препаратов в водоемы является их поступление вместе с очищенными и неочищенными канализационными сточными водами (СВ). Наиболее часто в СВ встречаются противовоспалительные и обезболивающие препараты – антибиотики, являющиеся биоцидами; лекарства, снижающие содержание холестерина, а также половые гормоны. И даже при незначительных концентрациях их в СВ (в области мкг/л) они способны негативно влиять на здоровье человека в силу высокой эффективности. Так, американские ученые обнаружили возможность воздействия лекарств в воде Великих Озер на репродуктивную функцию рыб, на деятельность гормональной системы; установлена их мутагенная активность [3]. Не исключена возможность воздействия следов препаратов и на здоровье людей, особенно в районах с ограниченными запасами воды, где происходит ее многократная

рециркуляция; например, для стран с засушливым климатом, поскольку при отсутствии дождей сточная вода с выхода очистных сооружений составляют существенную часть в балансе речной воды. Так в работе [4] проверялась гипотеза, в соответствии с которой, например, в речной воде фармацевтические препараты могут разрушаться в реакциях с соединениями, присутствующими в ней, под действием солнечного излучения. В качестве модельных фармацевтических препаратов использовались цеметидин (ЦД) и ранитидин (РД), которые применяются весьма широко, липофильны, биодеструкции не поддаются и поступают в речную воду, проходя без изменения через очистные сооружения. В экспериментах ЦД и РД смешивались с натуральной речной водой, содержащей растворенный органический углерод в концентрации 16 мг/л, содержание каждого препарата по 100 мкмоль. Затем растворы помещались в кюветы из кварцевого стекла и облучались солнечной радиацией в течение 200 мин. Установлено, что в этих условиях максимальная скорость деструкции ЦД составила 5,8 и РД 3,7 мкмоль/с.

В рамках Евросоюза разработана программа, в соответствии с которой будут проведены исследования процессов миграции фармацевтических препаратов из поверхностных источников в подземные, предусмотрена разработка улучшенных схем водоочистки с эффективным удалением фармацевтических препаратов [7].

В качестве наиболее эффективного варианта уничтожения высококонцентрированных органических жидких, твердых и пастообразных токсичных отходов предлагаются установки термического обезвреживания, соответствующие требованиям охраны окружающей среды, с использованием вращающихся барабанных печей. Однако, стоимость подобного оборудования составляет 6–7 млн долл. США. Более того, дополнительно требуется дополнительная многоступенчатая очистка уходящих газов, возможно, содержащих в своем составе высокотоксичные продукты неполного сжигания.

Для обезвреживания сточных вод от присутствующих в них фармацевтических препаратов предлагается применение различных схем с использованием методов озонирования, фотокаталитической деструкции, мембранной фильтрации, обратного осмоса и др.

Так, указывается, что присутствующие в СВ лекарственные препараты не разрушаются активным илом очистных сооружений и проходят через них транзитом, поступая затем в водотоки и грунтовые воды. Для эффективности биохимического окисления предлагается двухступенчатая схема очистки [2]. На первой ступени процессы биоразложения стимулируются путем наложения на иловую смесь постоянного электрического потенциала, в результате происходит частичная деструкция загрязнителей (в качестве объекта, исследованы СВ фармацевтического производства, имевшие ХПК 500 мг/л, БПК₅ 250 мг/л, а также содержащие NH₃-N 30 мг/л и Р_{общ} 15 мг/л, присутствующие в них загрязнители отличались низкой способностью к биодеструкции) с образованием продуктов, обладающих более высокой способностью к биодеструкции (отношение БПК/ХПК увеличивалось до 0,7), что делает возможной доочистку СВ в следующей биологической ступени. Она представляет собой затопленный аэрируемый биофильтр (на выходе системы показания ХПК и БПК₅ составили менее 90 и 20 мг/л соответственно, а также содержали NH₃-N и Р_{общ} менее 10 и 0,5 мг/л).

Достаточно эффективна обработка СВ озонированием. Предлагается промышленная установка, в состав которой входят генератор озона производительностью 15 кг/ч, (на вход подается жидкий кислород) и реактор, в котором озон распределяется через микропористые газовые диспергаторы, при этом выходящий озон улавливается и используется повторно. В экспериментах содержание индикаторного препарата в сточных водах составляло 15 мг/л, и после обработки озоном – менее 0,05 мкг/л [6]. Дополнительное применение УФ – облучения повышает эффективность очистки и позволяет повысить скорость окисления органических веществ. Достаточно широко применяется активный хлор, получающийся при обработке сточных вод хлорноватистой кислотой (НОС) и её солями. Установлено, что если в состав фармацевтических препаратов входят амины и органические соединения азота, в реакциях с хлором происходит образование токсичных хлораминов.

Таким образом, проведенный анализ существующих методов обезвреживания как высококонцентрированных, так и низкоконцентрированных отходов показал их достаточно высокую эффективность. Однако, многие из них требуют значительных материальных затрат: дополнительное введение реагентов, которые, в свою очередь, должны подвергаться определенной дозировке; сложность аппаратного оформления; вероятность образования вторичных загрязнителей; низкая эффективность при обезвреживании отходов неизвестного состава.

В данной работе проводилось исследование эффективности метода непрямого электрохимического окисления, разработанного в НИЛ «Экология», ранее применявшегося при деструкции пестицидов металлоорганического ряда [3], при обезвреживании отходов фармацевтической промышленности. В качестве объектов исследования были выбраны салициловая кислота и ее производные, которые широко применяются в медицине, при производстве лекарственных средств (жаропонижающих, противовоспалительных, обезболивающих, антигельминтных и др.). Ее раствор – салициловый спирт, лечит кожные воспалительные процессы и входит в состав многих косметических лосьонов, прекрасно расщепляет сальный секрет кожи, способствует удалению ее мертвых клеток и стимулирует рост новых, обладает бактерицидными свойствами. В зависимости от концентрации салициловую кислоту успешно применяют для устранения таких проблем кожи, как себорея, псориаз, акне, гиперпигментация и т. д., а также для обновления кожи лица. Также следует отметить, что салициловая кислота и ее производные входят в состав регуляторов роста растений.

Окисление вели при соблюдении следующих технологических параметров: плотности тока – 0,58 А/см², температуре – 50 °С, концентрации серной кислоты – 40 % (масс.) Соблюдение данных условий позволяет обеспечить максимальный суммарный выход комплекса окислителей (кислорода, озона, пероксида водорода и надкислот), образующихся при электролизе водного раствора серной кислоты и непосредственно участвующих в окислении [1]. Основным аппаратом установки деструктивного обезвреживания органических веществ, состоящей из источника постоянного тока, вольтметра, амперметра и реостата для регулирования приложенного напряжения, является бездиафрагменный электролизер со свинцовыми электродами, снабженный рубашкой. За ходом процесса следили, проводя спектрофотометрические измерения (УФ и видимая область), также определяли значения ХПК.

Проведенные эксперименты показали, что деструкция ароматических углеводов протекает с разрывом сопряженных систем. Специфический характер ароматической сопряженной системы вызывает появление полос поглощения в области высокой интенсивности $\lambda=210$ нм. Колебания при данной длине волны соответствуют $\pi-\pi^*$ -переходу в бензольном кольце. В результате протекания химических реакций окисления салициловой кислоты и ее производных интенсивность поглощения при 210 нм уменьшается. Это позволяет утверждать, что происходит

деструкция структуры ароматического кольца. Также отмечается полное обесцвечивание раствора по истечении порядка 120–150 минут процесса, что свидетельствует об окислении органических соединений. Значения ХПК по истечении 60 минут процесса уменьшаются на 95 %. В свою очередь, методом тонкослойной хроматографии было доказано, что одна из вероятных реакций – сульфирование салициловой кислоты, – не происходит, даже по истечении 150 мин процесса при 50 °С (для анализа использовали пластины "Силуфол-УФ", в качестве подвижной фазы была выбрана смесь этилацетат–ацетон (10:1); проявление компонентов осуществляли опрыскиванием пластин 5 % раствором хлорного железа). Причем непосредственно сама салициловая кислота перестает обнаруживаться уже по истечении 10–20 минут процесса.

Таким образом, при проведении жидкофазного окисления салициловой кислоты и ее производных происходит деструкция структуры ароматического кольца с образованием промежуточных, более простых и легко окисляемых органических соединений, которые в дальнейшем подвергаются глубокому окислению с образованием CO_2 и H_2O .

Литература

1. Волгина Т.Н., Новиков В.Т., Грищенкова О.В. Исследование окислительной системы, образующейся при электролизе водных растворов серной кислоты // Изв. ВУЗов. ХиХТ. – Иваново, 2005. – Вып.2, т.48. – С. 58-60.
2. Gong Liwen, Li Jinghui. Очистка сточных вод от производства фармпрепаратов // Water Treat. – 2004. – № 7. – С. 45-47, 73.
3. Ивасенко В.Л., Волгина Т.Н. Новый процесс жидкофазного обезвреживания некондиционных пестицидов металлоорганического ряда // Изв. ВУЗов. ХиХТ. – Иваново, 2002. – Вып. 3. – Т.45. – С. 56–59.
4. Latch Douglas E., Packer Jennifer L. Фотохимическая деструкция фармацевтических препаратов в природных водах // Sci. and Technol. – 2003. – № 15. – С. 3342-3350.
5. Маковский Р. Д. Обезвреживание токсичных отходов. Докл. науч. – практ. конф. – Смоленск, 1997. – Вып. 1. – С. 282–284.
6. Очистка сточных вод, содержащих фармацевтические препараты // Usine nouv. – 2003. – № 2894. – С. 18.
7. Pinkston Karen E., Sedlak David L. Обеззараживание сточных вод, содержащих фармпрепараты, хлорированием // Sci. and Technol. – 2004. – № 14. – С. 4019–4025.
8. Potera Carol. Лекарственные препараты в питьевой воде // Health Perspect. – 2000. – № 10. – С. 446.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЯ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРАМИ

Т.Н. Гузеева, В.Ф. Панин, В.В. Гузеев

Научный руководитель профессор В.Ф. Панин
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Осадительный электрод электрофильтра, как правило, представляет собой металлическую трубу или пластину, а коронирующий – тонкую проволоку. Под действием высокого напряжения между осадительным и коронирующим электродами возникает коронный разряд. Твердые или жидкие частицы, находящиеся в газе, заряжаются и под действием электрического поля осаждаются, образуя компактную однородную массу. Далее после того как эта масса сформируется под действием сил когезии (взаимодействие между осаждаемыми частицами) в некоторое подобие материала, она при помощи вибрации удаляется вниз в контейнер. Недостатком осадительного металлического электрода является высокая аутогезия осажденного материала к его поверхности. Аутогезия частиц – это связь между соприкасающимися частицами, которая препятствует их разъединению. Для нарушения этой связи необходимо внешнее воздействие.

Вследствие этого электрод покрывается слоем осаждаемого материала и простым механическим встряхиванием не удаляется. После чего электрод требуется очищать специальными средствами, и аппарат выводят из рабочего режима.

Адгезионные связи имеют место лишь между твердой поверхностью и монослоем частиц, непосредственно контактирующих с ней, поэтому роль адгезии в удержании осажденных частиц ограничивается только стадией начального запыления, когда частицы садятся на чистую поверхность. После образования на поверхности монослоя частиц осаждение и удержание вновь поступающей пыли обуславливаются силами аутогезии. Обычно же в промышленных фильтрах эта стадия протекает очень быстро и только на новых осадительных элементах.

На поверхностях, не подвергшихся специальной обработке, монослой частиц удерживается очень прочно и не удаляется обычными средствами регенерации осадительных поверхностей. Например, силы адгезии частиц золы к стальному электроду достигают нескольких микроныютонов. Для отрыва от электрода фракции этих частиц размером 5–10 мкм требуется ускорение порядка $g \cdot 10^4$, в то время как обычно применяемые для отряхивания осадительных электродов ускорения составляют $g \cdot (1-5) \cdot 10^2$.

Для стряхивания слоя пыли, обладающей слабой аутогезией, бывает достаточно ускорения 2 g. Для сильнослипающихся пылей, имеющих высокое сопротивление, необходимое ускорение стряхивания электродов может достигать 1000 g. В таких случаях, иногда, применяют механическое воздействие (скребки) или смывание водой.

Для устойчивой работы электрофильтра необходимо, чтобы величина когезии была как можно больше, а величина адгезии к электроду как можно меньше. В этом случае удалось бы сформировать прочный осадок из улавливаемых частиц, который легко бы отделялся от осадительного электрода. В настоящее время разработано и используется большое количество электропроводных наполненных полимерных композиционных материалов, которые обладают низкой адгезией к большинству аэрозольных материалов [1].

Примеры таких материалов приведены в табл. 1. Они изготовлены на основе наполненных термопластов, например полиэтилена, полипропилена и политетрафторэтилена. Электропроводными материалами – наполнителями являются графит, сажа и уголь.

Из таблицы видно, что наибольшей электропроводностью характеризуются материалы, состоящие из смеси наполнителей и полипропилена. На его основе были изготовлены опытные образцы трубчатых электрофильтров. Испытания электрофильтров показали, что при запыленности газов 1 г/м³ степень улавливания пыли составляет

99,99 %. Удаление осажденной пыли с осадительного электрода происходит без осложнений и аппарат работает без выведения его из процесса для очистки осадительных электродов.

Электропроводность материалов в зависимости от состава

Наполнитель Матрица	Удельная электропроводность, Ом ⁻¹ см ⁻¹			
	Содержание наполнителя, % массовые			
	30	40	50	60
Полипропилен				
Сажа (ПМ-100)	8,3·10 ⁻³	2,2·10 ⁻³	1	
Графит (ГЭ-4)	1,6·10 ⁻³	1·10 ⁻³	1,6·10 ⁻²	
Смесь				
20 % (ПМ-100), 20 % (ГЭ-4)		2,5	2,5	2,5
30 % (ПМ-100), 20 % (ГЭ-4)		0,7	1,5	0,5
Политетрафторэтилен				
Сажа (ПМ-100)	0,19	0,16	0,16	-
Графит (ГЭ-4)	0,15	1,23	1,69	-

От величины сил аутогезии зависит толщина прочных, трудноразрушаемых отложений пыли на внутренних поверхностях аппаратов и газоходов. Нередки случаи когда нарастание таких отложений приводит к частичному или полному забиванию аппаратов пылью, закупорке газоходов.

Все эти обстоятельства свидетельствуют о необходимости учёта аутогезии при проектировании и эксплуатации пылеулавливающего оборудования для обеспечения эффективности и надёжности его работы. На практике влияние аутогезии определяют эмпирически и пока довольно приближенно. В основе этого определения лежит классификация пылей по их аутогезионной способности или слипаемости.

Перспектива улучшения работы электрофильтров заключается в использовании новых полимерных композиционных материалов.

Литература

1. Углеродные волокна и углекомпозиаты: Пер. с англ. / Под ред. Э. Фитцера. – М.: Мир, 1988. – 336 с.

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗРЯДА ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИЗ ВОДЫ ИОНОВ НИКЕЛЯ (II)

Н.Б. Даниленко, Е.В. Францина, О.И. Витюк

Научный руководитель профессор Г.Г. Савельев

Научно-исследовательский институт высоких напряжений, г. Томск, Россия

В последние годы существенно обострились проблемы, связанные с загрязнениями воды. Сброс неочищенных или плохо очищенных сточных вод в различные водоемы может привести к исчезновению всякой жизни в воде. Кардинальное решение проблемы охраны окружающей среды состоит в разработке и внедрении экологически безопасных и безотходных технологических процессов и производств. Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды в настоящее время решаются в двух направлениях.

Одно из них – разработка и внедрение малоотходных и безотходных технологий и процессов, модернизация действующих предприятий, замена устаревших процессов новыми, другое – повышение качества очистки сточных вод, внедрение замкнутых производственных циклов.

В различных отраслях народного хозяйства широко применяется технология нанесения гальванических покрытий. Гальваническое производство является одним из крупных потребителей цветных металлов и достаточно дорогих химикатов. При химических покрытиях и подготовительных операциях потери химикатов с промывными водами иногда в десятки раз превышают их расход на обработку поверхности. Расход воды ведётся как при проведении подготовительных операций, так и на промывку после гальванических покрытий. Таким образом, гальваническое производство является одним из крупнейших потребителей воды, а его сточные воды – одними из самых токсичных и вредных.

Из ионов тяжелых металлов, находящихся в сточных водах, наиболее распространенными являются хром, никель и медь. Анализ литературных данных и рекламной продукции показал, что для извлечения ионов тяжелых металлов широко применяются биологические, химические, электрохимические, сорбционные, электрофизические методы. Однако возрастающие требования к качеству технологических процессов делают актуальным поиск новых, более экологических и экономичных методов очистки воды.

В последнее время в технологических установках с целью обеззараживания и очистки воды от ряда примесей используется импульсный электрический разряд (ИЭР) в водовоздушной среде [7]. Этот способ удовлетворяет требованиям экологической безопасности, позволяет существенно снизить энергозатраты и обеспечивает высокое качество обеззараживания и очистки вод от железа, марганца и ряда других примесей.

Для извлечения ионов тяжелых металлов были предприняты исследования с применением множественных ЭР в железной гранулированной загрузке, помещенной в водную среду [2, 3]. Под действием энергии ЭР в межконтактных зонах происходит диспергирование металла загрузки и образование наночастиц, обладающих высокой активностью и способностью вступать в реакцию с водой и растворенными в ней примесями. Для практических целей очень важно знание кинетики и физикохимии протекания этих процессов.

На основании исследования динамики накопления продуктов диспергирования железной загрузки было получено эмпирическое соотношение, описывающее их выход:

$$\lg C_{Fe} = 0,72 \lg t + 1,133 \quad \text{или} \quad C_{Fe} = 13,6 t^{0,72}, \text{ мг} \cdot \text{с}^{-1}.$$

В качестве основных механизмов диспергирования рассматриваются взрывное разрушение геометрических микрогетерогенностей на поверхностях металлических гранул, а также электроразрядная эрозия, (в последующем для краткости оба процесса будут называться эрозией). Эти процессы исследовались при изучении механизма наносекундного разряда в жидкости и описаны в научной литературе. Быстрая закалка в водной среде продуктов эрозии позволяет зафиксировать метастабильные структуры и обеспечить получение активных наночастиц. Одновременно в водной среде были обнаружены ионы материала загрузки. Дальнейшее взаимодействие наночастиц и ионов с окружающей их средой зависит от характера и свойств среды.

Данная работа является продолжением исследований извлечения ионов тяжелых металлов обработкой модельного раствора короткими электрическими импульсами с малой энергией в электроразрядном реакторе с активной металлической загрузкой [3]. Предполагается, что данный способ позволит существенно снизить энергозатраты и эксплуатационные расходы по сравнению с электрохимическими способами очистки сточных вод [4]. В настоящей работе рассмотрена возможность очистки воды от ионов никеля (II).

Исследования проводились на экспериментальной установке, описанной в работе [2]. Параметры электрического импульса: длительность $\tau_n = 10$ мкс, частота следования импульсов $f = 315$ Гц, напряжение $U = 500$ В, ток первого полупериода импульса $I = 250\text{--}400$ А, энергия одного импульса $E = 0,5$ Дж. В качестве металлической загрузки в работе была использована железная стружка. Высота слоя загрузки равнялась высоте слоя модельного раствора.

Для обработки растворов ИЭР готовили модельные растворы $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ различной концентрации (от 20 до 65 мг/л) в дистиллированной воде. Концентрацию ионов никеля (II) и железа определяли фотоколориметрически [5].

Каждый раствор обрабатывался в течение 10, 20, 30, 40, 50 секунд, соответственно. Железные стружки после обработки раствора промывались дистиллированной водой. Из полученной суспензии отбирали аликвоту, которую растворяли в соляной кислоте и определяли количество диспергируемого железа. Оставшуюся часть суспензии фильтровали через фильтр «синяя лента» и в фильтрате определяли остаточную концентрацию ионов никеля (II) и pH раствора. Результаты экспериментов представлены на рис. 1, из которого следует, что извлечение ионов никеля (II) из раствора характеризуется высокой скоростью, не зависит от исходной концентрации их в растворе и происходит полностью. При этом pH раствора повышается от 5,85 до 7,7. Из литературных данных известно, что гидроксид никеля осаждается при pH 7–8 [6].

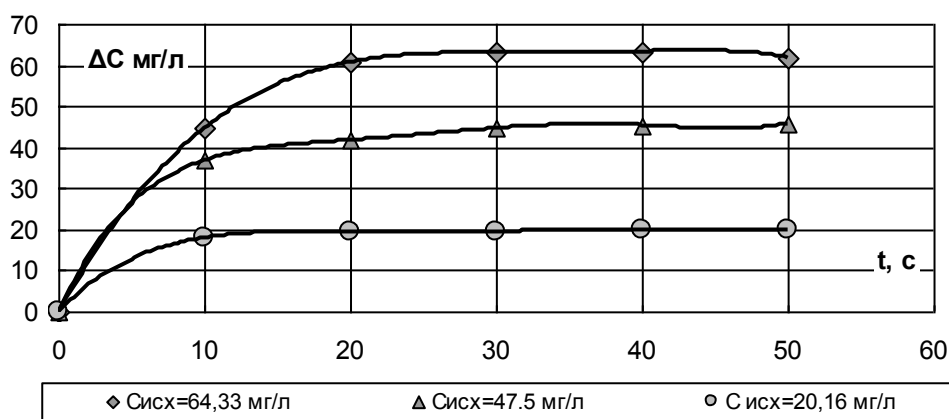


Рис. 1. Зависимость изменения концентрации ионов никеля (II) в растворе от времени обработки ИЭР

известно также [1], что в загрузки добавляют природные минералы для повышения pH и, как следствие, увеличения эффективности извлечения ионов тяжелых металлов из растворов. Поэтому в данной работе параллельно были проведены сравнительные эксперименты с добавлением к железной загрузке мраморной крошки. Результаты этого эксперимента представлены в табл.

Таблица

Сравнение эффективности извлечения никеля при различных загрузках

t, с ЭР	Железная стружка		Железная стружка + мраморная крошка	
	C(Ni ²⁺), мг/л	pH	C(Ni ²⁺), мг/л	pH
0	28,6	5,85	28,6	5,85
30	4,15	7,05	0,05	8,15
60	н/о	7,7	н/о	10,2
90	н/о	8,75	н/о	11,75

Как видно из табл., действительно, с добавлением мраморной крошки происходит значительное повышение pH раствора, что приводит к увеличению скорости извлечения ионов никеля. Однако и в том и другом случаях, достигается полное извлечение ионов никеля (II) из раствора. Таким образом, кинетика извлечения ионов никеля (II) из раствора под действием ИЭР напрямую связана с увеличением pH раствора. В отсутствие мраморной крошки увеличение pH происходит за счет действия ИЭР, который, кроме эрозии металлической загрузки, вызывает образование гидроксид-ионов. Полученный гидроксид Ni(II) имеет $\text{PP} = 2 \cdot 10^{-16}$ и соосаждается с образующимися гидроксидами железа ($\text{PP Fe(OH)}_2 = 4,8 \cdot 10^{-16}$, $\text{PP Fe(OH)}_3 = 4 \cdot 10^{-38}$) [6].

1. Гашимов А.М., Алиев В.А., Гурбанов К.Б., Гасанов М.А. Электроразрядная обработка цеолитов для очистки сточных вод // Физика и химия обработки материалов. – М., 2005, № 2, С.86–88.
2. Даниленко Н.Б., Савельев Г.Г., Яворовский Н.А. и др. Изучение состава и кинетики образования продуктов эрозии металлической загрузки электроразрядного реактора // Прикладная химия. – М., 2005. – № 9. – С. 1463–1468.
3. Даниленко Н.Б., Савельев Г.Г., Яворовский Н.А. и др. Очистка воды от As(V) электроимпульсной обработкой активной металлической загрузки // Прикладная химия. – М., 2005. – № 10 – С. 1659–1663.
4. Дедков Ю.М. и др. Методы доочистки сточных вод от фосфатов // Водоснабжение и санитарная техника. – М., 2003. – № 11. – С. 25–32.
5. Унифицированные методы анализа вод / Под ред. Лурье Ю.Ю. – М.: Химия, 1973.– 263 с.
6. Краткий справочник химика / Под. ред. Некрасова Б.В. – М.: Изд-во химической литературы, 1954. – 560 с.
7. Яворовский Н.А. и др. Очистка воды с применением электроразрядной обработки // Водоснабжение и санитарная техника. – 2001. – № 1. – С.12–14.

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВАГОННОГО ДЕПО ТОМСК - 2

Е.А. Дашковская

Научный руководитель доцент А.Г. Дашковский
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Развитие технического прогресса в новых экономических условиях хозяйственной деятельности привело к реформированию управления железнодорожным транспортом России – формированию ОАО «РЖД». Многоотраслевой характер железнодорожных предприятий обусловил широкий спектр выбросов, сбросов и отходов производства и потребления, что создает значительную нагрузку на окружающую среду. К ним относятся: продукты сжигания большого количества различных видов топлива; нарушения почв, ущерб для флоры и фауны при строительстве железных дорог. Значительными остаются воздействия при эксплуатации железнодорожных предприятий.

Факторы воздействия объектов железнодорожного транспорта на окружающую среду в процессе эксплуатации можно классифицировать по следующим признакам: механические (твердые отходы, механическое воздействие на почвы строительных, дорожных, путевых и других машин); физические (тепловые излучения, электромагнитные поля, шум, инфразвук, ультразвук, вибрация, радиация и др.); химические вещества и соединения (кислоты, щелочи, соли металлов, альдегиды, ароматические углеводороды, краски и растворители, органические кислоты и соединения и др.), которые подразделяются не чрезвычайно опасные, высоко опасные, опасные и малоопасные; биологические (макро- и микроорганизмы, бактерии, вирусы).

Основная доля в загрязнении воздушного бассейна приходится на котельные вагонных депо, заводы по ремонту подвижного состава и производству запасных частей, вагонные депо, щебеночные и шпалопрпиточные заводы, предприятия других служб. Выбросы в атмосферу всех предприятий железнодорожного транспорта содержат твердые вещества органического и неорганического происхождения: пыль, сажа – 50,5%; окись углерода – 22,6%; диоксид серы – 21,8%; диоксид азота – 3,2%; прочие (пары кислот и щелочей, фтористые соединения, углеводороды, сероводороды, ацетон, пары бензина, аммиак и т. д.) – 1,9%. Особенностью воздействия железнодорожного транспорта является загрязнение территории, прилегающей к железнодорожным путям, фекальными и бытовыми отходами, благодаря чему загрязнению подвергается значительная территория, так как железнодорожная сеть развита по всей стране. Одним из радикальных решений данной проблемы является переход вагонов на биотуалеты и совершенствование организации сбора и утилизации отходов вагонов.

Вагонное депо Томск-2 осуществляет свою деятельность по поддержанию технического состояния вагонного парка пассажирского (дальнего и местного направлений) и пригородного сообщения. Вагонное депо Томск-2 имеет в своем составе котельную для получения пара в летний период, которая работает на каменном угле. Выбросы загрязняющих веществ с дымовыми газами осуществляются без очистки. На предприятии уже эксплуатируется циклон в деревообрабатывающем цехе, установка циклона и в котельной позволит снизить нагрузку на атмосферный воздух в летний период. Действующий циклон в столярном цехе для обеспечения паспортных значений эффективности нуждается в правильной эксплуатации (своевременном обслуживании и выгрузке уловленных опилок и древесной пыли).

Для повышения уровня организации обращения с отходами предприятия необходимо совершенствовать мониторинг и учёт отходов. При временном хранении на территории предприятия используются следующие способы хранения отходов:

- отходы 1-го класса опасности хранятся на стеллажах, в коробках (отработанные ртутные лампы), в складских помещениях, не имеющих доступа посторонних;
- отходы 2 класса опасности (отработанные масла) хранятся в закрытых металлических ёмкостях, исключающих переполнение ёмкости и попадание воды в ёмкость; кислота аккумуляторная в стеклянных бутылках, в помещении, исключающем доступ посторонних.
- отходы 3-го класса опасности: масла моторные и трансмиссионные хранятся в закрытых металлических ёмкостях, исключающих переполнение ёмкости и попадание воды в ёмкость, отработанные аккумуляторы хранятся на стеллажах, в складских помещениях, не имеющих доступа посторонних; ветошь промасленная – хранится в металлических контейнерах, в помещении цеха на удалении от других горючих материалов и источников возможного возгорания;
- отходы 4-го класса опасности хранятся открыто, навалом (лом черных металлов), или в контейнерах в помещении цеха (огарки сварочных электродов), железная стружка;
- нетоксичные отходы – твердые бытовые отходы (ТБО) хранятся в металлических контейнерах на площадке с твердым покрытием в металлическом контейнере, в помещении цеха на удалении от других горючих материалов и источников возможного возгорания.

Отходы предприятия сортируются и накапливаются в контейнерах на специально оборудованных площадках, при достижении предельного количества накопления отходы или вывозятся к местам постоянного размещения

(захоронения), либо передаются на утилизацию. Транспортировка отходов с площадок временного накопления осуществляется силами предприятия и спецавтохозяйства, согласно заключенному договору.

Все отходы, образующиеся на предприятии, зарегистрированы в Федеральном классификационном каталоге отходов, утвержденном приказом МПР России от 02.12.2002 г., № 786, зарегистрированном Минюстом России 09.01.2003 рег. № 4107 (Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 4 27.01.2003 г.).

Работа по уменьшению отходов невозможна без их учёта и контроля. Анализ производства по ремонту вагонного парка позволил систематизировать и выявить их перечень, обусловленный технологическими процессами по поддержанию технического состояния вагонов:

- масла индустриальные отработанные;
- смазка отработанная буксовых узлов колёсных пар;
- промывочные жидкости отработанные;
- обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масел 15 % и более);
- фильтры бумажные замасленные отработанные;
- шлам сернокислотного электролита;
- шлам щелочного электролита;
- отходы формовочных масс (термореактивной пластмассы) затвердевшие;
- отходы кожаменителя;
- отходы линолеума;
- резиновые изделия незагрязненные, потерявшие потребительские свойства;
- лом черных металлов несортированный;
- стружка черных металлов незагрязненная;
- остатки и огарки стальных сварочных электродов;
- аккумуляторы свинцовые отработанные не разобранные, со слитым электролитом;
- отходы цветных металлов;
- отработанный электролит аккумуляторных батарей;
- стеклянный бой незагрязненный (исключая бой стекла электронно-лучевых трубок и люминесцентных ламп);
- обрезь фанеры, содержащей связующие смолы в количестве от 0,2 % до 2,5 % включительно;
- отработанный композиционный материал тормозных колодок;
- непригодные прокладки резиновые или резинокордовые;
- обрезь натуральной чистой древесины;
- отходы, содержащие черные металлы (в том числе чугунную и/или стальную пыль), несортированные;
- нефтепродукты плавающие очистных сооружений (влажность 70 %);
- осадок очистных сооружений (влажность 90 %);
- осадок из моечных машин (влажность 90 %);
- осадок активного ила (средняя влажность 96,2 %);
- накипь;
- нефтезагрязнённый грунт с территории предприятия;
- шлам машин химчистки;
- отходы лакокрасочных средств;
- абразивные круги отработанные, лом отработанных абразивных кругов;
- отходы абразивных материалов в виде пыли и порошка;
- шлам металлический;
- мусор от бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный);
- отходы каменного угля;
- смет с территории.

Предприятие осуществляет отдельный сбор и временное хранение на своей территории отходов, чтобы обеспечить их использование в качестве вторичного сырья, что позволит наладить переработку (т. е. уменьшить их количество) или последующее размещение.

Места временного накопления отходов максимально приближены к местам образования этих отходов либо в зданиях, либо на специально оборудованных площадках на территории. При этом можно наблюдать упущения в порядке временного хранения отходов на предприятии. Контейнеры несвоевременно опорожняются, загрязняется прилегающая к контейнерам территория и тем самым, загрязняются поверхностные сточные воды с территории. В данном случае необходимо улучшить организацию экологического менеджмента на предприятии, что позволит исправить установленные недостатки в работе на предприятии по охране окружающей среды.

Литература

1. Водный кодекс Российской Федерации. РФ ФЗ № 167 от 16.11.95. – М., 1995. – 35 с.
2. Об охране атмосферного воздуха. – РФ ФЗ № 96 от 4.05.99 – М., 1999. – 40 с.
3. Проект нормативов ПДВ «Вагонное депо Томск – 2». – Томск, 2004. – 115 с.
4. Бычков В.В. Системный подход к решению проблем снижения экологической опасности отходов предприятий железнодорожного транспорта //Тез. докл. Всерос. научно-практ. конф. Оптимизация обращения с отходами производства и потребления. – Ярославль 2003,
5. Фролов К.В., Резер С.М., Казаров Ю.К. Комплексные меры защиты окружающей среды на транспорте. //Транспорт: наука техника, управление. – 1996. – № 5. – С. 2-19.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ФТОРАНГИДРИТА НЕФЕЛИНОВЫМ ШЛАМОМ Е.С. Дрозд, Н.С. Зыкова

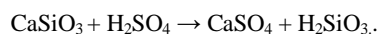
**Научный руководитель профессор Ю.М. Федорчук
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

С момента появления и до настоящего времени производство фтороводорода в России является источником экологического неблагополучия в местах своего размещения. Оно сопровождается выбросами в атмосферу газообразного фтороводорода во время внеплановых остановок производства, образованием и накоплением на отвальных полях отходов в виде кислого или нейтрализованного безводного сульфата кальция – фторангидрита. Данный твердый отход накапливается в таких регионах, как город Ангарск Иркутской области, город Северск Томской области, город Пермь, регион Урала (города Полевской, Южно-Уральск). Фторангидрит имеет потребительскую ценность в строительной промышленности из-за вяжущих свойств, достаточно высокой степени белизны, регулируемой водорастворимости, но до последнего времени направляется в отвал.

Изучением свойств и процессов утилизации фторангидрита на кафедре экологии и безопасности жизнедеятельности занимаются с 1977 г. [1–3]. За указанный период времени разработаны способы обезвреживания и нейтрализации фторангидрита различными щелочными реагентами (известь, цемент, карбидный ил), а также исследованы направления использования фторангидрита в таких технологиях, как получение строительных растворов, конструктивных строительных материалов без применения цемента, используя только вяжущие свойства фторангидрита. Одним из перспективных щелочных реагентов является нефелиновый шлам. Этот техногенный реагент представляет собой многотоннажный отход алюминиевого производства. Например, в городе Ачинске нефелиновый шлам накапливается в размере 1 млн т в год.

Целью настоящей работы является исследование процесса обезвреживания кислого фторангидрита с помощью нефелинового шлама, что позволит утилизировать сразу два вида отходов.

Опыты проводили по следующей методике. Навеску нефелинового шлама помещали в смеситель, в который добавляли стехиометрическое количество серной кислоты различной концентрации, тщательно перемешивали и полученной смесью заполняли формы размером 40х40х40 мм. Через сутки кубики были извлечены из форм, а через 7 и 28 суток они подвергались испытаниям на сжатие. В процессе обработки нефелинового шлама серной кислотой происходила следующая химическая реакция:



В результате указанного взаимодействия образовался сульфат кальция безводный, который и обладал вяжущими свойствами. Результаты испытаний кубиков на сжатие представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты испытаний кубиков из нефелинового шлама на сжатие

№ п/п	Концентрация H ₂ SO ₄ , % масс	Предел прочности сжатию (МПа) через время твердения, сут.	
		7	28
1	98	4	4,2
2	94	3,4	3,4
3	70	2,6	1,05

Нейтрализацию фторангидрита, содержащего серную кислоту, провели с помощью нефелинового шлама. Для достижения требуемой прочности добавили определенное количество серной кислоты различной концентрации. В качестве ускорителя схватывания использовалась поваренная соль. Как и в предыдущем опыте, полученные кубики подвергались сжатию. Результаты испытаний кубиков на сжатие представлены в табл. 2.

Результаты испытаний кубиков из нейтрализованного ангидрита на сжатие

№ п/п	Концентрация H_2SO_4 , % масс	Предел прочности сжатию (МПа) через время твердения, сут.	
		7	28
1	98	4,5	3,7
2	94	1,2	0,8
3	70	0,9	0,3

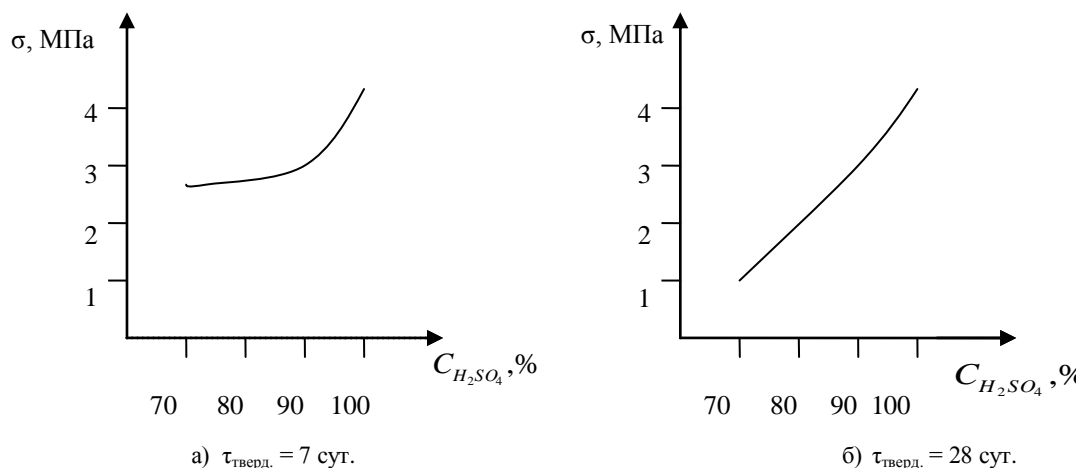


Рис. 1. Зависимости предела прочности кубиков из нефелинового шлама от концентрации серной кислоты

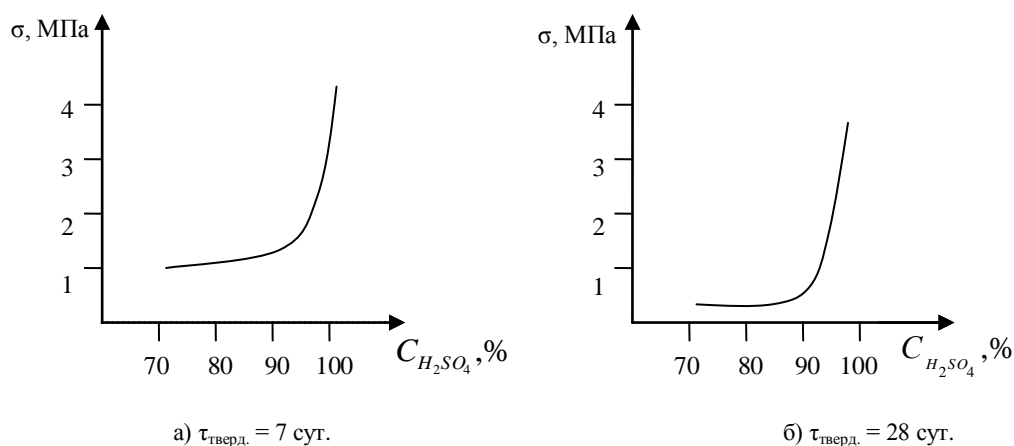


Рис. 2. Зависимости предела прочности кубиков из нейтрализованного ангидрита от концентрации серной кислоты

Результаты исследования показали, что нефелиновый шлам после его сернокислотной обработки обладает вяжущими свойствами и способен заменить высокомарочные вяжущие материалы (цемент) при получении отделочных строительных материалов (штукатурные растворы, шпатлевка). Нефелиновый шлам может быть использован как нейтрализующий агент. Например, ачинский нефелиновый шлам может быть использован в качестве высокоэффективного нейтрализатора для фторангидрита Томского региона.

Литература

1. Пат. 2266877 Россия МКИ С 04 №В-28/16 // С 04 В-111:20, 40/00. Строительная смесь и способ её приготовления. Федорчук Ю.М., Зыков В.М., Цыганкова Т.С., Зыкова Н.С. Заявлено 28.06.2004; Оpubл. 27.12.2005, Бюл. № 36. – 7 с.
2. Федорчук Ю.М. Техногенный ангидрит, его свойства, применение: учеб. пособие. – Изд-во Томск. политех. ун-т, 2005. – 110 с.
3. Федорчук Ю.М., Зыкова Н.С., Цыганкова Т.С. Использование твёрдых отходов фторводородного производства в строительной промышленности //Экология и промышленность России. – Томск, 2004. – № 6. – С. 14-17.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ШЛАМОВЫХ ВОД, ПОВЫШАЮЩЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Е.В. Жбырь, А.В. Папин, А.В. Неведров

Научный руководитель профессор Г.А. Солодов

Кузбасский государственный технический университет, г. Кемерово, Россия

Угледобывающая и углеперерабатывающая промышленность имеет большое значение для экономики России. Большие запасы угля в России позволяют ориентировать долговременную перспективу развития электроэнергетики на широкое использование угля как базового стратегического топлива, обеспечивающего потребность страны в топливе на сотни лет. С развитием угольной энергетики в определенной мере связана энергетическая безопасность и социальная стабильность России. Огромные масштабы добычи и переработки угля вызывают острую необходимость разработки мероприятий и создания новых процессов безотходной технологии, при которой все составные части полезного ископаемого разделяются на конечные товарные продукты, используемые в народном хозяйстве.

Угольная промышленность оказывает отрицательное воздействие на недра, воздушный и водный бассейны, землю и почву. Существенным негативным фактором ведения горных работ является значительный ущерб, наносимый водному бассейну. В связи с этим всё острее встает проблема охраны водных ресурсов ряда районов Кемеровской области. Это обусловлено сбросами в поверхностные водоемы и водотоки больших объемов сточных вод, содержащих, как правило, взвешенные и растворенные примеси.

В настоящее время, например, 40 % углей Кузбасса проходит через обогатительные фабрики. За длительное время накопилось значительное количество шламовых вод и угольных шламов, в которых содержится до 40–80 % органической массы. В будущем проблема будет стоять ещё более остро, так как угольных предприятий (а в Кузбассе работают 50 шахт, 34 разреза и 18 углеобогатительных фабрик [2]) весь добываемый уголь целесообразно подвергать обогащению.

Перевод угольных шламов в технологически приемлемое топливо позволит не только улучшить экологическую обстановку в регионе, но и получить существенный экономический эффект за счет пополнения товарной базы топлива путём возвращения в цикл уже добытого угля в виде обогащенного шлама.

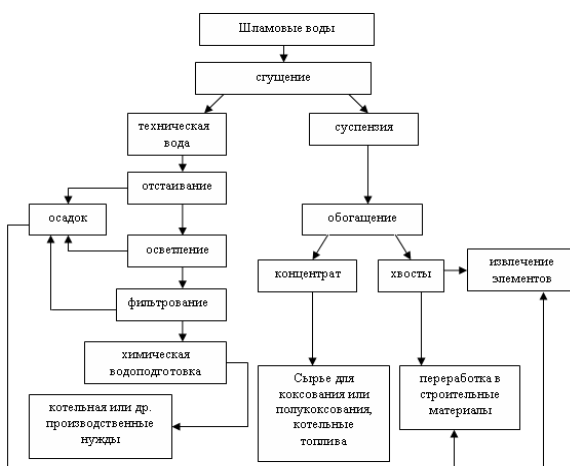


Рис. Принципиальная технологическая схема комплексной переработки шламовых вод

Шламовые воды представляют тонкодисперсные системы, воздействовать на которые путем применения традиционных технологий (флотация, гравитационное обогащение и т.д.), с целью их утилизации, весьма сложно, а иногда и технологически не выполнимо [1].

Альтернативным решением этой задачи может быть нетрадиционная технология комплексной переработки шламовых вод предприятий угольной отрасли. Нами предлагается следующая принципиальная технологическая схема комплексной переработки шламовых вод (рис.).

Реализация такой технологической схемы или подобных ей позволяет провести комплексную утилизацию шламовых вод с получением ряда товарной продукции и обеспечением углеобогатительных фабрик тепловой энергией. Топливо, приготовленное из угольных шламов (водоугольное топливо [3], бездымные брикеты, полуккоксобрикеты и т. д.), приближается к экологически чистым.

В результате промышленной реализации технологических схем комплексной переработки шламовых вод угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий будут найдены и внедрены новые направления применения технологий обогащения сырья и угольной продукции, из которых могут быть извлечены концентраты редких и ценных металлов, значительно превосходящих по стоимости добываемые угли. Соответственно, повысится конкурентоспособность угольной продукции на рынке сбыта. Углепродукция, содержащая редкие и ценные металлы, с внедрением глубокой переработки принесет экономическую выгоду в 2–4 раз большую, чем продажа рядовых углей.

Литература

1. Бедрань Н.Г. Обогащение углей. – М.: Недра, 1988. – 206 с.

2. Лазаренко С.Н., Потапов В.П. Концепция стратегии развития угольной отрасли Кузбасса как основы экономической самодостаточности региона // Финансово-экономическая самодостаточность регионов: Материалы межрегиональной научно-практической конференции. – Кемерово, 2003. – С. 163 – 166.
3. Папин А.В., Солодов Г.А., Заостровский А.Н., Папина Т.А. Процесс формирования структуры высококонцентрированных водоугольных суспензий, приготовленных из обогащенных угольных шламов методом масляной агломерации // Вестник КузГТУ. – Кемерово, 2003. – № 4. – С. 96 – 99.

ЭКОНОМИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ СБОРА И ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ

И.В. Имамкулиева

Научный руководитель доцент Н.А.Чулков

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Проблема сбора, хранения и захоронения отходов на территории г. Томска очень актуальна с целью экономии земельных ресурсов, отвлекаемых для хранения и захоронения отходов. Сейчас она осуществляется в соответствии с действующими технологическими процессами и нормативными документами.

В настоящее время она решается путем сбора отходов населением и специализированными организациями в контейнеры-накопители мусоропроводов, в контейнеры для отходов, установленные на оборудованных контейнерных площадках, в специальный автотранспорт, работающий по установленному графику.

Вывоз отходов осуществляется специальным транспортом на полигон твердых бытовых отходов в соответствии с требованиями Санитарных правил [4].

Сбор бытовых отходов на городской территории производится в урны для мусора (для отходов, не подлежащих сортировке) и контейнеры для раздельного сбора отходов: «бумага, пластик, стекло» и «не сортируемые отходы».

С целью уменьшения воздействия на окружающую среду запрещается сжигание отходов и растительных остатков на городской территории и размещение отходов, растительных остатков, дорожного смета, снега на территории города вне специализированных площадок.

Промышленные отходы обезвреживаются, перерабатываются или повторно используются в порядке, установленном законодательством, а относящиеся к категории опасных отходов, размещаются в соответствии с законодательством на полигоне токсичных отходов.

Общее количество отходов производства и потребления, накопленных к началу 2003 г. на территории Томской области, согласно [2, 3], составило 16 млн. т. Нами предпринимаются попытки оценить площади земель, отчужденных под складирование отходов. За 2002 г., по данным инвентаризационных ведомостей предприятий, организаций и учреждений, образовано около 670 тыс. т более чем 200 видов отходов производства и потребления различных классов опасности, из них отходов потребления – 372 тыс. т (55 %) и промышленных – 298 тыс. т (45 %) (рис. 1). В пересчете на одного жителя области в 2002 г. образовано более 0,6 т отходов.

Из 174 тыс. т повторно используемых отходов 65 % приходится на долю древесных и золошлаковых, применяющихся, в основном, как топливо и строительные материалы. На территории Томской области наиболее развито вторичное использование отходов металлов, заключающееся в скупке и перепродаже металлов за пределы области; от объема, образующегося в области черного лома – более 60 %, цветного – более 50 %. По районам действуют 36 приёмных пунктов сбора лома черных и цветных металлов. Основными пунктами, принимающими чёрные металлы, являются компании ОАО «Втормет», ООО «Вымпел-98», ООО «Томская стальная компания». Приёмом цветных металлов занимается множество других компаний, в том числе, Томский филиал ОАО «Сухоложский завод вторцветмет», ООО «Томская стальная компания», ООО «Ситал», ООО «Сибирская металлопроизводственная компания», АПП «Концерн Сибвтормет» и др. Вторичные отходы пластмасс, макулатуры, стекла используются гораздо реже. Переработкой пластмасс занимается лишь ООО «Полилен», использующее в качестве сырья отходы полистирола, полиэтилена, полипропилена. Существует ряд мелких компаний, занимающихся скупкой пластмассовых отходов и перепродажей их за пределы области. Основной объем отходов пластмасс (около 97 % от общего объема образованных отходов пластмасс) поступает в составе ТБО на полигоны области.

В целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, совершенствования муниципального контроля в сфере обращения с отходами и в соответствии с Федеральным Законом [5] Томская городская Дума приняла решение, в котором утверждён порядок сбора и вывоза отходов производства и потребления на территории г. Томска [6]. Этот документ обязателен для исполнения всеми физическими и юридическими лицами на территории г. Томска, он не регламентирует обращение с опасными отходами. Вывоз опасных отходов осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации и в соответствии с требованиями [1].

В связи с этим представляет интерес деятельность некоторых предприятий города по организации переработки отходов и применения энергосберегающих технологий.

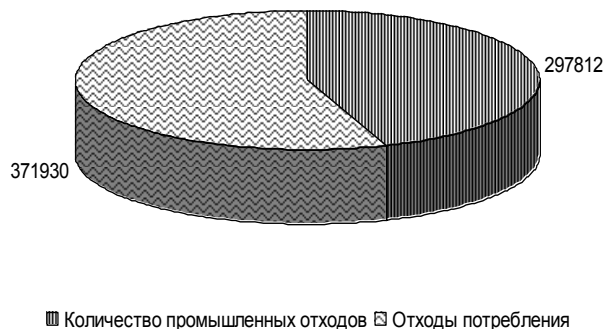


Рис. 1. Соотношение количества отходов производства и потребления в Томской области в 2002 г. (т)

Так, ООО «Полиплен» [3] производит по заказам потребителей мягкую полимерную упаковку. Упаковочные материалы имеют сертификат соответствия для использования в качестве упаковочного материала для пищевых продуктов. Широкий спектр полиэтиленовых пакетов любых типоразмеров, как без рисунка, так и с символикой фирм-заказчиков, пленки термоусадочная и для упаковки молока, посуда и столовые приборы одноразового применения, пластиковые трубы и шланги, пенопласт – вот далеко не полный перечень продукции, география поставок которой – практически вся Россия. Потребителями являются десятки пищевых и молочных предприятий Сибирского региона, использующие мягкую полимерную упаковку, торговые фирмы и рекламные компании, заказывающие красочные пакеты со своей символикой.

Велика заинтересованность заказчиков в таком виде продукции, как пластмассовые трубы диаметром от 8 до 110 мм; их использование позволяет решать множество проблем, связанных с прокладкой коммуникаций, электропроводки, заменой старых металлических трубопроводов. Десятки птицефабрик используют легкие и прочные пластиковые желобковые поилки для птиц, вместо дорогостоящих и недолговечных металлических. Залогом эффективной работы является ряд явных преимуществ предприятия:

- стабильная сырьевая база в лице Томского нефтехимического комбината, позволяющая получать полимерное сырье без посредников и транспортных расходов;

- высокопроизводительное энергосберегающее импортное оборудование по переработке пластмасс;
- замкнутый цикл использования сырья с возвратом технологических отходов в готовые изделия;
- прецизионная технологическая оснастка собственного изготовления.

Данное предприятие работает и за счёт вторичного сырья. С нефтехимического завода в виде гранул поступают нестандартные полиэтилен и полипропилен, из которых при повышенных температурах 200–210 °С из полиэтилена и 260–270 °С из полипропилена изготавливается продукция.

За основу взята установка по переработке отходов (их переработки) до сырьевых гранул. Загружаются ленточным транспортером отходы пленки в печь, где расплавляются, затем – экструдер, из которого гранулы пневмотранспортом в бункер-накопитель и возвращаются в технологию получения изделий. Бункер-накопитель также снабжен установкой, фильтрующей запыленный воздух.

На ООО «Полиплен» имеются участки по переработке собственных отходов и отходов других предприятий. За месяц предприятие может переработать 30 тонн отходов, а вот в июле 2005 года поступило только 10 тонн, поэтому приходится использовать первичное сырье, что является нерациональным с экономической стороны.

В настоящее время вопрос вторичного использования отходов производства и потребления вызывает все больший интерес со стороны крупных предприятий и частных предпринимателей. Около 10-ти организаций разрабатывают и внедряют технологии переработки различных видов отходов. Органам государственной власти и органам местного управления Томской области необходимо принять ряд мер по разработке нормативно-правовых актов, предусматривающих нормативы образования отходов и тарифы на их размещения, направленные на стимулирование вторичного использования отходов. Вышеперечисленным органам также необходимо создать условия, привлекающие инвестиции частного капитала в проекты по сбору, сортировке и переработке отходов. Работа таких предприятий позволяет существенно экономить земельные ресурсы, занимаемыми отходами производства и потребления и захлаплением территорий.

Литература

1. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.7.1322-03. – М.: Минздрав, 2003. – 8 с.
2. А.А. Сечин, Н.А.Чулков, Ю.Г. Юрьев Разработка схем утилизации тепла от формовых автоматов // Энергетика: экология, надежность, безопасность: Материалы докладов одиннадцатой всероссийской научно-практической конференции. – Томск, 2005. – С. 399 - 401
3. www.poliplen.ru
4. Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов. Санитарно-эпидемиологические правила СП 2.1.7.1038-01. – М.: Минздрав, 2001. – 11 с.
5. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ
6. О правилах благоустройства, санитарного содержания территорий, организации уборки, обеспечения чистоты и порядка в г. Томске. Решение Томской городской Думы г. Томска от 28.02.2006 г. № 88. – Томск: Сайт администрации города Томска. 2006. – 20 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ГРАНУЛИРОВАННОГО ПОЛИЭТИЛЕНА ОТ ПРИМЕСИ

А.С. Калашникова

Научный руководитель доцент М.В. Василевский
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Повышение требований, предъявляемых к качеству зерновых и гранулированных материалов, ставит задачу разработки эффективных методов по обеспыливанию и очистке от волокнистых примесей этих материалов.

Наиболее широкое распространение получили методы сепарации зерновых и гранулированных материалов, основанные на силовом взаимодействии газового потока и частиц [2, 5]. В разнообразных аппаратах реализуются различные условия удаления примеси из гранулированных материалов: применение больших объемов и рассредоточение гранул в сепарационном объеме; проведение процесса с малыми концентрациями гранул в потоке газа; проведение процесса путем сообщения гранулам больших ускорений при их взаимодействии с подвижными элементами сепаратора и т. д.

В производствах гранулированных материалов для их сепарации от волокнистых и пылевидных примесей применяются следующие аппараты: грохоты-барабаны, в которых волокна отделяются от материала в решетчатом барабане, а мелкая примесь отсеивается на грохоте, «Оргсинтез» (г. Казань); инерционные разделители, установленные в пневмотранспортных линиях, в которых выделение примеси происходит при резком повороте транспортного потока и дополнительном её отведении продувочным воздухом, «Полимер» (г. Новополюцк); зигзаг-аппараты, в которых обеспыливание материалов происходит при их каскадной пересыпке и отдуве воздухом, ООО «Томскнефтехим» (г. Томск).

В статье [3] для зигзаг-аппаратов представлена зависимость степени уноса гранулята от плановой скорости в широком диапазоне средней концентрации гетерогенной фазы в потоке. В диапазоне концентраций от 0 до 0,3 кг/м³ для чистого гранулята унос заметен при плановых скоростях более 2 м/с, причем с увеличением скорости унос значительно возрастает, и при $W_{пл} > 6$ стремится к 100 %. Значительный унос гранулированного полиэтилена можно объяснить явлениями упругого взаимодействия гранул с ограничивающими поверхностями каналов и попаданием их в зону повышенных локальных скоростей газа. В диапазоне от 3,5 до 18 кг/м³ происходит сужение сечений для прохода воздуха с увеличением его скорости из-за формирования сгустков частиц, которые своей значительной массой оттесняют поток, поэтому унос уменьшается; однако с увеличением плановой скорости до 5 м/с унос также быстро увеличивается.

Для инерционного разделителя предварительные опыты проводились при концентрации гранулята с примесью менее 1 кг/м³ транспортирующего воздуха. При нулевой подаче продувочного воздуха эффективность разделения зависит от угла наклона патрубка транспорта гранулята, а также от величины соотношения площадей выходного сечения патрубка и планового сечения аппарата. Проявляется зависимость эффективности от соотношения импульсов входа и расчетного по плановой скорости. Подача продувочного воздуха в количестве 10 % от массы транспортирующего воздуха значительно повышает эффективность разделения при всех конструктивных и режимных соотношениях. Подача продувочного воздуха в количестве более 100 % от массы транспортирующего воздуха повышает степень очистки до 100 %.

При исследованиях центробежного разделителя в первой серии опытов концентрация гранулированного полиэтилена колебалась в пределах 0,1–1,0 кг/м³. Эффективность уноса примеси и степень выноса гранулята определялась в зависимости от положения регулирующей шторки и глубины погружения патрубка вывода примеси при различных расходах транспортирующего воздуха. Для нулевой глубины погружения выхлопного патрубка содержание стружки в грануляте 0,5–6,0 %.

В статье [3] представлены кривые эффективности выноса стружки и степени уноса гранулята при заглублении патрубка на 1/4 часть высоты корпуса аппарата. Вынос гранулированного полиэтилена заметно уменьшился, примесь отсевалась практически полностью.

С увеличением концентрации материала в транспортном воздухе эффективность отсеивания примеси падает, одновременно увеличивается вынос гранулята вместе с примесью. Уменьшение диаметра отражательного диска с 320 до 280 мм заметно снижает вынос гранулята, но ухудшает отсеивание примеси. В опытах выявлено, что сгустки примеси отсеиваются почти полностью вплоть до концентрации 2,5 кг/м³. Несущая способность потока при таком выполнении сепарационной зоны с увеличением концентрации падает. Гранулят не распределяется равномерно по щелевому зазору, через который материал выводится из зоны сепарации, а материал, выпадающий из потока при его локальной перегрузке, увлекает и примесь. С увеличением зазора для вывода очищенного материала рабочий вихрь частично проникает в камеру-сборник очищенного материала и транспортирует в неё примесь. Поэтому эффект очистки материала резко уменьшается.

При испытании аппаратов выяснилось, что в условиях электризации материала, которая наблюдается при уменьшении влажности, характеристики аппаратов меняются и особенно существенно разнятся у центробежного разделителя.

При электризации материала проявляются силы отталкивания гранул относительно друг друга. Примесь либо притягивается к гранулам, либо наоборот отталкивается, если она приобретает тот же заряд. Наблюдения в процессе опытов показали, что при электризации мелкая стружка и пыль активно налипают на гранулы и не меняют заряд, длинная стружка, сгустки, наоборот, приобретают заряд такой же, как и гранулы, и отталкиваются от гранул. Поэтому при уменьшении влажности воздуха обеспыливание гранулята происходит менее эффективно. Отсоединение сгустков и длинных волокон при любой влажности эффективно. Вынос гранулята при уменьшении влажности в центробежном разделителе оказывался выше при одних и тех же геометрических соотношениях. Таким образом, сравнительные исследования характеристик аппаратов показывают, что в центробежном разделителе процессы диспергации материала, инерционные эффекты и время сепарации проявляются в большей степени по сравнению с другими аппаратами.

Центробежный разделитель хорошо komponуется в технологических линиях, включающих пневмотранспортные установки гранулированных материалов, причем не требуется применение продувочного воздуха. Дальнейшая интенсификация процесса отсеивания примеси и уменьшение уноса гранулята, видимо, должны проводиться в направлении увеличения несущей способности потока в сепарационном объеме при повышенных концентрациях гранулированного материала с примесью в транспортной магистрали.

На основе проведенных исследований разработаны простые, компактные и надежные устройства.

На рис. изображено устройство, состоящее из улиточного корпуса 1 с приёмником 2 очищенного материала, в котором закреплена коническая втулка в виде подвижного отражательного конуса 3, большое основание которого находится в конической обечайке 4. Под основанием корпуса 1 установлена улиточная камера 5 дополнительной продувки, охватывающая коническую обечайку 4, с образованием щели 6, сообщённой с приёмником 2. К верхней стенке корпуса 1 прикреплена криволинейная пластина 7, охватывающая патрубок для вывода примесей. В корпусе 1 расположена шторка с полкой 8 и шарнир 9. К корпусу прикреплены патрубки 10 и 11, а к камере 5 – продувочный патрубок 12 дополнительного воздуха.

Устройство работает следующим образом [4]. Материал с примесью из патрубка 10 транспортируется в канале переменного сечения, образованного криволинейной поверхностью корпуса 1 и пластиной 7. Зерновой материал за счёт взаимодействия со стенками канала и магнусовых сил распределяется по сечению равномерно, тогда как примесь сепарируется на криволинейную поверхность канала. Материал по ходу потока через зазор между нижней стенкой корпуса 1 и пластиной 7 сдувается воздухом на отражательный корпус 3, откуда он попадает на поверхность обечайки 4 и затем в приёмник 2.

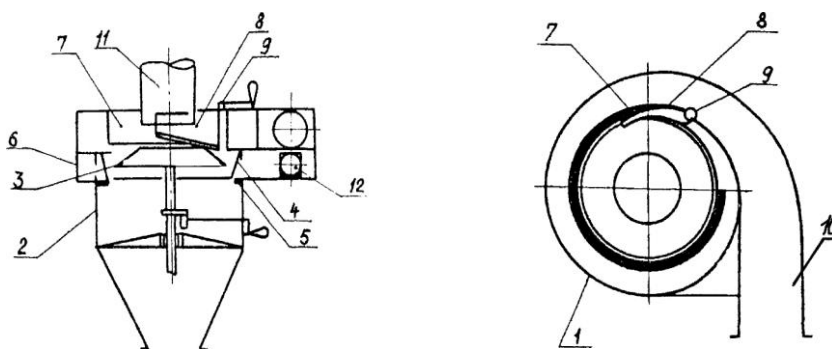


Рис. Схема аппарата очистки гранулированного полиэтилена от примеси

Продувочный воздух в количестве 5–20 % от транспортного подаётся через продувочный патрубок 12 в камеру 5, где распределяется равномерно по окружности. Продувочный газ многократно обдувает ссыпавшийся материал и запирает транспортный вихрь в корпус 1, препятствуя его проникновению в приёмник 2. Крупная примесь из транспортного канала по криволинейной стенке и посредством шторки с полкой 8 выводится в патрубок 11, мелкая примесь сдувается с гранул струёй транспортного газа, натекающей через зазор между пластиной 7 и стенкой корпуса 1, а также многократным воздействием продувочным воздухом. Таким образом, установка пластины 7 обеспечивает лучшую транспортирующую способность, более интенсивное обдувание гранул при электростатической адгезии на них пыли; установка обечайки 4 и камеры 5 обеспечивает равномерную подачу по зазорам продувочного воздуха, многократно обдувающего пересыпающиеся гранулы и запирающего транспортный вихрь в корпусе 1, что позволяет надёжно проводить отвеивание в широком диапазоне положения отражательного конуса 3 при высоких концентрациях продукта в транспортной магистрали и условиях электризации материала.

Проводились опытно-промышленные испытания данного аппарата производительностью 15–20 т/ч при концентрации продукта в транспортной линии 4,5–6,5 кг/кг воздуха.

Размеры опытно-промышленного аппарата по сравнению с лабораторными аппаратами увеличены приблизительно в два раза, электризация проявлялась заметно.

Эффективность работы сепаратора оценивалась по степени удаления из исходного продукта стружки, пыли и мелких гранул, а также по величине потерь гранул.

За период проведения опытно-промышленных испытаний потери гранулята, сбрасываемого в циклон вместе со стружкой, находились в пределах 0,02–0,04 % от веса расфасованного полиэтилена. Количество отвеиванной и уловленной стружки и пыли находятся в пределах 40–70 г/т полиэтилена.

Результаты испытаний показали увеличение эффективности и уменьшение выноса гранулята в данном аппарате.

Литература

1. Анисимов Ж. А., Василевский М. В., Свищев Б. Г. Сравнительные характеристики аппаратов для очистки гранулированного материала от волокнистой примеси и пыли // Вопросы аэрогидромеханики и тепломассообмена: Сборник статей / Под ред. Шваба В. А. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1986. – С. 24-30.
2. Барский М. Д., Ревнивцев В. И., Соколкин Ю. В. Гравитационная классификация зернистого материала. – М.: Недра, 1974. – 232 с.
3. Василевский М. В., Анисимов Ж. А., Свищев Б. Г. Результаты исследования опытно-промышленного сепаратора очистки гранулированного полиэтилена высокого давления // Вопросы прикладной аэрогидромеханики и тепломассообмена / Под ред. Шваба В. А. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1989. – С. 84-90.

4. А.С.1256816 (СССР). Устройство для очистки зерновых и гранулированных материалов от примесей. М.В. Василевский, А. Т. Росляк, Ж. А. Анисимов, Б. Г. Свищев, Н. А. Кочетков, В. К. Гордеев. Заявлено 17.12.1984; Опубл. 15.09.1986, Бюл. № 34 – 4 с.
5. Малис А. Я., Демидов А. Р. Машины для очистки зерна воздушным потоком. – М.: Машиностроение, 1962. – 176 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

А.С. Калашникова

Научный руководитель доцент М.В. Василевский
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Пневмотранспортные установки являются основным элементом технологии конфекционирования гранулированных полимерных материалов. В производстве этих материалов образуется примесь в виде стружки, волокон и пыли, которая ухудшает качество товарного продукта. Эти примеси загрязняют продукт и воздух, выбрасываемый в атмосферу.

Эффективность выделения частиц из воздушного потока зависит от размеров, формы, плотности частиц. При малых скоростях движения относительно несущей среды, при которых имеет место вязкое обтекание, частицы могут ориентироваться любым образом по отношению к направлению своего движения. Если достигается критическое значение режима обтекания, когда начинается турбулизация обтекающей частицу потока, характер движения меняется. Вытянутые частицы стремятся принять такое положение, при котором сопротивление среды было бы максимальным для пластинок, чешуек и т. п. Это будет то положение, в котором их более развитые грани и более длинные ребра расположены перпендикулярно направлению движения.

Для очистки воздуха от пыли применение нашли циклонные аппараты и тканевые фильтры. Фильтры тонкой очистки требуют применения регенерирующих устройств для удаления пыли с фильтрующей поверхности.

На рис. 1 изображено устройство для очистки газа от пыли. Предлагаемое устройство содержит спиральный газоход 1 прямоугольного сечения с изогнутыми наружной 2 и внутренней 3 боковыми стенками, верхней 4 и нижней 5 стенками, отвод очищенного газа в виде продольной щели 6, выполненной во внутренней стенке 3, центробежный пылесадитель 7, присоединенный к пылеотводному каналу 8, расположенному у наружной стенки 2 на выходном конце газохода 1. Продольная щель 6 выполнена на расстоянии α , соответствующему углу $\pi/4$ от входа газохода 1. Высота щели 6 составляет $(0,2-0,25)h$ высоты внутренней стенки 3 в каждом сечении, площадь поперечного сечения пылеотводного канала 8 составляет $0,3-0,5$ площади поперечного сечения входного конца газохода. Пылесадитель снабжен вытяжным вентилятором 9, нагнетательный патрубок 10 которого присоединен к входу газохода 1 у наружной стенки 2.

Устройство работает следующим образом.

Газовый поток с примесью под небольшим напором $0,3-0,6$ кПа поступает в газоход 1, где частицы за счет центробежных сил концентрируются у периферийной поверхности боковой стенки 2, газ в количестве $85-95\%$ стекает в щель 6, а оставшая часть газа вместе с примесью выходит в осадитель 7. На расстоянии от входа, соответствующим углу поворота потока на $\pi/4$, происходит ускорение, стабилизация потока и предварительная сепарация частиц, т. е. оттеснение их от внутренней криволинейной поверхности стенки 3. В последующих сечениях транзитная скорость остается постоянной за счет уменьшения проходного сечения и вытекания газа через щель 6. Давление газа оказывается достаточным во всех сечениях канала, чтобы способствовать выходу газа по всей длине щели 6 со скоростью, близкой к транзитной скорости потока вдоль газохода, при высоте щели 6 в каждом сечении $0,2-0,25$ высоты стенки 3. Значение транзитной скорости в пределах $8-20$ м/с во всех сечениях канала способствует надежному транспортированию примеси, склонной к налипанию на поверхности.

Перемещение газа к щели во всех сечениях осуществляется с малыми скоростями, которые незначительно влияют на перенос частиц к щели. Поперечные циркуляционные сечения в большей мере способствуют переносу частиц к щели, однако из-за искривлений линий тока газа, подтекающего к щели, частицы могут вторично пройти стадию сепарации и сконцентрироваться у периферийной поверхности. Уменьшение высоты газохода позволяет существенно уменьшить поперечное сечение пылеотводного канала 8 по сравнению с сечением на входе в газоход и, следовательно, уменьшить количество отведенного с примесью газа в осадитель 7 без нарушения сепарации, при этом наилучший результат достигнут при его величине $0,3-0,5$ площади поперечного сечения выходного конца газохода.

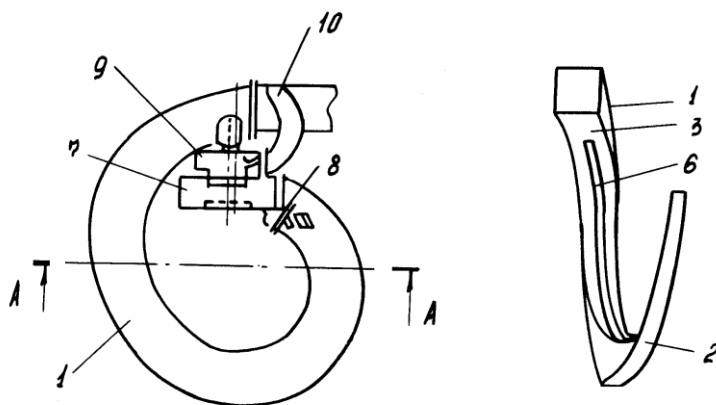


Рис. 1. Устройство для очистки газа от пыли

В осадителе 7 поток во вращательном движении освобождается от примеси, которая осаждается в приемнике, и поступает по центрально расположенному патрубку в вытяжной вентилятор 9 с вращением крыльчатки в сторону, обратную направлению вращения потока в осадителе 7.

Предложенное устройство позволяет приблизительно в 2 раза уменьшить выбросы примеси по сравнению с известными ранее пылеочистными устройствами, эффективно проводить очистку газов от примесей, склонных к налипанию на поверхности, и, кроме того, экономить производственные площади и металл на изготовление газоочистки [1].

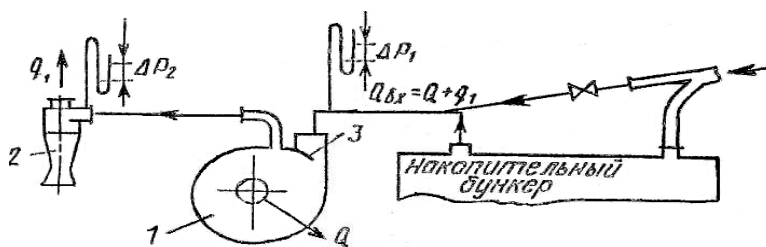


Рис. 2. Способ сепарации из воздушного потока наэлектризованной полимерной примеси

Также известен способ очистки газа от наэлектризованной примеси [2], который иллюстрирован на рис. 2. Очистка осуществляется следующим образом. Примесь в виде волокон, пыли с воздухом подают в концентратор 1, имеющий спиралевидный кожух, где поток подвергается воздействию центробежных сил, при этом примесь сепарируется на стенке кожуха. Далее она транспортируется в отделитель 2 (циклон или другой известный осадитель), где выделяется из потока.

Большая часть очищенного воздуха с расходом Q выходит из центрального патрубка концентратора 1. Для улучшения процесса сепарации, т. е. предотвращения образования наэлектризованных жгутов примеси и зависания их в циклонах, в очищаемый воздушный поток предварительно вводят, например, посредством эжекторного питателя или иным способом полимерный гранулированный материал в количестве, в 1–10 раз превышающем содержание примеси. Поток направляют со скоростью 20–25 м/с вдоль криволинейной поверхности. Соотношение расходов очищенного и отводимого загрязненного потоков устанавливают из условия содержания примеси в отводимой загрязненной части потока в пределах 1–10 г/м³.

При скорости потока 20–25 м/с гранулы за счет сил упругости Магнуса и центробежных сил интенсивно ударяются о криволинейную поверхность, «размывают» жгуты, диспергируют сгустки примеси, а примесь равномерно распределяется поперек потока и за счет электрических сил входит с поверхностью в контакт. При скорости потока выше 25 м/с наблюдается унос гранулята в атмосферу. Количество гранулята должно быть таким, чтобы были охвачены все участки «обстрела» криволинейной поверхности и осуществлялось интенсивное взаимодействие с примесью, причем количество вводимого гранулята зависит от содержания в примеси волокон, стружки, сгустков и их размеров.

По мере движения потока газа вдоль криволинейной поверхности концентратора и концентрирования примеси на поверхности образуется подстилающий слой из частиц примеси, который уменьшает рикошетирующие частицы гранулята, движущихся с незначительной амплитудой в прыжковом режиме. Подстилающий слой образуется при концентрации частиц примеси в отводимой части потока более 1 г/м³. При концентрации частиц примеси более 10 г/м³ гранулы застревают в подстилающем слое, увеличивая трение слоя и ухудшая несущую способность потока вследствие его торможения частицами. Эффективность сепарации уменьшается, вывод частиц затрудняется. Затрудняется также контакт частиц с поверхностью. Концентрация частиц в загрязненной части потока регулируется количеством

отводимого из спирального концентратора газа вместе с частицами примеси, который затем направляется в циклонный осадитель. Очищенная часть газа выводится в атмосферу. В циклонном осадителе вводимый с примесью и гранулами газовый поток закручивается, при этом частицы примеси и гранулы по периферии отводятся из сепарационной зоны, гранулы способствуют выводу примеси в приемник и улучшению текучести смеси при удалении её из приёмной ёмкости. Очищенный в циклонном осадителе поток выводится в атмосферу, а примесь и гранулы отправляются на переработку в изделия. При этом наличие гранулыта в примеси улучшает её сыпучесть ввиду того, что частицы больших размеров имеют меньшую поверхность соприкосновения и обладают большей подвижностью. Это облегчает истечение материала из расходных емкостей перерабатывающих машин, увеличивая их производительность.

Контроль количества воздуха, сбрасываемого через центральный патрубок концентратора Q и циклон q_1 соответственно ведется с помощью манометров по перепадам давлений ΔP_1 и ΔP_2 , которые зависят от расходов, а ΔP_1 , кроме того, от положения шибера 3, что определяется тарировкой или расчетом, если поставлены аппараты с известными коэффициентами гидравлического сопротивления.

Заданными параметрами являются количество воздуха, входящего в концентратор 1, $Q_{ВХ} = Q + q_1$ ($\text{м}^3/\text{ч}$) и содержание примеси в воздухе $C_{ВХ,ПРИМ}$ ($\text{кг}/\text{м}^3$). Количеством воздуха из эжектора пренебрегают. Количество гранулыта, которое необходимо подать в единицу времени на вход концентратора определяется из соотношения:

$$G_{ГР} = C_{ГР} \cdot Q_{ВХ}, \quad (1)$$

где $C_{ГР}$ – необходимая концентрация гранулыта в потоке воздуха, определяемая из соотношения:

$$C_{ГР} = (1-10) \cdot C_{ВХ,ПРИМ}. \quad (2)$$

Количество загрязненного потока в циклоне, устанавливаемое по перепадам ΔP_1 и ΔP_2 , определяют из соотношения:

$$q_{ОТВ} = \frac{Q_{ВХ} \cdot C_{ВХ,ПРИМ}}{C_{ОТВ,ПРИМ}}, \quad (3)$$

где $C_{ОТВ,ПРИМ} = (1-10) \text{ г}/\text{м}^3$.

После проведения опытно-промышленных испытаний данной установки были получены данные, представленные в табл.

Таблица

Результаты испытаний данной установки при различных режимах

Режимы	$V_{ВХ}$, м/с	$C_{ГР}$, $\text{г}/\text{м}^3$	$C_{ГР}/C_{ВХ}$	$C_{ОТВ,ПРИМ}$, $\text{г}/\text{м}^3$	ϵ , %
1	15	8,4	16	3,2	-
2	15	3,2	6,4	3,2	95
3	20	2,1	3,5	3,5	99
4	25	1,2	2,5	2,5	99

В режиме, обеспечивающем максимальную эффективность сепарации, установка работала длительное время, и в условиях сильной электризации в зимний период зависание примеси не наблюдалось, эффективность сепарации удовлетворяла санитарным нормам по содержанию примеси в очищенном воздухе.

Литература

1. А. с. № 1505566 (СССР). Устройство для очистки газа от пыли / М. В. Василевский, А. Д. Колмаков, Ж. А. Анисимов, А. Ф. Травников, П. Н. Зятиков, А. Т. Росляк, В. П. Дорогин. Заявлено 15.01.87; Опубл. 07.09. 1989, Бюл. № 33. – 6 с.
2. А. с. № 1554985 (СССР). Способ сепарации из воздушного потока наэлектризованной примеси / М. В. Василевский, Ж. А. Анисимов, Б. Г. Свищев, Н. А. Кочетков, В. К. Гордеев. Заявлено 12.03.87; Опубл. 07.04. 1990, Бюл. № 13. – 8 с.

ЧЕЛОВЕК И БИОСФЕРА: ОТ НЕОЛИТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ ДО КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

О.А. Карась

Научный руководитель профессор В.Ф. Панин
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Все живые организмы самым тесным образом связаны с условиями существования. Некоторые из них могут даже активно воздействовать на свое природное окружение, трансформируя среду своего обитания. Но любая деятельность животных зависит от природных процессов, к которым живые организмы приспосабливаются длительное время. Поэтому изменение хода этих процессов неизбежно приводит или к быстрой гибели видов животных, или к их перестройке, что, в конечном итоге, ведёт к исчезновению одних видов и появлению новых [2].

И только люди, сумевшие объединиться для коллективного труда, создав язык как средство общения, научившись изготавливать орудия труда, одежду и жилище, подчинив себе огонь, смогли не только выстоять в борьбе с природой, но и поставить себе на службу многие природные процессы и явления. В ходе взаимодействия общества с природой человек был не только ее соавтором и сотворцом, но иногда и безжалостным победителем, не ведая того, что подобные победы обернутся жестоким поражением. Несмотря на то, что человеку присуще многие специфические свойства, он не утратил своей биологической сущности и все законы экологии справедливы для него в той же мере, в какой и для других живых организмов [4].

Важной ступенью в развитии человеческого общества стал переход от охоты и собирательства к животноводству и земледелию. Часто этот переход называют неолитической революцией, так как человек перешел от присваивающей экономики к производящей.

Экологические последствия деятельности неолитических земледельцев весьма разнообразны. Появившееся подсечно-огневое земледелие использовало огонь не только как средство освобождения новых территорий для земледелия, но и как способ получения необходимых минеральных солей для будущего урожая культурных растений. Но подсечно-огневое земледелие приводило к обширным пожарам, в результате которых выгорали большие территории леса, погибала масса животных. Происходила кардинальная перестройка биогеоценозов. Большую роль в трансформации природных комплексов играли сельскохозяйственные животные. Истощение почв при выращивании сельскохозяйственных культур, сведение естественного растительного покрова для выпаса животных, при заготовке древесины, добыче глины для гончарного производства, рытье ирригационных каналов, которые потом забрасывались, – все это приводило к эрозии почв. С самого начала развития земледелия в засушливых районах оно сопровождалось орошением. Обводнение засушливых территорий сопровождалось засолением почв, подъемом грунтовых вод и, как следствие, исчезновением плодородных участков земли.

Развитие человечества шло дальше, и ситуация только обострялась. Но антропогенные изменения природы стали объектом внимания науки лишь с конца XVIII начала XIX в.в., когда интенсивный научно-технический прогресс и ускоряющиеся темпы эксплуатации природных ресурсов заставили людей задуматься над тем, что результаты природопользования могут быть и негативными. Научные достижения XX века создали иллюзию полной управляемости миром, однако хозяйственная деятельность человеческого общества, экстенсивное использование природных ресурсов, огромные масштабы отходов – все это входит в противоречие с возможностями планеты (её ресурсным потенциалом, запасами пресных вод, способностью самоочищения атмосферы, рек, морей, океанов).

Природа сейчас испытывает влияние общества по следующим направлениям: использование компонентов окружающей среды в качестве ресурсной базы производства; загрязнение окружающей природной среды от производственной деятельности; демографическое давление на природу (сельскохозяйственное использование земель, рост населения, рост крупных городов).

К концу XX столетия мир убедился, что на XXI в. дальнейшее развитие экономики невозможно без охраны окружающей природной среды. В то же время нельзя охранять окружающую среду, не развивая экономику. Взаимозависимость экологии и экономики и является основой новой экологической концепции. В развитие этой концепции в июне 1992 г. была созвана Международная Конференция ООН в Рио-де-Жанейро на уровне глав государств и правительств: «Окружающая среда и развитие» (ОСР). В ней участвовали 180 стран.

Устойчивое развитие было тем знаменем, под которым проходила конференция ОСР. Термин впервые появился в докладе Гру Харлем Брундтланд, возглавлявшей в 1987 г. Всемирную Комиссию ООН по окружающей среде и развитию. Она констатировала необходимость поиска новой модели развития цивилизации, обозначив ее как устойчивое развитие. Модель предполагает прогресс и движение вперед, при котором удовлетворение потребностей нынешнего поколения должно происходить без лишения такой возможности будущие поколения. Достижение такой цели может быть обеспечено балансом между решениями социально-экономических и экологических задач.

Устойчивое развитие подразумевает: 1) право людей на здоровую и плодотворную жизнь в гармонии с природой; 2) охрану окружающей среды как неотъемлемую часть процесса развития; 3) удовлетворение потребностей в благоприятной окружающей среде как нынешнего, так и будущих поколений; 4) уменьшение разрыва в уровне жизни между народами мира, а также между бедными и богатыми в каждой стране; 5) совершенствование природоохранного законодательства; 6) исключение моделей развития производства и потребления, не способствующих устойчивому развитию [3].

Несмотря на понимание того, что многие проблемы носят общепланетарный характер, у каждой страны есть свои национальные интересы, поступаться которыми трудно даже в условиях глобального кризиса. Так, при обсуждении конвенций о климате и биологическом разнообразии представители США занимали особую позицию, потому что предлагаемые решения противоречили экономическим интересам их страны. Например, в вопросах сокращения выброса парниковых газов они консолидировались с нефтедобывающими арабскими странами, а не со странами ЕЭС. А по отношению к Конвенции по сохранению биологического разнообразия США оказались в оппозиции ко всему миру, так как настаивали на коммерческой основе передачи биотехнологий. Корень противоречий в том, что генетические ресурсы сосредоточены в тропических развивающихся странах, а биотехнологии на основе этих ресурсов и прибыль от них – в развитых странах [1].

В итоге, несмотря на разногласия, были приняты три согласованных основополагающих документа, имеющих историческое значение:

- декларация РИО по окружающей среде и развитию;
- заявление о принципах глобального консенсуса по управлению, сохранению и устойчивому развитию всех видов лесов;
- повестка дня на XXI век.

Генеральный секретарь ООН Кофи Аннан, обращаясь к главам государств и правительств, участвовавшим в Йоханнесбургском саммите, произнес по их адресу весьма нелицеприятные слова. «Не стоит замалчивать угрожающее состояние нашей планеты и лицемерно утверждать, что охрана окружающей среды слишком дорогостоящее занятие, когда мы знаем, что бездействие может привести к значительно большему ущербу. Давайте перестанем мыслить осторожными экономическими категориями и будем смело принимать политические решения. Давайте посмотрим суровой правде в глаза: выгодами привычной для нас модели развития пользуются немногие, а большинство людей от неё страдает. Стремление к процветанию, в результате которого хищнически эксплуатируется окружающая среда, а большинство остаётся ни с чем, в скором времени заведёт в тупик». Отныне следует сконцентрироваться на выполнении тех многочисленных соглашений, которые были достигнуты, – продолжал он. – «Первое слово – за правительствами. Возглавить этот процесс должны самые богатые страны. Они располагают средствами. У них есть технологии. И их деятельность слишком часто ведёт к возникновению глобальных экологических проблем. Для обеспечения устойчивого развития нет необходимости ждать будущих прорывов в области технологии. Мы уже сегодня можем начать действовать, используя те стратегии, научные знания и «зеленые» технологии, которые имеются в нашем распоряжении. Сегодня пришло время мировому сообществу решительно действовать в духе преобразований. Давайте начнем – пусть с большим опозданием – вкладывать свои силы и средства в выживание и сохранение грядущих поколений» [3].

Литература

1. Залиханов М. Ч. С чем мы едем в Йоханнесбург? // Свободная мысль – XXI. – Москва, 2002. – № 8. – С. 25–31.
2. Введение в экологию человека: Социально-демографический аспект / Под ред. Б.Б. Прохорова. – М.: Изд-во МНЭПУ, 1995. – С.78–91.
3. Россия на пути к устойчивому развитию / Московский городской институт управления Правительства Москвы; Некоммерческая организация Благотворительный фонд «Центр содействия устойчивому развитию». – М.: МГИУ Правительства Москвы, 2003. – С. 51–63.
4. Экология: Учебник. / Под ред. Л.И. Цветковой. – М.: Изд-во АСВ, 1999. – С. 434–437.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ АНГИДРИТОВОГО УТЕПЛИТЕЛЯ

И.А. Каратаев, А.Н. Хуторнов, Т.С. Цыганкова, А.В. Маишев

Научные руководители профессор Ю.М. Федорчук, профессор Н.А. Цветков

Томский политехнический университет,

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия

На протяжении многих лет на кафедре экологии и безопасности жизнедеятельности Томского политехнического университета ведутся исследования по утилизации твердых отходов Сибирского химического комбината (СХК). Эти отходы представляют собой материал на основе безводного сульфата кальция, имеющий вяжущие свойства. Технология СХК устроена таким образом, что эти отходы, называемые фторангидрит, сбрасывают в реку Томь, тем самым, загрязняя её воды.

В ТПУ разработан ряд способов переработки фторангидрита и получения на его основе строительных отделочных материалов и изделий [1, 2]. Одной из последних разработок представляет собой ангидритовый утеплитель.

Цель работы – сравнительная оценка экологичности и экономической эффективности изготовления утеплителей на основе цементного и ангидритового вяжущих.

Исследованиям подвергались утеплители с использованием наполнителей различного вида: торф, опилки, полистирол. Торф – природный материал, который в достаточном количестве присутствует на территории Томской области. Опилки – твёрдые отходы деревоперерабатывающей промышленности, накопленные объёмы которых захламляют огромные территории и являются источником углекислого газа и сажи при случайном возгорании. Полистирол – гранулообразный материал является отходом производства изделий.

Образцы для исследований приготавливались из смеси вяжущего и наполнителя в соотношении 1:1. В качестве вяжущего использовали активированный нейтрализованный фторангидрит. Изготовленные образцы подвергались испытаниям на прочность сжатия и определению теплопроводности.

Основным критерием, по которому отбирались наилучшие результаты, была величина теплопроводности. Измерения величин теплопроводности полученных материалов проводились в лаборатории кафедры теплогазоснабжения Томского государственного архитектурно-строительного университета при поддержке гранта МК-5186.2006.8 на установке по исследованию теплопроводности строительных материалов и изделий. Результаты измерений представлены в таблице.

Таблица

Величины теплопроводности и предел прочности сжатия образцов с различными наполнителями

Наполнитель	Теплопроводность, Вт/м·град.	Предел прочности сжатия, кгс/см ²
Опилки	0,55	25
Торф	0,35	25
Полистирол	0,16	10

Из табл. 1 видно, что наименьшую теплопроводность имеет образец с наполнителем из полистирола, значит, этот материал является наиболее подходящим для изготовления из него утеплителя. Также были проведены испытания полистирол-ангидритового утеплителя в объемном соотношении 1:4, которые показали теплопроводность, равную 0,08 Вт/м·град. и предел прочности сжатия 4 кгс/см². Полученная прочность позволяет изготавливать из подобного материала не несущие изделия различной конфигурации, в том числе в виде блоков, а также использовать сырую смесь для колодезной кладки.

Сравнивая полученный результат полистирол-ангидритового утеплителя с полистирол-цементным, теплопроводность которого 0,12 Вт/м·град., можно сделать вывод о лучших теплоизоляционных свойствах полистирол-ангидритового образца. Ориентировочная стоимость 1 м³ готового утеплителя – цементно-полистирольного 3250 руб., а полистирол-ангидритового 1150 руб.

Таким образом, можно сделать следующий вывод: изготовление полистирол-ангидритового утеплителя экономически эффективно, при этом выгодно и с экологической точки зрения, т. к. технология будет использовать техногенный материал, который загрязняет окружающую среду.

Литература

1. Федорчук Ю.М. Техногенный ангидрит, его свойства, применение. – Томск: Изд-во ТГУ, 2003. – 110 с.
2. Федорчук Ю.М., Зыкова Н.С., Цыганкова Т.С. Использование твердых отходов фторводородного производства в строительной промышленности // Экология и промышленность России. – Москва, 2004. – № 6, – С 85–90.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

А.Р. Кинжагулов

Научный руководитель доцент М.Э. Гусельников
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Приборы, излучающие электромагнитные волны, широко используются в различных областях человеческой деятельности. Например, при ведении геологоразведочных работ используются геофизические методы, средства радиосвязи на высоких частотах, каротажные станции, которые являются источником низкочастотных электромагнитных полей. При обработке результатов геофизического анализа широко используется компьютерная техника. В ходе добычи полезных ископаемых и транспортировки, в частности по трубопроводам, дополнительными источниками электромагнитных полей являются средства автоматизации и телемеханики. Велика доля электромагнитных загрязнений окружающей среды при использовании методов неразрушающего контроля нефтегазодобывающего оборудования и нефтегазопроводов.

По законам физики изменения в веществе может вызывать только та часть энергии излучения, которая поглощается этим веществом, а отраженная или проходящая через него энергия действия не оказывает. Электромагнитные волны лишь частично поглощаются тканями биологического объекта, поэтому биологический эффект зависит от физических параметров ЭМП: длины волны (частоты колебаний), интенсивности и режима излучения (непрерывный, прерывистый, импульсно-модулированный), продолжительности и характера облучения организма (постоянное, интермитирующее), а также от площади облучаемой поверхности и анатомического строения органа или ткани.

Электромагнитные поля генерируются токами, изменяющимися по направлению во времени. Спектр электромагнитных колебаний находится в широких пределах по длине волны (от 1000 км до 0,001 мкм и менее) и по частоте (от $3 \cdot 10^2$ до $3 \cdot 10^{20}$ Гц, включая радиоволны, оптические и ионизирующие излучения). В настоящее время наиболее широкое применение в различных отраслях хозяйства находит электромагнитная энергия неионизирующей части спектра. Это касается, прежде всего, ЭМ полей радиочастот. Они подразделяются по длине волны на ряд диапазонов: длинные (километровые), средние (гектометровые МГц) и короткие (декаметровые) волны высокой частоты (от 3 кГц до 30 МГц), ультракороткие (метровые) волны с ультравысокими частотами (30–300 МГц), микроволны со сверхвысокими частотами (0,3–300 ГГц).

Наиболее опасными для человека являются электромагнитные поля сверхвысоких частот. Критерием оценки степени воздействия на человека электромагнитного поля может служить количество электромагнитной энергии поглощаемой им при пребывании в электрическом поле. Величина поглощаемой человеком энергии зависит от квадрата силы тока, протекающего через его тело, времени пребывания в электрическом поле и проводимости тканей человека.

Даже малая часть СВЧ излучения, проникающая при неразрушающем контроле в окружающее пространство, может представлять опасность для окружающих: воздействие достаточно мощного СВЧ излучения на зрение, нервную систему и другие органы человека может вызвать серьезные болезненные явления. Поэтому при работе с мощными источниками СВЧ энергии необходимо неукоснительно соблюдать требования техники безопасности. В нашей стране установлена безопасная норма СВЧ излучения, так называемая санитарная норма – 10 мкВт/см² [1]. Эта норма взята с многократным запасом. Следует отметить, что по мере удаления от мест излучения СВЧ поток излученной энергии быстро ослабевает (обратно пропорционально квадрату расстояния).

Биологический эффект негативного воздействия электромагнитных полей на человека в условиях длительного многолетнего воздействия накапливается, в результате возможно развитие отдаленных последствий, включая дегенеративные процессы центральной нервной системы, рак крови (лейкозы), опухоли мозга, гормональные заболевания [2, 3]. Электромагнитные поля могут быть особенно опасны для детей, беременных (эмбрион), людей с заболеваниями центральной нервной, гормональной, сердечно-сосудистой системы, аллергиков и людей с ослабленным иммунитетом.

Защитные меры от действия электромагнитных полей сводятся, в основном, к применению защитного экранирования либо к применению дистанционного управления устройствами, излучающими электромагнитные волны. Можно выделить два типа материалов, которые используют при изготовлении защитных экранов – отражающие излучение и поглощающие излучение.

К отражающему излучению относятся сплошные металлические экраны, экраны из металлической сетки, из металлической ткани. К поглощающему излучению относятся материалы из радиопоглощающих материалов.

Влияние электромагнитных полей на здоровье человека – это исследуемая наукой задача. В связи со стремительным ростом числа технологий и приборов избежать влияния электромагнитных полей в современном мире практически невозможно. Различные организации, как государственные, так и международные, разработали множество стандартов и требований для предотвращения влияния электромагнитного поля на человека. Из-за многочисленности норм и стандартов, их описание невозможно уместить в данной статье, но часть из них представляет отдельный интерес.

В промышленности источниками ЭМП являются электрические установки, работающие на переменном токе частотой от 10 до 10^6 Гц. К ним относят приборы автоматики, электрические установки с промышленной частотой 50–60 Гц. Значения предельно допустимой напряженности ЭМП в диапазоне 0,06–300 МГц на рабочих местах приведены в таблице.

Таблица

Предельно допустимая напряженность ЭМП радиочастот в диапазоне 0,06–300 Гц на рабочих местах

Составляющая поля, по которой оценивается его воздействие и диапазон частот, МГц	Предельно допустимая напряженность в течение рабочего времени, В/м и А/м
Электрическая составляющая:	
0,06–3	50
3–30	20
30–50	5,0
50–300	
Магнитная составляющая:	
0,06–1,5	5,0
30–50	0,3

ЭМП характеризуется совокупностью переменных составляющих: электрической и магнитной. Различные диапазоны радиоволн объединяет общая физическая природа, но они существенно различаются по заключенной в них энергии, характеру распространения, поглощения, отражения, а, следовательно, – по действию на среду, в т. ч. и на человека.

В СВЧ установках для предотвращения излучения через загрузочные люки, дверцы и крышки наиболее распространены экраны из множества пружинок или из перфорированного листового материала, например, бериллиевой бронзы БрБ₂. Такие экраны являются препятствием для СВЧ излучений через загрузочные люки. В настоящее время существует несколько видов как твердых, так и мягких (типа резины) поглощающих материалов, которые уже при толщине несколько мм обеспечивают практически полное поглощение проникающей СВЧ энергии. Поглощающий материал закладывается в щели между теми металлическими деталями резонаторных камер или волноводных структур, которые не могут быть соединены сваркой или пайкой. Предотвращение излучения через отверстие для наблюдения или подачи воздуха осуществляется применением металлических трубок достаточно малого внутреннего диаметра и необходимой длины. Такие трубки являются запертыми волноводами и практически не пропускают СВЧ энергию.

Для снижения негативных воздействий ЭМП на человека распространены следующие основные меры защиты:

- исключение длительного пребывания в местах с повышенным уровнем магнитного поля промышленной частоты;
- грамотное расположение мебели для отдыха в жилом, производственном помещении и на рабочем месте, обеспечивающее расстояние 2–3 метра до распределительных щитов и силовых кабелей;
- при наличии в помещении неизвестных кабелей или электрических шкафов, щитков обеспечить наибольшее удаление от них жилой зоны;
- при приобретении электро- радиооборудования необходимо обращать внимание на отметку о его соответствии требованиям «Межгосударственных санитарных норм допустимых уровней физических факторов»;
- использование приборов с меньшей мощностью;
- размещение электрических приборов на некотором расстоянии друг от друга и удаление их от места отдыха;
- использовать сотовые, спутниковые телефоны и прочие средства радиосвязи только в случаях необходимости;
- не разговаривать непрерывно более 3–4 минут;
- использовать в автомобиле комплект hands-free, размещая его антенну в геометрическом центре крыши;
- при работе с компьютером следует размещать монитор таким образом, чтобы задняя его панель (область наибольшего излучения) была обращена от пользователя и окружающих его людей. Эта рекомендация наиболее актуальна для случаев, когда в одном помещении располагается несколько мониторов;
- кратковременные перерывы в процессе работы;
- применять защитные экраны для мониторов, хотя сегодня надобность в них почти отпала, так как производители максимально снизили уровень излучения экрана и, во многих случаях, защитный экран монтируется непосредственно в корпус монитора.

Таким образом, можно заключить, что следование необременительным рекомендациям по использованию приборов практически нивелирует влияние электромагнитных полей на человека.

Литература

1. ГОСТ 12.1. 006 – 84. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования. – М.: Стройиздат, 1984. – 35 с.

2. Протасевич Е.Т. Электромагнитное загрязнение окружающей среды: Учеб. пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 1995. – 52 с.
3. Протасевич Е.Т. Электромагнитный фон и его влияние на человека: Учеб. пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 100 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИСПЕРСНОСТИ ПЫЛИ И УРОВНЕЙ ЗАПЫЛЁННОСТИ В ОЧАГАХ ПЫЛЕОБРАЗОВАНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ДРОБИЛЬНО-СОРТИРОВОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ЗАПЫЛЁННОСТИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНОГО ЩЕБНЯ

А.В. Копань

Научный руководитель доцент М.В. Гуляев
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Особое место при добыче и переработке нерудных строительных материалов занимают вопросы борьбы с запыленностью воздуха на дробильно-сортировочных площадках. В данной статье даются характеристики очагов пылеобразования при переработке горной массы на строительный щебень и раскрываются причины высокой запыленности воздуха на дробильно-сортировочных площадках производства.

В процессе производства строительного щебня основная масса пылевого аэрозоля образуется в процессе дробления. Часть аэрозоля под воздействием направленных потоков выносится в воздух рабочих помещений, вследствие чего ухудшаются санитарно-гигиенические условия труда обслуживающего персонала. Другая часть, не осевшая в аппаратах пылеосаждения, выбрасывается в атмосферу системами аспирации и загрязняет воздух прилегающих территорий. Затем пылевой аэрозоль проникает в жилые и общественные помещения, оказывая вредное воздействие на здоровье населения. Третья часть пыли остается в готовом продукте (щебне), которая снижает его качество по предельному содержанию пылевидных частиц, строго регламентируемых стандартами.

В зависимости от состава исходных горных пород и последующих процессов их дробления, особое внимание заслуживают размеры пылевых частиц, форма, удельный вес, удельная поверхность, форма частиц, их химический состав и некоторые физико-механические свойства [1, 2].

При разработке санитарно-технических мероприятий по борьбе с загрязнением атмосферы пылью, а также чтобы получить необходимые данные и оценить санитарно-гигиенические условия труда, проводятся исследования запыленности воздуха на рабочих местах и вдоль технологической линии дробильно-сортировочного оборудования, гранулометрического и минералогического составов витающей и осевшей пыли.

Дисперсный состав пыли нерудных строительных материалов в очагах пылеобразования и воздухе на рабочих местах приведен в табл. 1.

Исследования показали, что на первой стадии дробления наибольшая крупность частиц достигает более 50 мк. На последующих стадиях дробления дисперсность пыли возрастает и достигает своего максимума в местах сортировки при выдаче материала с вибрационных грохотов.

Пыль, витающая в воздухе на рабочих местах, отличается повышенной дисперсностью и относится к категории тонких и весьма тонких пылей. Эту деталь необходимо учитывать при выборе способа обеспыливания, при котором ранее образовавшаяся пыль не должна переизмельчаться при последующих технологических операциях, так как переизмельчённая тонкодисперсная пыль представляет большую опасность.

Таблица 1

Дисперсность пыли (%) в очагах пылеобразования по технологической линии дробильно-сортировочного оборудования

Источник пылеобразования	Размер частиц, мк							
	до 5	5–10	10–15	20–30	30–40	40–50	50–60	60–150
Приёмный зев щековой дробилки СМ-16Б	1,8	23,1	9,8	10,1	4,1	0,7	9	41,4
Место выгрузки продукта дробления из щековой дробилки	0,9	68,1	2,4	6,8	17	1,6	2,1	1,1
Место пересыпки с транспортера на транспортер	0,4	31,5	9,4	6,6	28,4	4,8	15	3,9
Приёмный зев конусной дробилки КМД-1750	1,3	36,1	11,7	1,3	7,9	1,4	9	31,3
Конусная дробилка КМД-1750	7,8	52,1	14,5	19,9	5,7	-	-	-
Вибрационный грохот ГИЛ-52	12,1	34,5	41,6	11,5	0,3	-	-	-
Пересыпка с грохота	15,2	28,7	55,9	0,2	-	-	-	-

Переработка горной массы до требуемой крупности строительного щебня осуществляется по наиболее распространенной технологической схеме в две стадии и включает в себя процессы дробления и сортировки (грохочения), транспортировки и складирования товарной продукции. Принципиальная схема цепи аппаратов дробильно-сортировочной площадки с двумя стадиями дробления приведена на рис.

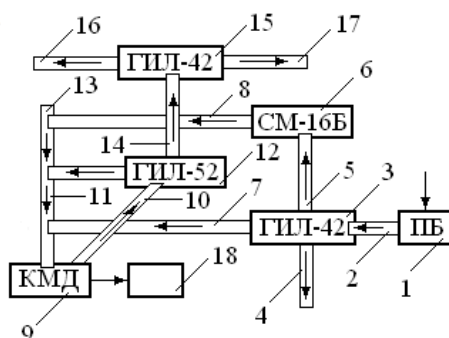


Рис. Схема технологической линии дробильно-сортировочного оборудования
1 – приёмный бункер; 3 и 15 – вибрационные грохоты ГИЛ-42; 6 – щековая дробилка СМ-16Б;
9 – конусная дробилка КМД-1750; 12 – вибрационный грохот ГИЛ-52; 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13,
14, 16, 17 – ленточные транспортёры; 18 – пульт управления

На первой стадии дробления используется щековая дробилка СМ-16Б, на второй – конусная дробилка для мелкого дробления КМД-1750. Предварительная сортировка породы производится на опорном вибрационном грохоте ГИЛ-42, на котором продукт очищается от загрязняющих примесей и мелких фракций, что сокращает объем дробления. Разделение щебня по фракциям производится на грохотах ГИЛ-42 и ГИЛ-52, стоящих в звене главного продукта.

В результате исследований, проведенных на дробильно-сортировочных площадках по производству строительного щебня, были получены следующие санитарно-гигиенические характеристики технологических процессов, сопровождающихся выделением пыли. Так, в местах пересыпок материала и особенно на участках сортировки очаги пыли образуются из-за недостаточного отбора мелкодисперсной фазы пыли аспирационными устройствами в узлах дробления. В табл.2 приведены данные исследований запыленности воздуха при работе дробильно-сортировочного оборудования. В очагах образования концентрация пыли зависит от влажности породы, размеров рабочей полости дробилок, режима дробления и компоновки дробилки в технологической цепи (высоты перепада материала при загрузке и выгрузке). Применение увлажнения заметно сказывается на снижении весового содержания пыли в единице объема за счёт выпадения из облака крупных частиц. Мелкодисперсная фаза пыли практически остается неизменной и величина загрязненности воздуха остаётся большой, значительно превышая величины, допускаемые санитарными нормами.

Таблица 2

Запыленность воздуха по технологической линии дробильно-сортировочного оборудования

Место отбора проб	Содержание пыли в воздухе, мг/м ³	Примечания
Над загрузочным зевом дробилки СМ-16Б	1288	Аспирация отсутствует
В месте выхода продукта дробления	2850	– « –
Над загрузочным зевом дробилки КМД-1750	3440	Укрытия не аспирируемы
В месте выдачи раздробленного материала	18800	Укрытия отсутствуют
В месте поступления материала на деку вибрационного грохота ГИЛ-42:	760	Аспирация отсутствует
• над средней частью рабочей поверхности сита	4880	Укрытия отсутствуют
• в месте выдачи материала со второго сита на ленту конвейера	1288	Укрытия не аспирируемы
В месте поступления материала на деку вибрационного грохота ГИЛ-52:	1730	– « –
• над средней частью рабочей поверхности сита	5380	Укрытия отсутствуют
• в месте выдачи материала со второго сита на ленту конвейера	3780	Брезентовые укрытия
Над транспортёром после первой стадии дробления	2520	Скорость ленты 1,6 м/с
Над транспортёром после второй стадии дробления	4950	– «– 1,7 м/с

Содержание свободной двуокиси кремния в продукте переработки составляет, в среднем, 20–25 %, что обуславливает предельно допустимые санитарными нормами концентрацию пыли в воздухе не более 2 мг/м³. Загрязненность воздуха, характер и интенсивность поступления загрязнений в атмосферу обусловлены, в основном, принятой технологией ведения работ по переработке нерудных материалов. Основными местами наиболее интенсивного пылевыведения являются: конусная дробилка; вибрационные грохоты ГИЛ-42 и ГИЛ-52; места пересыпки продукта с транспортёра на транспортёр. В результате проведения исследований было установлено, что запыленность воздуха растёт по мере переработки материала от первой стадии дробления к концу технологического процесса. Это сопровождается увеличением дисперсности пыли, что свидетельствует об отсутствии или недостаточной эффективности аспирационных устройств, которые в большинстве случаев не обеспечивают требуемой степени отсоса мелкодисперсной фазы пыли из очагов пылеобразования. Значительным источником повторной загрязнённости воздуха на участках дробления, сортировки и транспортирования являлось скопление ранее осевшей пыли на технологическом оборудовании и отсутствие регулярной уборки производственных площадей.

1. Бобровников Н.А. Охрана окружающей среды от пыли на предприятиях строительной индустрии. – М.: Стройиздат, 1981. – 99 с.
2. Сорокин В.В. Исследование запыленности воздуха при переработке гранитов на дробильно-сортировочных заводах // Добыча и переработка нерудных строительных материалов. – М.: Госстройиздат, 1963. – Т. 3. – С. 223–226.

КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕДОБЫЧИ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ МЕСТА РАЗМЕЩЕНИЯ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ОСНОВАНИЙ СКВАЖИН

Д.С. Лукуц

**Научный руководитель ассистент Ю.А. Амелькович
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Экологическая обстановка на нашей планете ухудшается вследствие быстрого нарастания промышленной и хозяйственной деятельности человека. Дальнейшее обострение экологической ситуации может привести к глобальной катастрофе. Поэтому у нас в стране, как и во всем мире, вопросы экологии отнесены к важнейшим, приоритетным, требующим безотлагательного решения.

Проблема охраны недр и окружающей среды в полной мере касается и горнодобывающей отрасли производства, неотъемлемой частью которой является нефтегазодобывающая промышленность.

В последние годы количество добываемых нефти и газа на территории Российской Федерации значительно увеличилось, и экспорт этих ресурсов приносит большой экономический доход стране. Но наряду с большой прибылью нефтедобывающая промышленность создает множество экологических проблем, которые, прежде всего, связаны с нарушением жизнедеятельности животного и растительного мира, а также с загрязнением воздушной среды и прилегающих к месту разработки объектов. Несоблюдение стандартов безопасности и экологических норм, используемых при размещении и эксплуатации нефтяных месторождений, влечёт за собой аварии и катастрофы. Разливы нефти и возникновение нефтяных озёр, а также попадание нефтепродуктов в мировой океан наносит огромный экологический ущерб окружающей среде и человеку [1].

На сегодняшний день минимизация ущерба, наносимого нефтедобывающей промышленностью, является одной из актуальных проблем. В связи с этим целью данной работы является оценка воздействия на окружающую среду нефтедобывающих объектов.

Решением экологических проблем необходимо заниматься уже на стадии проектирования нефтедобывающих комплексов. Для оценки воздействия на окружающую среду нефтедобывающих объектов была выбрана территория намечаемого строительства, которая находится в Каргасокском районе Томской области [2]. В рамках обустройства месторождения к размещению намечаются следующие объекты: кустовые площадки скважин, нагнетательные и эксплуатационные скважины кустовой площадки, резервуарный парк и сети инженерных коммуникаций (нефтепроводы, автомобильные дороги, линии электропередач). Местность в районе работ равнинная, залесённая, заболоченная.

Ожидаемое воздействие на компоненты окружающей природной среды объектами намечаемой хозяйственной деятельности рассматривается как комплексное. При этом воздействие на окружающую среду будут оказывать: работа строительной техники, окрасочные и сварочные работы. Воздействие на атмосферный воздух в период намечаемого строительства будет носить кратковременный и локальный характер. Источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу являются передвижными и характеризуются постоянным изменением их местоположения, количеством одновременно работающих источников, а также различным режимом и временем их работ.

На этапе строительства загрязнение атмосферного воздуха будет происходить при сжигании дизельного топлива и бензина в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) строительной техники и образования выхлопных газов, в процессе работы сварочного и окрасочного агрегатов. В атмосферный воздух будут поступать следующие загрязняющие вещества:

- выхлопные газы (оксиды углерода, азота, серы; углеводороды, бензапирен, свинец, сажа);
- окрасочный аэрозоль (пары ксилола, уайт-спирта, толуола, спирта этилового);
- сварочный аэрозоль (оксиды марганца, железа, фториды, пыль неорганическая);
- бетономешалка (пыль неорганическая).

Загрязнения атмосферного воздуха в период эксплуатации возможно в результате нарушения герметичности оборудования – утечек через уплотнения неподвижных фланцевых соединений на кустовых площадках, линейной части нефтепроводов, от аварийных дренажных ёмкостей кустовых площадок, от дренажных ёмкостей и продувочных свечей узлов пуска и приёма очистного устройства. В атмосферный воздух будут поступать загрязняющие вещества: бензол, толуол, ксилол.

Негативное воздействие на водные ресурсы при строительстве объектов, намечаемых, к размещению может выразиться в следующем [3]:

- нарушение участков водоохранных зон поверхностных водотоков и верхового болота строительством инженерных сетей;
- нарушение русла пересекаемых водотоков строительством инженерных сетей (трубопроводы, подъездные дороги);
- возможное загрязнение грунтовых вод горюче-смазочными материалами (ГСМ);
- использование пресных подземных вод для производственных и питьевых нужд;
- загрязнение прилегающей к кустовым площадкам территории промливневыми стоками.

В период эксплуатации объектов, намечаемых к размещению, в нормальном режиме работы отрицательного воздействия на водные ресурсы не предусматривается.

Размещение объектов хозяйственной деятельности (кустовых площадок и коридора коммуникаций к ним) повлечет за собой изменение естественного рельефа местности при проведении следующих работ:

- сводке древесно-кустарниковой растительности;
- устройстве кустовых площадок;
- проведении вертикальной планировки;
- строительстве инженерных сетей.

Воздействие на рельеф от намечаемой хозяйственной деятельности оценивается как локальное, долгосрочное и допустимое. Воздействия планируемыми к размещению объектами на почвы и растительность будут обусловлены следующим:

- использованием земель (долгосрочная и краткосрочная аренда);
- изменением характера землепользования;
- сведением древесно-кустарниковой растительности;
- механическим нарушением почв и растительности.

Предполагаемое воздействие строительством намечаемых к размещению объектов на животный мир (наземные позвоночные) следующее:

- использование и механическая трансформация мест обитания диких животных;
- усиление беспокойства диких животных в прилегающих к намечаемому строительству угодьях;
- нарушения миграционного поведения животных.

При выполнении строительных работ на территории размещения объектов планируется образование твёрдых отходов:

- отходы древесины от лесоразработок (пни, подлесок, порубочные остатки);
- мусор от бытовых помещений организации (твёрдые бытовые отходы);
- обтирочные материалы, загрязненные маслами;
- отходы полимерных материалов и резины;
- отходы стальных электродов.

Эти отходы необходимо утилизировать без нанесения вреда окружающей среде. Отходы древесины подлежат захоронению на полосе краткосрочного использования земель. Отходы стальных электродов складывают на временных площадках хранения металлолома с последующей передачей подрядной организации по сбору металлолома. Отходы полимеров и резины, обтирочные материалы подлежат вывозу на полигоны твердых бытовых отходов (ТБО). По окончании работ необходимо провести рекультивацию нарушенных земель, которая осуществляется последовательно в два этапа: технический и биологический [4].

Технический этап осуществляется предприятием и предусматривает планировку формирования откосов, нанесения плодородного слоя почвы, а также проведения других работ, создающих необходимые условия для проведения мероприятий по восстановлению плодородного слоя почв.

Биологический этап включает комплекс агротехнических работ и фитомелиоративных мероприятий, направленных на улучшение свойств почв.

Реализация проекта в целом окажет допустимое воздействие (в пределах нормативов) на состояние атмосферного воздуха, т. к. район проектируемых работ расположен на значительном удалении от населенных пунктов. Кроме того, равнинность территории, отсутствие препятствий, создающих благоприятные условия для застоя в приземном слое атмосферы, способствует хорошему рассеиванию загрязняющих веществ (ЗВ). По результатам предварительной оценки воздействия на окружающую природную среду намечаемой хозяйственной деятельности размещение планируемых объектов не повлечет за собой необратимых процессов при рациональном использовании природных ресурсов, выполнении природоохранных комплексных работ на территории намечаемой хозяйственной деятельности.

Литература

1. Дудников В.А. Новые возможности управления технологическим процессом нефтедобычи // Современные технологии автоматизации: – Москва, 2002. – № 2. – С. 30–35.
2. Евсеева Н.С. География Томской области. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 2001. – 223 с.
3. Зимица С.В. Геологические основы разработки нефтяных и газовых месторождений: Учеб. пособие – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 175 с.
4. Поляков Г.А. Модели и прогнозные оценки перспектив добычи нефти. – М.: Росспэн, 2004. – С. 140–148.

ПРОЦЕДУРЫ И МЕТОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА

П.С. Малькова

Научный руководитель доцент В.Н. Извеков

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Руководители промышленных предприятий часто сталкиваются с проблемами экологии и стремятся найти тот инструмент управления, который будет служить гарантией устойчивого функционирования производства. Наиболее перспективным путем получения такой гарантии и одновременно решения экономических проблем следует считать экологический менеджмент (ЭМ) – внутренне мотивированную деятельность экономических субъектов, направленную на достижение их экологических целей и задач. Отличительной чертой экологизации стало осознание того обстоятельства, что наибольшую значимость, эффективность и результативность экологический аудит (ЭА) приобретает именно как инструмент ЭМ, как внутренний инструмент руководства предприятия, позволяющий четко идентифицировать проблемы и возможности, ранжировать их по приоритетам, подготовить рекомендации по минимизации воздействия на окружающую среду (ВОС).

Экологические и экономические проблемы представляют собой взаимосвязанную и взаимозависимую систему, на основе которой формируется управление охраной природы и рациональным природопользованием, включающее ЭМ и ЭА. ЭА является быстроразвивающимся направлением в деятельности предприятий развитых стран, как

экономический инструмент в управлении окружающей средой, и применяется с 1970-х гг. В России проблема сохранения окружающей среды всё больше привлекает интерес не только правительства и общественности, но и промышленных кругов. Развитие методологии ЭА, разработка и реализация конкретных программ ЭА может существенно повлиять на изменение экологической ситуации на уровне отдельных промышленных предприятий и целых территорий.

В 1995 г. были изданы приказы Минприроды России «Об экологическом аудировании» и «Об организации экологического аудита». Одним из первых реальных шагов по развитию ЭА было принятие в августе 1997 года решением Государственной Думы Томской области Закона «Об экологическом аудите в Томской области».

В общем случае под ЭА понимается независимый анализ, оценка, разработка рекомендаций и предложений по результатам любой экологически значимой деятельности, проводимые группой специалистов в сжатые сроки. ЭА – самостоятельный вид предпринимательской деятельности, взаимосвязанной с государственным и производственным экологическим контролем. ЭА во многом определяет развитие и формирование рынка экологических услуг.

ЭА больше определяет и оценивает проблемы, чем решает их. Тем не менее, с учётом квалифицированных оценок, нетрадиционных подходов, выявления приоритетов, методов и средств решения экологических проблем ЭА позволяет быстрее и проще получать реальные результаты.

ЭА предполагает сбор, накопление, систематизацию и анализ информации о деятельности объекта аудирования с целью оценки её соответствия установленным критериям и выдачей рекомендаций по минимизации экологического ущерба с соответствующими способами реализации. Основные результаты ЭА:

- упорядочение взаимоотношений между объектом аудирования и контролирующими органами по поводу природопользования;

- утверждение и согласование экологических нормативов;

- предупреждение сверхнормативных платежей, штрафных санкций, аварий, потерь продукции и т. д.;

- предотвращение потерь третьих лиц;

- долговременные последствия (предотвращения деградации экосистем и объектов природы);

- возможность выбора оптимальных решений (реконструкция, продажа предприятия, развитие и пр.).

Предмет ЭА – не столько экологическая отчётность объекта аудирования, сколько его фактическая экологическая деятельность и управление (природоохранные цели и задачи, мониторинг, минимизация сбросов и выбросов, экономия ресурсов, экологическая ответственность и т. д.) с целью повышения эффективности системы ЭМ.

Задачей ЭА является поиск оптимальных путей сочетания экономического и экологического регулирования хозяйственной деятельности. Цель – способствовать своевременному предотвращению социального и экономического ущерба, возникающих вследствие экологических инцидентов. Результирующим показателем ЭА является предоставление достоверной и объективной информации, основанной на тщательном анализе многочисленных факторов, определяющих меру соотношения между экономической эффективностью и качеством окружающей среды.

По видам ЭА подразделяется на обязательный и инициативный. Обязательный ЭА проводится при реализации международных обязательств в области охраны ОС по поручению государственных органов для учета экологического фактора при приватизации государственных и муниципальных предприятий, при реализации процедуры банкротства с целью проведения обязательного экологического страхования, при подготовке и реализации инвестиционных проектов и программ. ЭА может проводиться по решению прокурора, суда, лицензионных органов при лицензировании видов деятельности в сфере охраны природы, природоохранных органов, федеральных, местных органов государственной власти, государственной экологической экспертизы.

Инициативный аудит производится по решению руководителей предприятий, системно, по плану самого предприятия.

Различают ЭА внутренний и внешний. Внутренний аудит носит добровольный, инициативный характер. Внутренний ЭА включает систематические проверки с контролем, тестами и анализом воздействия производства на окружающую среду в плане соответствия природоохранному законодательству и внутренним стандартам.

Внешний аудит, как правило, является обязательной процедурой. Внешний ЭА проводит независимая аудиторская компания. Основным результатом внешнего ЭА – выявление воздействия объекта аудирования на окружающую среду, снижение риска санкций против объекта, экономия ресурсов и средств, предотвращение и снижение последствий возможных аварий и катастроф.

Кроме отмеченных, в мировой практике широкое развитие получили специализированные виды ЭА:

- по проблеме минимизации отходов;

- по оценке безопасности продукции;

- по вопросам профессиональных заболеваний;

- по видам деятельности и т. д.

Разработка и реализация повторных программ ЭА является желательным, а для сложных объектов необходимым условием достижения реальных очевидных результатов в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов. Возможности повторного ЭА заключаются в дальнейшем повышении эффективности экологической деятельности предприятия (территории) в зависимости от достигнутых результатов, сравниваемых с поставленными целями и задачами, в перераспределении и концентрации усилий на наиболее приоритетных направлениях и отдельных решениях. Следует отметить и то, что методы оценок в ЭА во многом носят экспертный характер. Повышение их объективности, как и развитие ЭА в целом, зависит от практического использования материалов программ и проведения повторных ЭА по достигнутым результатам.

В общем случае классификация видов ЭА определяется целями и задачами аудирования, объектами аудирования, разработчиками и исполнителями конкретных аудиторских программ.

Виды ЭА могут выделяться в зависимости от географического охвата и функциональных задач (аудит зоны, территории, региона и т. д., специализированный, проблемный, общий).

ЭА включает ряд логически и организационно взаимосвязанных этапов и видов работ. Обобщенная процедура ЭА включает следующие этапы:

- этап подготовительных работ (мотивация ЭА);

- планирование программы (сбор и организация исходных данных);

- основной этап (работа на объектах аудирования);
- заключительный этап (организация материалов и представление их заказчику);
- использование материалов программы ЭА.

На практике применяются следующие методы экологического аудита:

- заполнение аудиторских протоколов;
- определение маршрутов и проведение «обзорных» туров по объектам аудирования;
- ознакомление с рабочей документацией и интервьюирование персонала;
- картографические методы;
- уточнение и дополнение исходных данных при работе на объектах ЭА.

Метод «обзорных» туров. Одной из обязательных стадий основного этапа программы ЭА является осмотр производственной площадки. Осмотр предприятия дает аудиторам собственное представление о размещении и функционировании производственных мощностей и основных объектов аудирования. Во время осмотра могут быть отмечены проблемные участки, на которых необходимо сконцентрировать внимание при интервью с персоналом и знакомстве с рабочей документацией. При проведении обзорных туров аудиторами обычно используются ситуационные планы, где может отражаться динамика получаемой информации.

Методы анкетирования и интервьюирования. Интервьюирование активно используется аудиторами при проведении «обзорных туров» по территории предприятия (интервью непосредственных участников тех или иных событий, работников различных производственных служб и т. д.) Иногда интересующая аудиторов информация может быть не зафиксирована документально. Тогда для уточнения исходных данных аудирования и формирования собственных аудиторских оценок может быть использован метод интервьюирования. Для проведения различных интервью составляются специальные вопросники. Анкетирование в ЭА является одним из основных методов качественного обзора, анализа и оценки экологических проблем.

Метод интервьюирования также является одним из основных методов в практике ЭА. Этот метод используется на протяжении всех этапов программ ЭА, и он связан с непосредственным контактом аудиторов, как с компетентными представителями служб, так и с работниками предприятия. Для проведения различных интервью аудиторами составляются ориентированные и специализированные вопросники.

Картографические методы. Картографические методы так же, как и методы анкетирования и интервьюирования, являются наиболее эффективными.

Достоинства этих методов:

1. Относительная несложность и быстрота разработки.
2. Наглядность и доступность для всех категорий пользователей.
3. Удобство использования в сравнении с табличными и текстовыми материалами.
4. Возможность показа взаимосвязей между источниками образования загрязняющих веществ, источниками сброса и выброса загрязняющих веществ, отходами и местами их размещения, изменениями состояния окружающей среды и последствиями этих изменений, а также системой мониторинга и контроля за ВОС.

Кроме указанных методов при ЭА используются:

- методы с использованием материальных балансов и технологических расчетов, составление и анализ системы материальных балансов основных компонентов сырья, материалов, воды и приоритетных загрязняющих веществ, что позволяет оценить не только фактическое воздействие на окружающую среду по производству в целом, но и дать необходимую оценку по отдельным источникам воздействия, системам регулирования выбросов, сбросов, размещения и удаления отходов;

- методы на основе экспертных оценок: сущность заключается в оценке различных анализируемых параметров и сравнения с так называемыми «эталонными» значениями;

- методы с использованием фото- и видеосъемки: обычно видео- и фотоматериалы формируются как результат реализации маршрутов «обзорных туров» по промплощадке предприятия и объектам.

Литература

1. Закон Томской области «Об экологическом аудите в Томской области». Решение Государственной думы Томской области от 27.08.1997 г.
2. Стандарты ISO 14001
3. Извеков В.Н. Экологическое инспектирование и аудит: учеб. пособие. – Томск: изд-во ТПУ, 2004. – 110 с.
4. Порядина А.Ф. Экологическое аудирование промышленных производств. – М: НУМЦ Госкомэкологии России, 1997. – 120 с.
5. Серов Г.П. Экологический аудит. – М.: Экзамен, 1999. – 185 с.

АНАЛИЗ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АСФАЛЬТА

Т.В. Мезенцева

Научный руководитель доцент А.Г. Дашковский
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Производственная деятельность ОГУП «Кожевниковское ДРСУ» состоит в строительстве и эксплуатации дорожной сети Кожевниковского района, а также в оказании услуг населению по поддержанию технического состояния оборудования и автотракторной техники собственными силами.

В составе предприятия имеется три производственные площадки: производственная база, расположенная в промзоне с. Кожевниково; территория асфальтобетонного завода (АБЗ) и территория контейнерной автозаправочной станции (КАЗС), расположенные на удалении 2,5–3 километров к югу от райцентра по свёртку с трассы «Кожевниково – Томск».

На территории производственной базы расположены помещения четырех гаражей для стоянки автотракторной техники ДРСУ, помещение ремонтно-механических мастерских с размещенным в ней сварочным постом и аккумуляторной, а также котельная и открытые склады угля и шлака.

На территории АБЗ расположены: два завода марки ДС-117-2к по приготовлению асфальтобетонной смеси для строительства шоссейных дорог, открытый склад гравийно-песчаной смеси (ГПС), битумохранилище, мойка автотракторной техники, дробильно-сортировочная установка, склад минерального порошка (в таре).

На территории КАЭС расположены два контейнера для хранения и отпуска двух сортов бензина и дизтоплива для автотракторной техники ДРСУ и транспорта населения райцентра с. Кожевниково. Отпуск топлива производится через три топливораздаточные колонки.

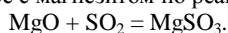
Таблица

Параметры выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

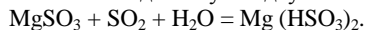
Наименование источника выбросов	Наименование вещества	Выбросы загрязняющих веществ	
		г/с	т/год
Сварочный пост	Железа оксид FeO (в пересчете на железо)	0,06284	0,07074
	Азота диоксид	0,308	0,554
	Углерода оксид	12,244	22,039
	Фтористые соединения газообразные (фтороводород)	0,0003333	0,0008
Аккумуляторная	Кислота серная по молекуле H ₂ SO ₄	0,0000152	0,0000129
Завод ДС 117	Азота оксид	0,2	0,36
	Сернистый ангидрид	1,06	1,908
	Бензол	0,013	0,0234
	Ксилол	0,0013	0,00233
	Толуол	0,0026	0,0468
	Нафталин	0,0312	0,562
	Фенол	0,003	0,0054

Наиболее острой проблемой защиты воздушного бассейна является снижение выброса диоксида серы, ежегодное поступление которой в атмосферу при сжигании органических топлив исчисляется миллионами тонн.

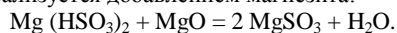
Одним из методов уменьшения концентрации диоксида серы является магнезитовый метод, основанный на связывании двуокиси серы при взаимодействии её с магнезитом по реакции:



Образовавшийся сульфит магния снова взаимодействует с двуокисью серы и водой, образуя бисульфит магния:



Образовавшийся сульфит нейтрализуется добавлением магнезита:



Образовавшийся сульфит магния в процессе обжига при температуре 800–900°C подвергается термическому разложению с образованием исходных продуктов по реакции:



Окись магния возвращается в процесс, а концентрированный SO₂ может быть переработан в серную кислоту или элементарную серу. Процесс очистки представлен на рис.

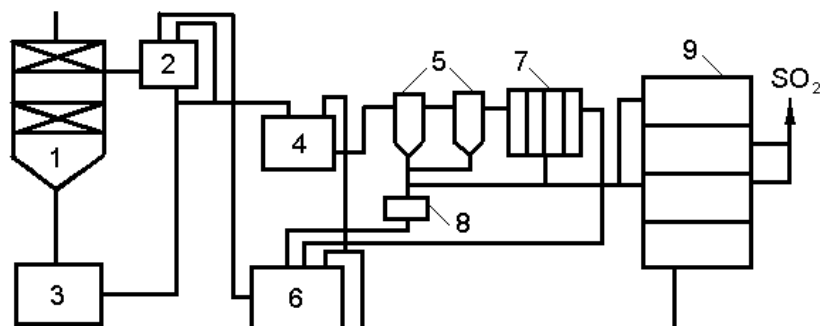


Рис. Схема очистки дымовых газов от SO₂

1 – скруббер, 2 – напорный бак, 3 – циркуляционный сборник, 4 – нейтрализатор, 5 – гидроциклоны, 6 – ленточный вакуум-фильтр, 7 – фильтр-пресс, 8 – сборник осветлённого раствора, 9 – обжигательная печь

Газ очищается от окислов серы до концентрации 0,03 % в скруббере, а образовавшийся раствор бисульфита магния с концентрацией 50–70 г/л поступает в циркуляционный сборник, откуда часть раствора подается в напорный бак и возвращается на орошение скруббера, а другая часть в нейтрализатор для выделения сульфита магния. Раствор из

нейтрализатора выводится в гидроциклоны, затем пульпа направляется на ленточный вакуум-фильтр и далее в обжиговую печь, где образуется двуокись серы и магнезит, повторно используемый в цикле.

Маточный раствор и промывочная вода после фильтр-пресса поступают в сборник осветленного раствора, куда добавляется магнезит из обжиговой печи. Раствор из сборника подаётся в напорный бак, где смешивается с кислым раствором из циркуляционного сборника и накапливается на орошение скруббера. Степень очистки газов от SO_2 составляет 90–92 %.

Достоинством магнезитового способа является возможность достижения высокой степени очистки газов без предварительного их охлаждения.

Основным недостатком магнезитового способа является наличие многочисленных операций с твёрдыми веществами (кристаллами сульфита, окиси магния, золы), что связано с абразивным износом аппаратуры и пылением. Для сушки кристаллов и удаления гидратной влаги требуется значительное количество тепла.

Очистка газов от твёрдых частиц осуществляется следующим образом. В мокрых пылеуловителях запыленный поток соприкасается с жидкостью или орошаемыми ею поверхностями. Простейшей конструкцией является промывная башня, заполненная кольцами Рашига, стекловолокном или другими материалами. Чтобы увеличить поверхность соприкосновения капелек жидкости (воды), применяют распыление. Эффективность мокрых пылеуловителей в основном зависит от смачиваемости пыли.

Волокнистый туманоулавнитель предназначен для технологической и санитарной очистке газов от капель тумана и растворимых аэрозольных частиц. Аппарат имеет цилиндрическую или плоскую форму, работает при высоких скоростях фильтрации и поэтому имеет небольшие габариты; в случае цилиндрической конструкции они составляют – диаметр от 0,8 до 2,5 м, высота от 1 до 3 м. Аппараты имеют производительность от 3 до 45 тыс. м³/ч. Эффективность улавливания – выше 99 %. Волокнистые туманоулавнители дешевле, надежнее и проще в эксплуатации, чем электрофильтры или скрубберы.

Литература

1. Жабо В.В. Охрана окружающей среды на ТЭС и АЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 485 с.
2. Рихтер Л. А., Волков Э. П., Покровский В. Н. Охрана водного и воздушного бассейнов от выбросов ТЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1981. – 368 с.

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПЕРЕВОДА РАСТВОРНОГО УЧАСТКА НА ВЫПУСК ДЕШЕВЫХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ПЕРЕРАБОТКИ ФТОРАНГИДРИТА СИБИРСКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА В АНГИДРИТОВЫЙ ВЯЖУЩИЙ МАТЕРИАЛ

В.М. Незамутдинов, И.А. Каратаев

Научный руководитель профессор Ю.М. Федорчук
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В целях снижения себестоимости отделочных и монтажных растворов, а также увеличения их объёмов и номенклатуры, предлагается использовать результаты работ Томского политехнического университета в области замены цемента на фторангидрит – твёрдый сульфаткальциевый отход фтороводородного производства СХК и получения ангидритового вяжущего материала.

Эту работу ТПУ проводит с 1977 года. Результаты исследований освещены в 95 научных публикациях, получено авторское свидетельство на способ нейтрализации фторангидрита, 11 патентов, разработаны и утверждены 6 технических условий, 6 технологических регламентов на получение различных строительных материалов и изделий на основе фторангидрита как заменителя цемента, извести и мела в соответствующих материалах. Это утверждённые Челябинским институтом «ПромстройНИИпроект» в 1989 г следующие технические условия (ТУ):

- водостойкий кладочный ангидритовый раствор ТУ 67-602-29-89;
- штукатурный ангидритовый раствор ТУ 67-602-24-89;
- фторангидритовое вяжущее ТУ 67-602-23-89;
- гипсовый камень на основе фторангидрита (кирпич, фундаментный блок, блок стеновой пустотелый и т. д.) ТУ 67-602-36-90, ТУ ФЮРА – 0108-01-93;
- шпаклёвочные композиции на основе фторангидрита ТУ 67-602-35-90.

Технологическая схема подразделения следующая. Поставляемый с сублиматного завода СХК автомобилями-самосвалами контейнер со фторангидритом разгружают в приёмный бункер 1 и при помощи ковшового транспортера 2 подают в бункер – накопитель 3. Через дозирующее устройство 4 и промежуточный бункер 5 фторангидрит направляют в шаровую мельницу 6. В приёмный бункер 7 разгружают поставляемый также автотранспортом нейтрализатор, в качестве которого может быть измельченная негашеная известь (цена 120 руб./т). В определенном соотношении через дозатор 8 и транспортёр или шнек 9 нейтрализатор направляют в приёмный бункер 5 мельницы 6. В приёмный бункер 10 разгружают ускоритель схватывания, в качестве которого используют обычную поваренную соль, и через шнек-дозатор 11 также подают в бункер 5. После предварительного измельчения, нейтрализации и модифицирования ангидрит с помощью транспортера 12 подают на стадию тонкого помола в дезинтегратор 14 через промежуточный бункер 13. Здесь же врезан патрубок для подсоса атмосферного воздуха – А, с помощью которого осуществляется дозировка подачи сыпучего материала. После дезинтегратора смонтирована система улавливания ангидритового порошка различного фракционного состава: циклон 15 с приёмным бункером 16 под фракцию I – выше 80 мкм, электрофильтр 17 с приёмным бункером 18 под фракцию II – менее 80 мкм и абсорбер 19 типа АРТ с отстойником 20 и циркуляционным насосом 21 для санитарной очистки выбрасываемого в атмосферу воздуха и использования ангидритовой пульпы – Г при приготовлении строительных растворов. Накапливающийся в отстойнике осадок направляют на получение ангидритовых строительных материалов по мокрой технологии.

Фракцию I–B направляют на получение конструкционных материалов типа шлакоблоки, сухие штукатурные смеси или штукатурные растворы. Фракцию II–B – на получение сухих шпаклёвочных смесей или шпаклёвок, сухих красок или окрасочных растворов. При необходимости фракции I и II можно объединить и направлять на получение шлакоблоков или штукатурных растворов.

Приведём сравнительный расчет стоимости 1 м³ штукатурных растворов ангидритового и цементного (табл. 1). Разница в стоимости материалов 1 м³ штукатурного раствора составляет 426,65–155,25 = 271,40 руб, или в 2,7 раза в пользу фторангидрита.

Таблица 1

Расчёт стоимости 1 м³ штукатурных ангидритового и цементного растворов

№ п/п	Наименование статьи затрат	Единица измерения	Количество	Цена, руб	Стоимость, руб
1.	Расход материалов				
	а) ангидрит	т	0,600	20,00	12,00
	б) песок	т	1,200	110,81	132,97
	в) вода	м ³	0,450	22,84	10,28
	Итого:				155,25
2.	Расход материалов				
	а) цемент	т	0,120	663,74	79,64
	б) песок	т	1,300	110,81	144,05
	в) вода	м ³	0,410	22,84	9,36
	г) известь гашеная	т	0,088	2199,96	193,59
	Итого:				426,65

Сравнительный расчёт стоимости 1 т шпаклёвки ангидрито-меловой и меловой приведён ниже (табл. 2).

Разница в стоимости материалов 1 т шпаклёвки составляет 2365,94–1564,94 = 801,00 руб.

Выводы: в результате создания такого производства по получению ангидритового вяжущего будет осуществляться выпуск товарной продукции в виде порошка ангидрита различных фракций, который заменит в региональных строительных материалах природные, в том числе импортные, дорогостоящие компоненты в красках, шпаклёвках, а также цемент в конструкционных изделиях.

Впервые в России будет создано промышленное производство получения ангидритового вяжущего, которое можно тиражировать в местах расположения фтороводородных производств в таких городах, как Ангарск, Ачинск, а на базе ангидритового вяжущего на существующих строительных предприятиях и фирмах будет организован выпуск штукатурных растворов, шпаклёвок, красок, монолитных конструкций, самонивелирующихся полов, элементов перегородок, съёмной и несъёмной опалубки и другой строительной продукции.

Инновационный потенциал заключается в следующем. Данный проект возможно тиражировать в г. Ангарске, в котором существует фтороводородное производство атомной промышленности, где до сих пор не решена проблема утилизации сульфаткальциевых отходов.

Таблица 2

Расчёт стоимости 1 т шпаклёвки: ангидрито-меловой и меловой

№ п/п	Наименование статьи затрат	Единица измерения	Количество	Цена, руб	Стоимость, руб
1.	Расход материалов				
	а) ангидрит	т	0,45	20,00	9,00
	б) мел	т	0,25	1800,00	450,00
	в) клей КМЦ	т	0,02	30000,00	600,00
	г) вода	м ³	0,26	22,84	5,94
	д) мыло	т	0,02	25000,00	500,00
	Итого:				1564,94
2.	Расход материалов				
	а) мел	т	0,70	1800,00	1260,00
	б) клей КМЦ	т	0,02	30000,00	600,00
	в) вода	м ³	0,26	22,84	5,94
	г) мыло	т	0,02	25000,00	500,00
	Итого:				2365,94

Возможно межотраслевое тиражирование данного проекта в промышленности цветных металлов (производство алюминия), а также в химической промышленности, где существует производство получения криолита, фтористого алюминия, плавиковой кислоты или фтористого водорода в объединении с предприятиями и фирмами строительной промышленности.

Для Казахстана также будет интересен данный проект, так как Ульбинский металлургический завод, расположенный в г. Усть-Каменогорске, до сих пор складировать без нейтрализации кислые, гасящие фтороводородом, твёрдые отходы фтороводородного производства.

КАЧЕСТВО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КАК ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЕ БЛАГО

Н.С. Паненко

Научный руководитель доцент Н.В. Крепша

Качество окружающей среды – степень соответствия среды жизни человека его потребностям, которое характеризуется продолжительностью жизни, мерой здоровья и т. д. Качество окружающей среды имеет ту же ценность, как недра, вода, земля, лес.

Экологические блага – естественные ресурсы и объекты природы, рассматриваемые с позиции удовлетворения экологических потребностей общества в целом и отдельных индивидов. Но сегодня природные экологические блага стали ограниченными и дефицитными ресурсами, требующими рационального и эффективного использования. Они приобрели необходимые экономические качества и стали благами экономическими. В этой связи возникает необходимость в экономическом анализе экологических ресурсовных проблем.

В современной эколого-экономической литературе существует новый метод оценки качества окружающей среды как потребительского блага – полная (общая) экономическая ценность (стоимость) (total economic value). Концепция полной экономической стоимости играет ведущую роль в экономической оценке окружающей природной среды. С её помощью могут быть оценены те виды экологических благ и услуг, которые не выражаются прямо в денежной форме. Этот метод является перспективным с точки зрения его комплексности. Возник он в 90-е годы XX в. и получил мировое признание, как в теории, так и на практике [1]. В экономической теории эти исследования связаны с «готовностью платить». Главная задача – выявление ценности объектов окружающей среды для индивидуумов, выраженной в их желании платить за улучшение качества ОС или получить компенсацию за её ухудшение. Цель – максимально точное определение «ставок», предлагаемых респондентам, если бы рынок на данное благо существовал. Поэтому этой теории присущ субъективизм.

Полная экономическая ценность (стоимость) включает следующие основные составляющие (рис. 1).



Рис. 1. Структура концепции общей экономической ценности

Ценность, обусловленная прямым фактическим использованием экологических благ (ценность пользования – 1) (DUV) (рис.1). Она может быть измерена с помощью дохода, получаемого от использования естественных ресурсов и экологических благ (например, в результате заготовки древесины, торфозаготовок, отстрела промысловых животных и т. д.). Каждый из этих ресурсов имеет свою цену, суммирование которых и даст прямую стоимость.

Ценность от косвенного использования экологических благ (2) (JUV), которую, как правило, измеряют с помощью дополнительных доходов, получаемых от пользования услугами, которые предоставляются природной средой. Примером могут служить доходы, получаемые вследствие оздоравливающего влияния природной среды на организм человека, в результате удовлетворения эстетических потребностей и т. д. Например, оценка транспортно-путевых затрат (бензин и время) на посещение красивого природного объекта в пригороде г. Томска в районе д. Заварзино (Таловские чаши). Затраты на посещение горожанами достопримечательности края отражает рекреационную ценность данного места. К ценности косвенности использования относится ценность экологических функций природы (защита почвы, регулирование климата и т. д.).

Ценность отложенной альтернативы (3) (OV) связана с возможностью использования экологических благ в будущем. Обычно она выражается через готовность заплатить за сохранение окружающей среды для последующего ее использования в будущем. Например, изготовление в будущем лекарств, которые могут быть разработаны на основе ранее неиспользованных растений.

Ценность существования (4) (EV). В отличие от ценности отложенной альтернативы она определяется не будущими возможными доходами, связанными с использованием экологических благ, а самим фактом существования чистой, разнообразной и продуктивной окружающей среды. Например, известно, что цены на дома, если они расположены на берегу реки, в экологически чистых местах (пригород г. Томска – Басандайка) или юго-западной части города (Южный округ), выше на 12 %, чем в загрязненных районах города Томска. Ценность существования возникает в результате прямого удовлетворения.

Итак, имеем формулу концепции общей экономической ценности:

$$TEV = DUV + JUV + OV + EV.$$

Как видно из анализа структуры метода общей экономической ценности (рис.1), понятийный аппарат до конца не разработан, он пока условен.

Достоинствами рассмотренной концепции, обязательной составляющей большинства руководств по применению анализа эффективности (анализа «затрат – результатов») в области охраны окружающей среды являются:

1. Способность показать многообразие экологических полезностей, предоставляемых окружающей природной средой.
2. Возможность отразить сложность задачи с помощью экономических (денежных) показателей ценности экологических благ и природной среды в целом.

Ценность окружающей среды от её прямого использования может быть определена с помощью известных математических методов.

Стоимость неиспользования требует применения рыночных методов, в частности, опросного (декларированных предпочтений). Примером оценки биологических ресурсов является Московская область и природный парк Камчатка. Расчёт общей экономической ценности ресурсов проводился на основе исследований НИИ охраны природы и заповедного дела во главе с С.Н. Бобылёвым [2]. Цель работы – получить данные о масштабах, формах рекреации (сочетании на природе отдыха с собиранием грибов, ягод, рыб или ловли, охоты). Каждая из этих составляющих даёт свой вклад в прямую, косвенную стоимость и стоимость существования.

Полученные в ходе применения разнообразных приемов показатели ценности экологических благ и услуг, а также качества окружающей среды использованы в процессе обоснования и принятия природоохранных решений данной территории России. Это обоснование включает не только оценку результатов (эффектов, выгоды, полезности) природоохранных мероприятий, но и сопоставление их с соответствующими затратами. Такое сопоставление и определяет смысл анализа затрат и результатов. Использование этих подходов помогает повысить конкурентоспособность природоохранных программ, грамотнее использовать ограниченные ресурсы и обеспечить экологически чистое, безопасное и устойчивое будущее.

Литература

1. Папёнов К.В. Экономические решения и состояние окружающей среды // Вестник Моск. ун-та серия «Экономика». – М.: 2001. – № 5. – С. 120–127.
2. Бобылёв С.Н., Ходжаев А.Ш. Экономика природопользования: Учеб. пособие. – М.: ТЕИС, 1997. – 272 с.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПЕРЕРАБОТКЕ ШЛАМОВЫХ ВОД УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

В.С. Солодов, А.В. Неведров, А.В. Папин

Научный руководитель профессор Г.А. Солодов

Кузбасский государственный технический университет, г. Кемерово, Россия

В настоящее время только 40 % углей Кузбасса проходит через обогатительные фабрики. За длительное время накопилось значительное количество шламовых вод и угольных шламов, в которых содержатся до 40–80 % органической массы, причём, в будущем проблема будет стоять еще более остро, так как для угольных предприятий (а в Кузбассе работают 50 шахт, 34 разреза и 18 углеобогатительных фабрик [3]) целесообразно подвергать обогащению практически весь добываемый уголь.

Перевод угольных шламов в технологически приемлемое топливо позволит не только улучшить экологическую обстановку в регионе, но и получить существенный экономический эффект.

Предприятия угольной отрасли должны иметь, как правило, полностью замкнутый водный цикл водно-шламового хозяйства с оборотным техническим водоснабжением. Сброс шламовых вод в канализацию может осуществляться только в случаях аварии, ремонта аппаратуры или при увеличении концентрации взвешенных веществ в воде оборотного цикла выше допустимой по технологическим требованиям [1].

Шламовые воды представляют тонкодисперсные системы, воздействовать на которые путем применения традиционных технологий (флотация, гравитационное обогащение и т. д.) с целью их утилизации, весьма сложно, а иногда и технически не выполнимо. Соответственно, возникает необходимость создания научно-технического направления комплексной переработки шламовых вод угольными предприятиями.

Для реализации данного направления в лабораторных условиях нами проведены исследования на примере шламовых вод ОАО ЦОФ «Березовская». Характеристики качества шламовой воды (представлены ОАО ЦОФ «Березовская»), направляемой в гидроотвал, приведены в таблице.

Первоначальным этапом утилизации шламовых вод такого качества является отделение угольной составляющей от жидкой фазы путём сгущения в поле центробежных сил. В результате получаются два полупродукта – сгущённый угольный шлам, представляющий собой суспензию с содержанием твёрдой фазы 60–75 % массы, и техническая вода.

Отделённый угольный шлам перерабатывается в зависимости от дальнейшего применения (водоугольное топливо [4], сырьё для коксования, полукоксования, твёрдые энергетические топлива и т. д.). При необходимости его можно обогатить методом масляной агломерации, так как крупность частиц угольного шлама (менее 500 мкм) не позволяет это сделать другими методами. Хвосты после обогащения угольного шлама могут использоваться в технологиях извлечения ценных элементов, строительных материалов и т. п.

Таблица

Результаты анализа качества шламовой воды ОАО ЦОФ «Березовская»

Определяемый компонент	Июнь 2002 г.	Ноябрь 2002 г.	Май 2003 г.	Июль 2003 г.	Июнь 2004 г.	Июль 2004 г.	Май 2005 г.	Август 2005 г.
рН	8,5	8,3	8,0	8,1	-	8,5	8,1	8,0
Угольная составляющая, г/л	630,0	642,0	426,3	405,4	400,5	417,5	443,0	435,0
Жёсткость воды, моль/дм ³	3,70	3,00	1,60	4,00	2,12	2,22	3,48	3,44
Химическая потребность кислорода, мг О ₂ /дм ³	7,8	19,38	50,76	116,62	60,06	56,64	63,21	61,74
Гидрокарбонаты, мг/л	-	-	1,5	1,40	1,70	1,85	189,62	3,20

Техническую воду отстаивали, отделяли от остатков твёрдой фазы флотацией и очищали химическими методами. После этого в воде устанавливается определенная концентрация веществ органического происхождения – флотационных реагентов и флокулянтов.

Многokратная циркуляция технической воды и её контактирование с углём приводят к поглощению твёрдой фазой избытка флокулянтов и флотореагентов. Таким образом, происходит очищение технической воды от флокулянтов и флотореагентов. Глубокая очистка оборотной воды от флокулянтов и флотореагентов может производиться сорбционным методом с помощью активированного угля.

Кроме взвешенных нерастворимых веществ в оборотных водах угольных предприятий велико содержание растворимых солей. Снизить содержание растворимых веществ можно методами химической или физико-химической водоподготовки.

Наиболее распространённым методом водоподготовки в настоящее время является умягчение воды на ионообменных фильтрах. Ионообменное умягчение воды обеспечивает достаточно высокую степень защиты оборудования от накипи. Но вместе с тем, этот метод водоподготовки имеет ряд недостатков. Для данных водоподготовительных установок требуется большое количество дорогостоящих ионообменных смол и контрольно-измерительных приборов. Всё это требует больших капитальных и эксплуатационных затрат. Кроме того, для регенерации ионообменных смол требуется большое количество серной кислоты и поваренной соли [2]. Поскольку эксплуатационные расходы реагентов на регенерацию ионитов значительно превышают стехиометрическое количество, большая часть этих реагентов в виде жидких стоков оказывается в прилегающих поверхностных водоёмах, ухудшая экологическую обстановку.

Другим методом водоподготовки, позволяющим снизить накипеобразующую способность воды, является стабилизационная обработка воды электрическим полем. Установка стабилизационной обработки воды состоит из антинакипного аппарата и источника постоянного электрического тока [5]. При прохождении через антинакипный аппарат вода подвергается воздействию постоянного электрического поля, в результате чего присутствующие в воде частицы накипеобразователей осаждаются на поверхности катода. Накипь с поверхностей катода удаляется механической чисткой.

Опыт эксплуатации установок стабилизационной обработки воды электрическим полем показал, что эти установки обеспечивают защиту оборудования от накипи, являются экологически безопасными (в процессе их работы не образуются вредные сточные воды) и недорогими.

Воду, очищенную от нерастворимых, растворимых солей и флотореагентов, можно использовать в котельных установках или для других производственных нужд. Осадок, выделяемый на различных стадиях водоподготовки, также можно использовать в технологиях извлечения ценных элементов и производства строительных материалов.

В результате промышленной реализации технологических схем комплексной переработки шламовых вод угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий будут найдены и внедрены новые направления применения технологий обогащения сырья и угольной продукции, из которых могут быть извлечены концентраты редких и ценных металлов, значительно превосходящих по стоимости добываемые угли. Соответственно, повысится конкурентоспособность угольной продукции на рынке сбыта. Углепродукция, содержащая редкие и ценные металлы с внедрением глубокой переработки принесет экономическую выгоду в 2–4 раза большую, чем продажа рядовых углей.

Кратко рассмотрев возможности применения научно-технического направления комплексной переработки шламовых вод угольных предприятий, можно сделать следующий вывод. В настоящее время созданы не только предпосылки, но и назрела необходимость создания данного направления, что предполагает восстановление и создание новых связей межотраслевого взаимодействия промышленных предприятий, переориентирование и переоценка экономической направленности сырьевой базы, привлечение научного потенциала, а это, в свою очередь, – постепенный переход к устойчивому развитию угольных регионов.

Литература

1. Бедрань Н.Г. Обогащение углей. – М.: Недра, 1988. – 206 с.
2. Ильина Н.П., Седлов А.С., Шищенко В.В. Промышленное освоение и унификация малоотходной технологии термического умягчения и обессоливания воды // Теплоэнергетика. – М., – 2001. – № 3. – С. 28–33.
3. Лазаренко С.Н., Потапов В.П. Концепция стратегии развития угольной отрасли Кузбасса как основы экономической самодостаточности региона // Финансово-экономическая самодостаточность регионов: Мат. межрегион. научно-практ. конф. – Кемерово, 2003. – С. 163–166.
4. Папин А.В., Солодов Г.А., Заостровский А.Н., Папина Т.А. Процесс формирования структуры высококонцентрированных водоугольных суспензий, приготовленных из обогащенных угольных шламов методом масляной агломерации // Вестник КузГТУ. – Кемерово, 2003. – № 4. – С. 96–99.
5. Ушаков Г.В. Защита тепловых сетей от отложений накипи // Вестник КузГТУ. – Кемерово, 2000. – № 1. – С. 57–60.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ТОМСКОЙ ГРЭС-2 В 1988-2005 г.г.

О.Н. Самойлова

Научный руководитель доцент Ю.Ф. Свиридов
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Томская ГРЭС-2 являлась и является до сих пор основным источником тепла и света в Томске. Для нормального функционирования станции необходимо водопотребление в определенном объеме. Основным водозабором является река Томь.

На количество и качество сбросных вод на Томской ГРЭС-2 повлиял ряд нижеперечисленных мероприятий:

1. Обеспечение работы сооружений очистки промышленных, дождевых и талых вод в технологическом режиме (капитальный и текущий ремонт очистных сооружений и подводящих канализационных трубопроводов) [1]. Экологический эффект следующий. На очистные сооружения в отчетном году было направлено и очищено 637867,133 м³ сточной воды. Возврат в технологический цикл станции сточных вод после очистных сооружений за отчетный год составил 298659 м³. Экономические затраты на ремонт сооружений и подводящих коллекторов по году составили 282,755 тыс. руб.

2. Проведение мероприятий по сокращению сброса сточных вод, улучшению качества сбросных вод и выполнению нормативов ПДС. Сбросные воды химического цеха направлялись в систему оборотного гидрозолоудаления:

- воды с узла нейтрализации при достижении pH среды 6,5–8,5;
- шламовые воды в паводковый период при проведении коагуляции;
- сбросные воды с обессоливающей установки;
- сбросные воды с Na-катионитовых установок.

Экологический эффект – 398820 м³ сточных вод.

3. В химическом цехе многократно используются следующие кислые или щелочные воды:

- воды после регенерации фильтров Н II ступени (предназначены для глубокого поглощения катионов, содержащихся в частично обессоленной воде) используются для регенерации фильтров Н I ступени (предназначены для поглощения всех катионов, содержащихся в обрабатываемой воде и замене их обменным катионом водорода, имеющимся в Н-катионите);

- воды после регенерации фильтров А II ступени (предназначены для удаления из обрабатываемой воды анионов кремниевой кислоты H₂SiO₃) используются для регенерации фильтров А I ступени (предназначены для удаления из обрабатываемой воды анионов сильных кислот: SO₄²⁻, Cl⁻, NO₃⁻);

- слабощелочные отмывочные воды после фильтров А II и I ступеней собираются и используются при взрыхлении анионитных фильтров;

- воды после взрыхления механических фильтров на предочистке в химическом цехе собираются и используются полностью для нужд цеха. Проведение вышеперечисленных мероприятий значительно влияет на улучшение качества сбросных вод.

Экологический эффект – повторное и многократное использование сточных вод составило в отчетном году 720500 м³.

Экономические затраты по обеспечению работы систем повторного и многократного использования в химическом цехе и систем использования вод химического цеха в оборотной системе гидрозолоудаления составили в отчетном году 428,288 тыс. руб.

Проведение водоохраных мероприятий в химическом цехе и работа очистных сооружений в технологическом режиме позволило снизить сброс загрязняющих веществ со сточными водами станции в р. Ушайку: сульфатов – на 0,4 т; хлоридов – на 38 т; иона аммония – на 6,26 кг; натрия – на 2,414 т; калия – на 59,6 кг; взвешенных веществ – на 2,12 т; нефтепродуктов – на 0,04 т.

4. Помимо вышеперечисленного, в химическом цехе ранее были выполнены работы по реконструкции дренажей с целью использования сточных вод в технологическом цикле станции. Сточные воды Na-катионитовой и обессоливающей установок используются в качестве добавок к воде, циркулирующей в оборотной системе золоотвалов гидрозолоудаления (ГЗУ). Эта реконструкция исключает возможность попадания сточных вод в промливневую канализацию.

За отчетный год экологический эффект по этому мероприятию составил: с Na-катионитовой установки на ГЗУ было направлено 327110 м³ сточной воды; с обессоливающей установки на ГЗУ было направлено 72060 м³ сточной воды. Из них, в том числе:

- осветленной воды – 51850 м³;
- Н-катионированной воды – 8440 м³;
- анионированной воды – 11770 м³.

С 1988 г. по 2005 г. в результате проведенных на станции водоохраных мероприятий был сокращен сброс в р. Ушайку на 747 тыс. м³. Однако несмотря на выполнение вышеперечисленных мероприятий, в 2005 г. Томская ГРЭС-2 увеличила сброс проливневых вод в р. Ушайку на 5 тыс. м³, т. к. в отчетном году были пересмотрены нормативы ПДС по дождевым и талым водам в сторону ужесточения.

Контроль за качеством сбросных вод в р. Ушайку, контроль за влиянием сбросных вод на поверхностные воды производился собственными силами – химической лабораторией ГРЭС-2 и по графику, согласованному с контролирующими органами. Контроль за качеством оборотной воды золоотвалов, за влиянием золоотвалов на поверхностные воды производился также лабораторией ГРЭС-2 по утверждённому контролирующими органами графику.

Литература

1. Волков Э.П. Охрана водного и воздушного бассейнов от выбросов ТЭС. – М.: Энергоиздат, 1981. – 287 с.

К АНАЛИЗУ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ГАЗОВ В АБСОРБЕРЕ

Н.С. Сотникова

Научный руководитель доцент М.В. Василевский
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Для поглощения загрязняющих веществ из промышленных выбросов применяют разнообразное абсорбционное оборудование – распылительные безнасадочные абсорберы, абсорбционные колонны с насадкой, пенные абсорберы и др.

Простейшее абсорбционное оборудование, обеспечивающее достаточную эффективность процесса – это безнасадочные колонны. Они представляют собой цилиндрические сосуды, в которых орошающая жидкость разбрызгивается (обычно форсунками) в направлении, противоположном потоку очищаемого газа и в виде капель падает на дно абсорбера.

При физической абсорбции происходит растворение вредного компонента (ВК) в растворителе-поглотителе, которое не сопровождается химической реакцией. Процесс растворения изображается рабочей линией, характеризующей соотношение между концентрациями вредного компонента в газе и жидком поглотителе. Эффективность поглощения определяется термодинамическими, физико-химическими свойствами всех компонентов, а также гидродинамическими параметрами потоков, временем взаимодействия фаз [1–4]. Определяющими величинами являются константа равновесия и коэффициент массопередачи, которые могут быть определены экспериментально на установке с замкнутыми потоками на рис. 1 [1].

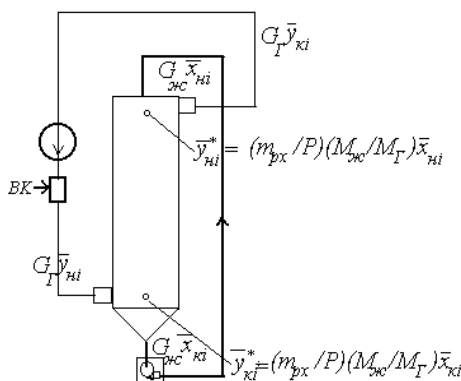


Рис. 1. Схема установки с замкнутыми потоками

Содержание вредного компонента в воде после длительной промывки загрязнённого воздуха водным абсорбентом в аппарате описывается уравнением (кг/кг)

$$\bar{X}_2 = 10^{-6} \frac{\bar{C}_1 - \bar{C}_2}{V_{\text{Ж}} \cdot \rho_{\text{Ж}}} V_{\text{Г}}, \quad (1)$$

где \bar{C}_1, \bar{C}_2 – концентрации ВК, измеренные индикаторными трубками (мг/м³) до и после промывки загрязненного воздуха; $V_{\text{Ж}}, \rho_{\text{Ж}}$ – объёмы воздуха в системе и воды в бачке (м³), $\rho_{\text{Ж}} = 1000 \text{ кг/м}^3$.

Константа равновесия $m_{\text{px}} = y^*/x$, где y^* – равновесная мольная доля (для идеальных газов – объёмная концентрация) ВК в газовой фазе над раствором, x – мольная концентрация ВК в поглотителе.

При длительной циркуляции, т. е. большом времени контакта газовой среды и жидкости, в системе наступает равновесие по загрязнителю, при котором потоки загрязнителя, переходящие из воздуха в воду и, наоборот, из воды в воздух, уравновешиваются. В этом случае эффективность очистки воздуха в лабораторной установке с замкнутыми потоками будет определяться содержанием масс воды и воздуха в системе и величиной константы равновесия.

Определение константы равновесия и изменения концентраций в циклах заключается в следующем.

Уравнение равновесной линии для сильноразбавленных растворов:

$$\bar{y}^* = m_{\text{px}} \cdot \frac{1}{P} \cdot \frac{M_{\text{Ж}}}{M_{\text{Г}}} \cdot \bar{x} \quad [\text{кг вредного компонента / кг воздуха}], \quad (2)$$

где P – барометрическое давление (кПа), M_r – мольная масса воздуха. Время одного цикла циркуляции загрязнённого воздуха в системе с абсорбером $t_u = V_c / Q_c$ (мин), где V_c – объём системы, заполненной воздухом дм^3 , Q_c – расход воздуха, $\text{дм}^3/\text{мин}$, число циклов за время опыта $T_{\text{оп}}$ (мин) $n = T_{\text{оп}} / t_u$.

Строим кривую изменения концентрации по времени (числа циклов), по которой отмечается изменение концентрации, составляющее 2 % от максимального изменения концентрации в течение одного цикла. Фиксируем число циклов, при котором достигается состояние фаз по концентрациям, отличающихся от равновесного состояния не более чем на 2 % (рис.2).

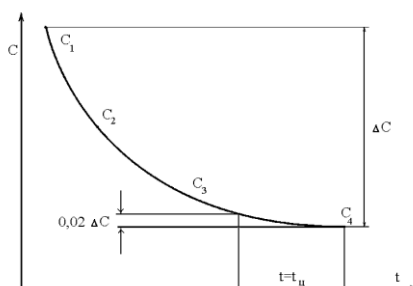


Рис. 2. Изменение концентрации вредного компонента в воздухе в зависимости от числа циклов (времени)

Полагаем, что процесс поглощения вредного компонента идет по геометрической прогрессии со знаменателем q , который показывает уменьшение содержания вредного компонента в каждом последующем цикле по отношению к предыдущему и определяет «размах» цикла, т. е. q можно считать постоянной процесса. Изменение вредного компонента в первом цикле ($\Delta \bar{Y}_1$) определяется по формуле:

$$\Delta \bar{Y}_1 = \bar{Y}_{H1} - \bar{Y}_{K1},$$

где $\bar{Y}_{H1}, \bar{Y}_{K1}$ – начальная и конечная концентрация загрязнителя в воздухе (кг/кг).

Следовательно, изменение концентрации вредного компонента в каждом i – цикле определяется по формуле:

$$\Delta \bar{Y}_i = \bar{Y}_{Hi} - \bar{Y}_{Ki},$$

где $\bar{y}_{ni}; \bar{y}_{ki}$ – начальная и конечная концентрации ВК в i -м цикле. Максимальное изменение концентрации вредного компонента ΔH находим из уравнения: $\bar{Y}_{H1} - \bar{Y}_{Kn} = \Delta H$.

Запишем уравнение геометрической прогрессии $\frac{\Delta \bar{Y}_i}{\Delta \bar{Y}_{i-1}} = q$, пользуясь свойством геометрической

прогрессии, где каждый член выразим через первый и получим систему уравнений: $\Delta \bar{Y}_i = q^{i-1} \cdot \Delta \bar{Y}_1$, $\Delta \bar{Y}_n = q^{n-1} \cdot \Delta \bar{Y}_1$.

Решив эту систему, мы получим уравнение, из которого методом итерации находим q .

Например, (табл.), при $n = 11$ и $q = 0,78$

$$\Delta H = \frac{\Delta \bar{Y}_1 (1 - q^n)}{1 - q}, \quad \Delta \bar{Y}_n = 0,02 \cdot \Delta H, \quad 1 - q = \frac{1 - q^n}{q^{n-1}} \cdot 0,02$$

Зная знаменатель $q = 0,78$, мы можем найти изменение концентрации при каждом циклическом контакте при любом количестве циклов.

Уравнение рабочей линии в первом цикле определяет характер непрерывного процесса изменения концентрации в противоточном аппарате. Уравнение имеет вид:

$$\bar{y}_1 = \bar{y}_{H1} - \frac{Q_{ж} \cdot P_{ж}}{Q_{г} \cdot P_{г}} (\bar{X}_{K1} - \bar{X}_1). \quad (3)$$

По формулам (2) и (3) можно определить среднюю движущую силу процесса [3]. Это даёт возможность, используя данные измерений, вычислить объёмный коэффициент массопередачи и провести расчёт эффективности очистки в абсорбере [1].

Таблица

Расчет методом итерации знаменателя геометрической прогрессии

q	0,7	0,8	0,78
$1 - q$	0,3	0,2	0,22
$\frac{1 - q^n}{q^{n-1}} \cdot 0,02$	0,69	0,17	0,224

Литература

1. Василевский М.В., Панин В.Ф. Определение эффективности очистки воздуха в противоточном скруббере // Энергетика: экология, надежность, безопасность. – Томск: Изд-во ТПУ. – 2005. – С 403-406.
2. Кузнецов И.Е., Шмат К.И., Кузнецов С.И. Оборудование для санитарной очистки газов: Справочник / Под ред. И.Е. Кузнецова. – Киев: Техника, 1989. – 304 с.
3. Рамм В.М. Абсорбция газов. – М.: Химия, 1976. – 656 с.
4. Страус В. Промышленная очистка газов: Пер с англ. – М.: Химия, 1981. – 616 с.

КОМБИНИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ И ОБОРОТНЫХ ВОД ПРОЦЕССОВ ЦИАНИДНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ КОНЦЕНТРАТОВ

Б.А. Цыбикова, А.А. Батоева

Научный руководитель профессор А.А. Рязанцев

Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия

В настоящее время процесс цианирования золотосодержащего сырья, несмотря на высокую токсичность цианистого натрия, продолжает оставаться основным способом извлечения золота [7]. Увеличивающиеся масштабы производства и повышение требований к воде диктуют поиск эффективных способов очистки цианид- и тиоцианатсодержащих технологических растворов перед сбросом или повторным использованием.

В практике применяются различные физико-химические и химические методы обезвреживания с помощью реагентов, разлагающих и преобразующих токсичные соединения в нетоксичные или малотоксичные вещества [2–4, 8]. Недостатками указанных способов являются безвозвратные потери ценного реагента – цианида, сопутствующих благородным металлам цветных металлов (меди, цинка, никеля, кобальта), образование ядовитого хлорциана, увеличение общего солесодержания воды, большие объемы осадков, а также повышенные расходы окислителей.

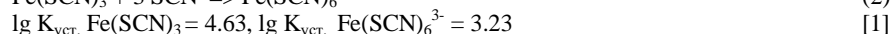
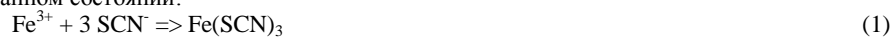
Вместе с тем существует другой путь удаления цианидов из промстоков, так называемый AVR-процесс («acidification – volatilization – reneutralization», «подкисление – отдувка – поглощение»). Цианистые соли под действием минеральных кислот разлагаются с выделением легколетучей синильной кислоты [4]. Отгонкой HCN и последующим улавливанием ее щелочными растворами можно достичь полной регенерации содержащихся в отработанных технологических растворах цианидов. Следует отметить, что после AVR-процесса в растворе остаются труднорастворимые тиоцианаты и остаточные концентрации комплексных цианидов металлов, для доочистки которых нами предлагаются комбинированные окислительные методы (АОР), значительный экологический эффект использования которых обеспечивается прежде всего тем, что не увеличивается минерализация сточных вод и основными продуктами химических реакций являются безвредные вещества H₂O, CO₂, NH₄⁺, O₂.

Целью настоящей работы являлось исследование процессов доочистки сточных и оборотных вод процесса цианирования золотосодержащих флотоконцентратов комбинированными методами, а именно окислительной деструкции тиоцианатов железопероксидными методами и гальванокоагуляционное извлечение гексацианоферратов.

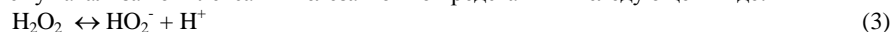
Проведены исследования, предложен механизм окислительной деструкции тиоцианатов пероксидом водорода в присутствии гомогенных катализаторов – соединений железа(III) и гальванохимического окисления (ГХО) тиоцианатов.

Гомогенный катализ ионами и комплексами железа подробно изучен А.Я. Сычевым и В.Г. Исаком [8-10]. Ими установлено, что процесс окисления может катализироваться как ионами Fe³⁺, так и комплексами LFe³⁺. При этом каталитическое разложение H₂O₂ координационными соединениями переходных металлов может осуществляться по ион-молекулярному или ион-радикальному (циклическому или радикально-цепному) механизмам.

В нашем случае инициирование процесса диспропорционирования пероксида водорода осуществляется роданидным комплексом железа (III), поскольку эксперименты проводили при избытке SCN⁻ по отношению к Fe³⁺ и все железо находилось в закомплексованном состоянии:

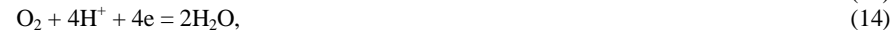
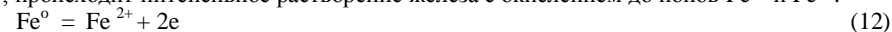


Тогда принципиальную схему катализа комплексами железа можно представить в следующем виде:



По иному механизму происходит гальванохимическое окисление тиоцианатов, поскольку ГХО метод основан на использовании эффекта короткозамкнутого гальванического элемента (на основе пары Fe-C). Механизм ГХО окисления тиоцианатов определяется процессами, протекающими в системе SCN⁻ – H₂O₂ в условиях гальванокоагуляции.

Во время контакта воды с железо-углеродной загрузкой в присутствии кислорода воздуха, который непрерывно диспергируется в воду, происходит интенсивное растворение железа с окислением до ионов Fe²⁺ и Fe³⁺:



В присутствии пероксида водорода в системе создаются условия для существования одновременно реагентов Фентона (Fe²⁺ + H₂O₂) и Раффа (Fe³⁺ + H₂O₂), что ведет к увеличению эффективности деструкции тиоцианатов.

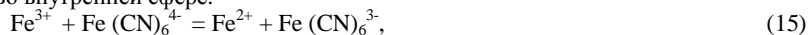
Результаты экспериментов позволяют рекомендовать метод ГХО для доочистки сточной или оборотной воды от тиоцианатов и цианидов после предварительного AVR-процесса.

В жидкой фазе отходов процесса гидromеталлургической переработки золотосодержащих концентратов CN^- могут находиться в виде цианидных комплексов металлов: $[Zn(CN)_4]^{2-}$, $[Ni(CN)_4]^{2-}$, $[Cu(CN)_4]^{3-}$, $[Cu(CN)_3]^{2-}$, $[Cu(CN)_2]$, $[Fe(CN)_6]^{4-}$, $[Fe(CN)_6]^{3-}$. При обработке щелочных растворов, содержащих такие комплексные соединения, а также свободные ионы CN^- AVR-методом, разложению и отдувке подвергаются все токсичные компоненты, относящиеся к группе, так называемых WAD («weak acid dissociative», заметно диссоциирующие в слабокислой среде). Такое поведение комплексных цианидов металлов находится в хорошем соответствии с диаграммами Eh – pH [13] и значениями констант устойчивости комплексных соединений [1].

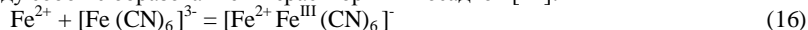
Из реальных отработанных растворов цианирования AVR-методом даже при pH 2–3 обычно удается извлечь и вернуть в производство не более 75 % цианидов [14]. Это объясняется присутствием достаточно устойчивых в кислых растворах и не подвергающихся действию окислителей гексацианоферратов (ферроцианидов). Кроме того, эффективность и характер разложения комплексных цианидов зависит не только от pH и химического состава этих соединений, но и от наличия в растворе других анионов, растворенного кислорода и интенсивности массообмена в реакционной зоне.

Нами предложен экономичный и экологически безопасный способ удаления гексацианоферратов, сущность которого состоит в пропускании цианидсодержащих растворов через гальванокоагуляционный (ГК) модуль, активная нагрузка которого состоит из смеси стальной (чугунной) стружки и кокса [6]. В кислой среде более устойчивыми являются смешанные ферроцианидные комплексы железа $MeFe^{2+}Fe^{III}(CN)_6$ (M – Cu, Zn, Ni) [1].

При этом, поскольку $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0.76$ В больше $E^0(Fe(CN)_6^{3-}/Fe(CN)_6^{4-}) = 0.36$ В, сначала происходит окислительно-восстановительная реакция во внутренней сфере:



а, затем, продукты реакции реагируют между собой с образованием нерастворимых осадков [11]:



Итак, установлен механизм окислительной деструкции тиоцианатов, найдены оптимальные значения технологических параметров отчистки сточных и оборотных вод от тиоцианатов и цианидов методом окислительной деструкции пероксидом водорода. Установлен механизм гальванокоагуляционного извлечения комплексных цианидов, заключающийся в связывании гексацианоферратов с ионами железа, генерированными в ГК модуле с образованием нерастворимых осадков.

С использованием полученных данных разработана технологическая схема обезвреживания жидкой фазы хвостов гидromеталлургической переработки золотосодержащих концентратов, предусматривающей регенерационное извлечение цианидов из кислых растворов (AVR-процесс), гальванокоагуляционное осаждение комплексных цианидов и деструкцию тиоцианатов комбинированными окислительными методами с использованием пероксида водорода при pH = 2.5–3.0.

Работа выполнена при поддержке Фонда содействия отечественной науке.

Литература

1. Горанский И.Т., Назаренко Ю.П., Некряч Е.Ф. Краткий справочник по химии. – Киев: Наукова Думка, 1987. – 530 с.
2. Кукушкин Ю.Н. Реакционная способность координационных соединений. – СПб.: Химия, 1987. – 320 с.
3. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных и сточных вод. – М.: Химия, 1984. – 353 с.
4. Лурье Ю.Ю., Рыбникова А.И. Химический анализ производственных сточных вод. – М.: Химия, 1974. – 403 с.
5. Панченков Г.М., Лебедев В.П. Химическая кинетика и катализ. – М.: Химия, 1985. – 450 с.
6. Пат. 2057080 Россия, Рязанцев А.А., Батоева А.А. Оpubл. 20.06.1996, Бюл. № 17 – 6 с. ил.
7. Скурлатов Ю.Ю., Дука Г.Г., Мизити А. Введение в экологическую химию. – М.: Высш. шк., 1994. – 240 с.
8. Сычев А.Я., Исак В.Г. Гомогенный катализ соединениями железа. – Кишинев: Штиинца, 1988. – 130 с.
9. Сычев А.Я., Исак В.Г. Каталитические реакции и охрана окружающей среды. – Кишинев: Штиинца, 1983. – 203 с.
10. Сычев А.Я. Окислительно-восстановительный катализ комплексами металлов. – Кишинев: Штиинца, 1976. – 103 с.
11. Шампенье Г., Рабате Г. Химия лаков красок и пигментов. – М.: Госхимиздат, 1962. – 293 с.
12. Эммануэль Н.М., Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики. – М.: Высш. шк., 1984. – 154 с.
13. Marsden J., House I., The chemistry of gold extraction. Ellis Horwood, Chichester, UK. 1992. p. 53-64.
14. Riveros P. A., Coren D. Cyanide recovery from a gold mill barren solution containing high levels of copper. CIM Bull. 1998. 91 (1025), p. 73-81.

ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИСТОВ СУХОЙ АНГИДРИТОВОЙ ШТУКАТУРКИ ПАНО: ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВОВ ИСХОДНОЙ ШИХТЫ

Т.С. Цыганкова, Н.С. Зыкова

Научный руководитель профессор Ю.М. Федорчук
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Отходы от производства фтористого водорода в России являются источником экологического загрязнения, так как образуются значительные накопления на отвалах твёрдого безводного сульфата кальция. Одним из решений этой проблемы является утилизация фторангидрита.

Благодаря тому, что фторангидрит обладает вяжущими свойствами, в ряде стран таких, как Япония, ФРГ, Франция перерабатывают твердые отходы фтороводородного производства с целью получения композиций на основе фторангидрита для различных строительных изделий [1].

На кафедре экологии и безопасности жизнедеятельности Томского политехнического университета ранее проводились работы по применению фтороводородных отходов в строительной промышленности в качестве таких материалов и изделий, как штукатурные, кладочные растворы, шлакоблоки, шпаклёвка.

Одной из последних разработок является технология по производству листов сухой ангидритовой штукатурки ПАНО. Лабораторные исследования, проводимые в данном направлении, показали возможность получения изделий в виде плит с использованием сырьевого материала – фторангидрита. В результате исследований были получены оптимальные составы исходной шихты, режимы формования, материал и способы армирования изделий [2–4].

Целью данной работы являлась проверка полученных результатов в промышленных масштабах и условиях. В связи с этим возникли следующие задачи: 1) разработать установку по получению листов сухой ангидритовой штукатурки, 2) определить необходимые технологические параметры процесса их получения.

Аналогами данного вида продукции являются гипсокартонные листы (ГКЛ) и гипсоволокнистые листы (ГВЛ), производимые фирмой «Кнауф».

Эти изделия получают по прессовой технологии, но сроки схватывания гипса и ангидрита значительно различаются. Начало схватывания гипса 6 мин. после растворения водой, конец схватывания через 30 мин., у ангидрита 40 мин. и 9–12 ч. соответственно. Также прессовая технология требует больших затрат мощности на прессование. Литевая технология предполагает ввод дополнительного количества воды в раствор, что ухудшает прочностные характеристики изделий, а также требует увеличения производственных площадей за счёт длительного режима сушки изделий. Исходя из этих условий, вынуждены были сконструировать виброформовочный стол и применять для формования изделий жесткую смесь.

Вибрационные колебания создавались установленными на электродвигателе дебалансами. Амплитуду вибрационных колебаний изменяли от 3 до 22 мм путём увеличения массы дебалансов.

При амплитуде 3–8 мм смесь уплотнялась очень медленно и требовала дополнительного разравнивания для распределения по всей поверхности технологического поддона. После увеличения амплитуды вибрационных колебаний до 10–14 мм смесь уплотнялась достаточно быстро и хорошо заполняла угловые участки формы. При этом прочность изделий достигает максимальных значений (рис. 1). Увеличение амплитуды больше 16 мм привело к увеличению пористости изделия, несоблюдению геометрической формы и отрыву формуемого изделия от поверхности технологического поддона.

Изделие-аналог имеет размеры 2500x1200x10 мм и массу 42 кг. Размеры изделий на основе ангидритового вяжущего также равны 2500x1200x10 мм, а масса 39 кг. При этом из приготовленных на полупромышленной установке изделий были выпилены стандартные образцы размерами 120x40x10 мм. Предел прочности на изгиб этих образцов составил 0,13 МПа. Для сравнения листы ГКЛ – 0,11 МПа, ГВЛ – 0,18 МПа. Значит, при серийном производстве есть возможность увеличить толщину изделия, что увеличит прочность на изгиб.

Установлено, что для достижения прочности на изгиб ангидритовых изделий соответствующей прочности гипсокартонных листов необходимо армировать верхнюю и нижнюю поверхности материалом толщиной 1 мм с размерами ячеек 4 мм [3].

Во время полупромышленных испытаний для армирования изделий использовали грубую льняную ткань, волокна которой образовывали ячейки с размерами 3,5–4,5 мм и полипропиленовую сеть с размерами ячеек 4 мм. Изделия, армированные льняной тканью имели неровную лицевую поверхность и для улучшения внешнего вида их обклеивали бумагой с использованием поливинилацетатного клея (ПВА). Изделия, армированные полипропиленовой сетью, имели ровную лицевую поверхность и в оклеивании бумагой не нуждались.

Установлено, что наибольшей прочностью на сжатие обладают образцы с содержанием шлака в качестве наполнителя – 25 % масс. [4]. Однако, изделия, полученные во время полупромышленных испытаний, с содержанием шлака 25 % и армированные полипропиленовой сетью, имели массу большую, чем аналог – 45 кг и предел прочности на изгиб 0,15 МПа, что выше прочности аналога. Для решения данной проблемы было принято решение об увеличении содержания шлака до 50 %. Результаты испытаний на прочность изгибу полученных изделий представлены на рис. 2. Наиболее оптимальным составом является содержание шлака в исходной шихте – 30 %. Масса такого изделия составила 39 кг, а предел прочности на изгиб 0,13 МПа, что является лучшим результатом по сравнению с аналогами.

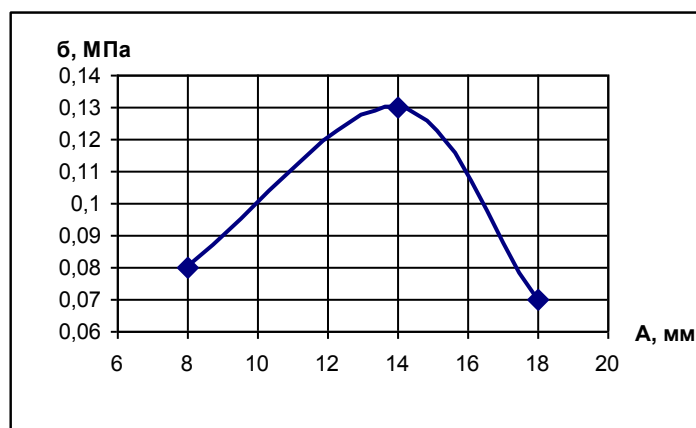


Рис. 1. Влияние амплитуды вибрационных колебаний на прочность полученных изделий

Таким образом, можно утверждать, что на основе ангидритового сырья, с использованием твердых отходов ацетиленового производства и шлака, можно изготавливать строительные облицовочные изделия, не уступающие аналогам по качеству и прочностным характеристикам.

В качестве армирующего материала необходимо использовать полипропиленовую сеть с размерами ячеек равными 4 мм. Толщину изделий можно принять равной 10 мм, увеличив ее при необходимости выпуска более прочных на изгиб изделий до 11–12 мм. Определён состав исходной шихты для получения листов ПАНО с заданными характеристиками прочности и массы.

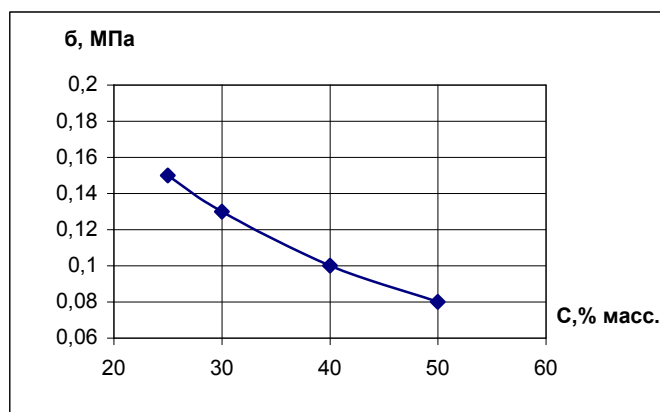


Рис. 2. Влияние содержания шлака в исходной шихте на предел прочности изгибу полученных образцов

На основании проведенных полупромышленных испытаний разработана промышленная схема производства сухой ангидритовой штукатурки.

Работа проводилась при поддержке Гранта ТПУ.

Литература

1. Микульский В.Г. и др. Строительные материалы. – М.: Изд-во АВС, 2000. – 482 с.
2. Федорчук Ю.М., Цыганкова Т.С., Виноградова Ю.С. Анализ производственных параметров процесса изготовления листов сухой штукатурки из твердых отходов фтороводородного производства СХК // Энергия молодых – экономике России: Труды V Всерос. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – С. 500-503.
3. Федорчук Ю.М., Цыганкова Т.С., Петров М.Л., Зыкова Н.С. Определение влияния свойств армирующего материала и условий твердения, образцов на их прочность изгибу, полученных из твердых отходов фтороводородного производства // Проблемы геологии и освоения недр: Труды IX Межд. науч. симпозиума студ., аспирантов и молодых ученых. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – С. 325–327.
4. Федорчук Ю.М., Цыганкова Т.С., Непогожев Е.А., Зыкова Н.С. Влияние составов исходной смеси и условий твердения образцов, полученных из твердых отходов фтороводородного производства, на их прочность сжатию // Проблемы геологии и освоения недр: Труды IX Межд. науч. симпозиума студ., аспирантов и молодых ученых. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – С. 327–329.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА АНГИДРИТОВЫХ ЛИСТОВ ПАНО

Т.С. Цыганкова, Н.С. Зыкова, Н.Ю. Кулакова, А.С. Сысалова

Научный руководитель профессор Ю.М. Федорчук

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Все большие масштабы приобретает загрязнение территории Томской области твердыми отходами энергетической промышленности – это огромные территории, занятые золо- и шлакоотвалами. В больших количествах образуются отходы на заводе «Ацетилен» – отвалы карбидного ила занимают около 3500 м². Воды р. Томь также загрязняются отходами предприятий. Примером служит Сибирский химический комбинат (СХК), в производственном процессе которого образуется кислый безводный сульфат кальция – фторангидрит. После предварительной нейтрализации его сбрасывают в р. Томь.

Все эти виды отходов возможно утилизировать в производстве строительных материалов. На кафедре экологии и безопасности жизнедеятельности ТПУ ранее были предложены способы утилизации в виде технологий получения ангидритовых штукатурных, кладочных растворов, шлакоблоков, монолитных помещений, шпаклёвок, листов сухой ангидритовой штукатурки ПАНО [1]. Аналогами данного вида продукции являются гипсокартонные листы (ГКЛ) и гипсоволокнистые листы (ГВЛ), производимые фирмой «Knauf».

На данный момент производство листов сухой ангидритовой штукатурки ПАНО является наиболее легко окупаемым в виду востребованности продукции данного вида на рынке.

В настоящее время разрабатывается промышленное производство сухой ангидритовой штукатурки. С целью определения объема капиталовложений и получения экономического обоснования технологии получения листов сухой ангидритовой штукатурки, был проведен расчет помещения, необходимого для его расположения.

Принципиальная технологическая схема данного производства представлена на рис.1 [2].

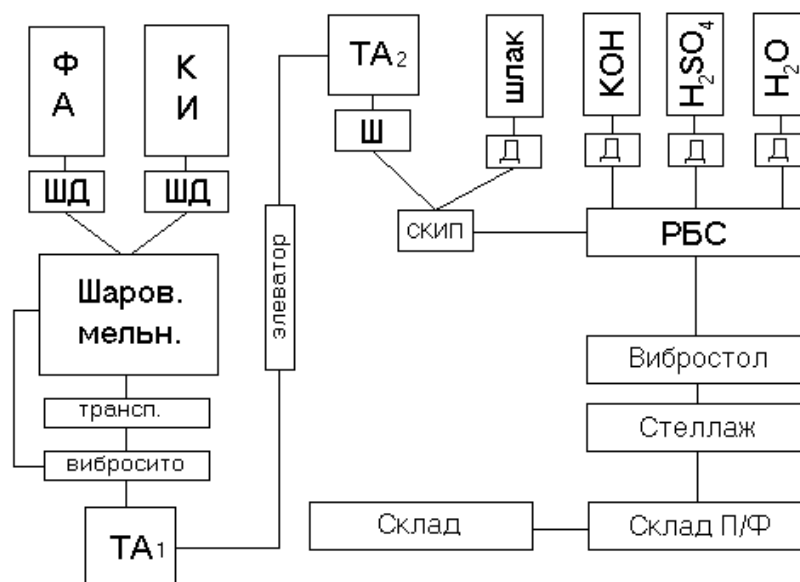


Рис.1. Технологическая схема нейтрализации фторангидрита и получения сухой штукатурки

Поставляемый с СХК фторангидрит разгружают в приемный бункер ФА. С помощью шнека Ш и дозирующего устройства Д фторангидрит попадает в шаровую мельницу. Карбидный ил, поставляемый с завода «Ацетилен», разгружают в приёмный бункер КИ и также с помощью шнека Ш и дозатора Д в определенном соотношении попадает в шаровую мельницу. В шаровой мельнице фторангидрит и карбидный ил измельчаются, перемешиваются, а содержащаяся во фторангидрите серная кислота нейтрализуется. После этого продукт – техногенный ангидрит – транспортёром подаётся на вибросито, где отсеивается фракция менее 1 мм. Эта фракция подаётся в промежуточный бункер ТА₁, откуда по мере необходимости элеватором поднимается в напорный бункер ТА₂, из которого происходит дозировка техногенного ангидрита. Не прошедшая через вибросито смесь направляется на вход в шаровую мельницу.

Техногенный ангидрит и шлак через дозатор попадают в скип, затем в растворобетоносмеситель (РБС), куда также подаются дозированные компоненты – отработанные аккумуляторные кислотный и щёлочной электролиты и вода. В РБС происходит тщательное перемешивание всех компонентов. Через бункер – дозатор смесь попадает на вибростол, где заранее уложены технологический поддон и материал армирующего слоя. После уплотнения массы на вибростоле изделие на технологическом поддоне с помощью толкателя и рольганга перемещается к манипулятору, которым оно перегружается на стеллаж. Стеллаж по рельсовому пути попадает на склад полуфабриката, где выдерживается на протяжении времени от 8 до 16 часов.

По истечении этого времени затвердевшие листы переворачивают и перегружают на склад, где выдерживают в течение еще 6-ти суток для набора прочности. После этого изделия досушивают в потоке тёплого воздуха, который создается при воздушном охлаждении шаровой мельницы, и, таким образом, утилизируется тепло, полученное в результате экзотермической реакции нейтрализации серной кислоты. Затем изделие отделяют от технологического поддона, упаковывают и перегружают на склад готовой продукции.

Таким образом, для упрощения расчетов, всю технологическую линию можно разделить на восемь участков.

1. Участок подготовки, складирования и подачи сырья в технологию. В него входят подъездные пути, емкости для хранения и механизмы подачи сырьевых компонентов, механизмы предварительного измельчения фторангидрита и золошлака. Площадь этого участка составляет 50 м².

2. Участок тонкого измельчения и нейтрализации фторангидрита включает в себя шаровую мельницу, механизмы загрузки исходных компонентов и выгрузки готового материала и вибросито. Площадь этого участка составляет 65 м².

3. Участок приготовления смеси. В него входят растворобетоносмеситель с устройством подачи и дозирования сухих компонентов, воды и электролитов, узел выгрузки готовой смеси в дозирующее устройство для распределения смеси слоем одинаковой толщины. Площадь этого участка составляет 25 м².

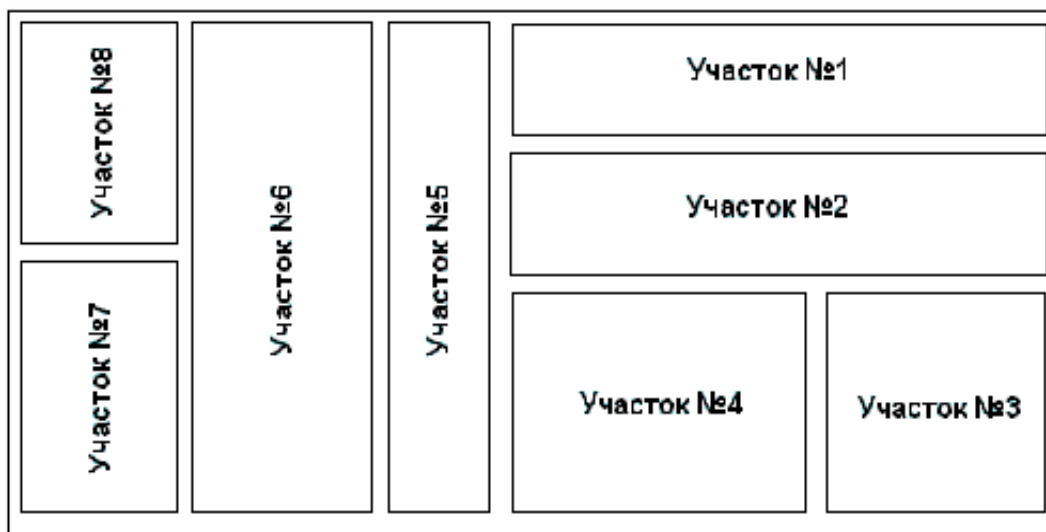


Рис. 2. Схема цеха по производству листов сухой ангидритовой штукатурки ПАНО

4. Участок формирования листов ПАНО, включающий в себя вибростол, а также рольганг, манипулятор и стеллажи. Площадь этого участка составляет 72 м².

5. Участок складирования полуфабрикатных изделий. На этом участке изделия находятся в стеллажах на протяжении 8–16 часов. Площадь этого участка составляет 216 м².

6. Участок просушивания изделий (удаление лишней влаги обдувом теплым воздухом). Площадь этого участка составляет 216 м².

7. Участок складирования изделий на протяжении 6-ти суток. Площадь этого участка составляет 1242 м².

8. Участок упаковывания изделий и вывоз на склад готовой продукции. Площадь этого участка составляет 225 м².

Отдельно подсчитана площадь, занимаемая складом готовой продукции; она равна 1400 м².

Все расчёты проводились для технологии производительностью по фторангидриту 13 тыс. т/год, что составляет 96 % от образующегося на СХК. Производительность технологии по листам равна 192 тыс. листов в год, при этом стоимость изделий примерно в 3 раза ниже стоимости аналогов.

Таким образом, можно сделать следующий вывод: цех по производству листов сухой ангидритовой штукатурки будет занимать площадь равную 2111 м², склад готовой продукции – 1400 м². Примерная оценка необходимых капиталовложений составляет 16 млн. руб., при этом срок окупаемости технологии, по предварительным оценкам, равен 0.5 года, а рентабельность более 200 %.

Литература

1. Федорчук Ю.М. Техногенный ангидрит, его свойства, применение. – Томск: Изд-во ТГУ, 2003. – 110 с.
2. Цыганкова Т.С., Зыкова Н.С., Федорчук Ю.М. Проведение опытно-промышленных испытаний получения ангидритовых панелей сухой штукатурки с помощью виброформования // Проблемы геологии и освоения недр: Труды IX Межд. науч. симпозиума студ., аспирантов и молодых учёных. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – С. 330–303.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕОТЕХНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЗАСТРОЙКЕ ТЕРРИТОРИИ, ПРИЛЕГАЮЩЕЙ К ЛАГЕРНОМУ САДУ Н.А. Чернышова

Научный руководитель профессор В.Е. Ольховатенко

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия

В последние годы на территории Лагерного Сада активно развиваются оползневые процессы, представляющие реальную угрозу для зданий и сооружений, расположенных в оползнеопасной зоне [2]. Несмотря на это, продолжается освоение данной территории, что может привести к нарушению динамического равновесия и возникновению чрезвычайных ситуаций. Для обеспечения геотехнической безопасности застройки на рассматриваемой территории необходимо было решить следующие задачи:

1. Проанализировать материалы инженерно-геологических изысканий и научно-исследовательских работ.
2. Обосновать расчетные характеристики грунтов, слагающих склон.
3. Выполнить расчеты устойчивости склона.
4. Разработать методику и провести расчеты для установления границы безопасной зоны, где возможно строительство зданий и сооружений.
5. Разработать рекомендации по инженерной защите территории от опасных природных и техноприродных процессов.

Выполненное нами обследование оползневых склонов Лагерного Сада показало, что здесь продолжают оползневые процессы, особенно в юго-восточной части территории, на которой не внедрялись противооползневые мероприятия.

Оползни активно развиваются на территории, примыкающей к зданию полигона Сибирского физико-технического института (СФТИ) и представляющей собой древнее оползневое тело. По генетическим и

геодинамическим признакам оползни на рассматриваемой территории относятся к оползням вязкопластического течения и глубинным оползням скольжения. Важную роль в формировании оползней скольжения играют суффозионно-неустойчивые водо-насыщенные пески основного горизонта лагернотомской свиты, залегающие на глинах новомихайловской свиты. Дренаживание подземных вод осуществляется в сторону склона, о чём свидетельствуют многочисленные источники в нижней части склона. В процессе дренаживания под влиянием гидродинамического давления активно развиваются суффозионные процессы, что приводит к образованию в песках суффозионных пустот и проседанию песков и вышележащих грунтов. Таким образом, в нижней части склона формируются заколы и трещины проседания поверхности, что может привести к образованию новых оползней. В центральной части Лагерного Сада ситуация стабилизировалась благодаря осушению грунтового массива с помощью горизонтальной дренажной выработки. Это же относится к территории прилегающей к участку намечаемого строительства культурно-торгового центра. Однако для принятия окончательного решения о состоянии геологической среды и устойчивости склона были выполнены расчеты, результаты которых приводятся ниже.

Для выполнения расчёта устойчивости склона были проведены инженерно-геологические изыскания, получены нормативные и расчётные характеристики грунтов для всех выделенных в разрезе инженерно-геологических элементов. С учётом выявленных особенностей инженерно-геологического строения, геодинамики и типов оползней в Лагерном Саду для расчетов устойчивости склона рекомендуется использовать метод криволинейной поверхности скольжения, близкой к логарифмической спирали.

Данный метод основан на теории предельного равновесия. При этом для нахождения наиболее опасной поверхности скольжения определяют значение радиуса r_0 :

$$r_0 = \frac{H \cdot ctg\alpha [tg\alpha + tg(45 + \varphi/2)] - H_{90}}{c \cdot \cos\alpha [tg\alpha + tg(45 + \varphi/2)] - e^{-(90-\alpha) \cdot ctg\varepsilon}},$$

где H – высота откоса, м; α – угол наклона откоса, град.; φ – средневзвешенные значения угла внутреннего трения, град.; $\varepsilon = 45 - \varphi/2$; $H_{90} = 2c/\gamma \cdot tg(45 - \varphi/2)$; γ , c – средневзвешенные значения удельного веса, кН/м³ и удельного сцепления, кПа.

Ширина призмы возможного обрушения (a) рассчитывается по формуле:

$$a = 2(r_0 \cdot \cos\alpha - H \cdot ctg\varepsilon).$$

Поверхность скольжения получают расчетом по формуле:

$$r = r_0 \cdot \exp(-\theta \cdot ctg\varepsilon),$$

где θ – угол между радиусами, отсчитываемыми от r_0 .

Положение центра логарифмической спирали «О» устанавливается расчётом. Полученные значения переменных радиусов соединяются прямыми линиями. Полученная поверхность является наиболее опасной поверхностью скольжения. После определения положения поверхности скольжения, выделенная призма смещения делится на отдельные блоки. Вес каждого блока (G_i) раскладывается на нормальную и касательную составляющие.

Коэффициент устойчивости рассчитывается способом алгебраического сложения сил:

$$K_{st} = \frac{\sum G_i \cdot \cos\alpha_i \cdot tg\varphi_i + \sum G_i \cdot c_i}{\sum G_i \cdot \sin\alpha_i}.$$

Расчёты показали, что коэффициент устойчивости склона в районе Технопарка составляет 1,67–2,07.

Для обоснования безопасной зоны были выполнены расчеты устойчивости склонов методом F_p Н.Н. Маслова [1]. Предварительно были проанализированы результаты изысканий и изучения физико-механических свойств грунтов. Метод Н.Н. Маслова [1] основан на том, что устойчивый угол откоса вычисляется по формуле:

$$tg\alpha = \frac{tg\psi}{K_3},$$

где α – устойчивый угол откоса, град.; ψ – угол сдвига, град.; K_3 – коэффициент запаса устойчивости.

Угол сдвига определяется из выражения $\psi = \arctg F_p$, $F_p = \frac{\tau}{p}$,

где F_p – коэффициент сдвига; τ – сопротивление грунтов сдвигу, МПа; p – бытовое давление.

Сопротивление сдвигу находится из соотношения $\tau = p \cdot tg\varphi + C$,

где p – нормальное давление, МПа; φ – угол внутреннего трения, град.; C – удельное сцепление, МПа.

Подставив вместо τ его значение, получим $F_p = tg\varphi + \frac{C}{p}$.

Под безопасной зоной понимается территория, в пределах которой развитие опасных процессов не приводит к нарушению динамического равновесия в эксплуатации природно-технических систем и возникновению чрезвычайных ситуаций. При определении безопасной зоны мы исходили из того, что расстояние до последней является функцией переменных:

$$\mathcal{L} = f(H, a, b, K_y, \rho, \varphi, C, I, S, R),$$

где \mathcal{L} – расстояние от границы строящегося здания до безопасной зоны; H – высота склона; a – угол наклона склона; b – ширина призмы обрушения; K_y – коэффициент устойчивости склона; ρ – плотность пород грунтового массива; φ – угол внутреннего трения град.; C – удельное сцепление грунтов, МПа; I – гидравлический градиент; S – величина осадки грунтового массива при водопонижении, мм; R – радиус воронки депрессии.

Интегральным параметром, позволяющим установить ширину безопасной зоны, является устойчивый угол откоса при заданном коэффициенте запаса устойчивости. Для установления этой зоны нами была разработана и составлена в графической форме зависимость безопасного расстояния (\mathcal{L}) от высоты откоса (H) и угла устойчивого откоса (α) при коэффициенте устойчивости $K_y \geq 1,3$ (рис.).

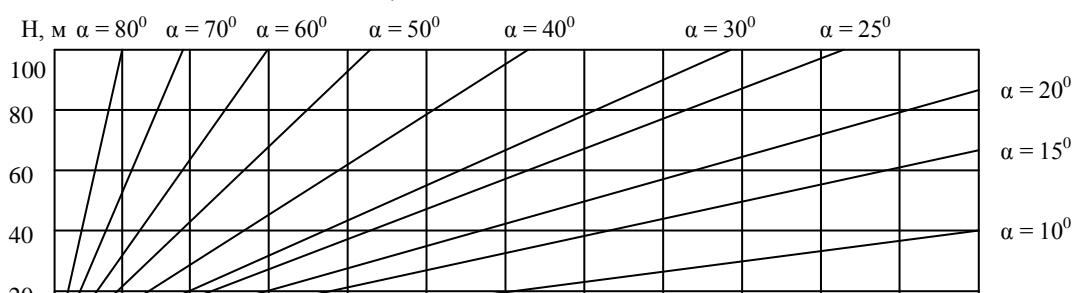


Рис. Зависимость безопасного расстояния от высоты и угла устойчивого откоса

С использованием данной методики для различных значений высоты склона были получены устойчивые углы откоса при коэффициенте запаса 1,3, что позволило установить расстояние (L) до безопасной зоны от бровки склона. Как видно из приведенных данных, при устойчивом угле наклона склона 34° и высоте 40 м оно составляет 60 м. В случае дополнительного увлажнения склона, его пригрузки при строительстве и действии сейсмических сил максимальное снижение угла откоса возможно до 22° , а бровка склона в этом случае приблизится к безопасной зоне на 25 м.

На основании выполненных исследований можно сделать вывод, что геоэкологические условия Лагерного Сада являются сложными и характеризуются довольно опасным состоянием геологической среды. Осушение грунтового массива с помощью дренажной горной выработки (ДГВ) будет способствовать повышению прочностных характеристик и устойчивости склона. При застройке территории в безопасной зоне необходимо организовать непрерывные наблюдения за состоянием и устойчивостью природно-технических систем с применением спутниковой геодезической аппаратуры и геофизического магнитометрического метода контроля за развитием глубинных оползневых процессов.

Литература

1. Маслов Н.Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов. – М.: Выс. шк., 1984. – 510 с.
2. Ольховатенко В.Е., Рутман М.Г., Лазарев В.М. Опасные природные и техноприродные процессы на территории г. Томска и их влияние на устойчивость природно-технических систем. – Томск: Печатная мануфактура, 2005. – 152 с.

К ОЦЕНКЕ УЩЕРБА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

А.А. Шлёнская

Научный руководитель профессор В.Ф. Панин
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Ущерб, наносимый природе в результате антропогенного воздействия, можно выражать в натуральной и экономической формах. В натуральной форме выражения ущерба значительную долю имеет социальная составляющая, которую очень трудно или вообще невозможно выразить экономически.

Хотя экономическую оценку ущерба от загрязнения атмосферы, гидросферы и литосферы провести очень сложно, попытки таких оценок делались неоднократно. По данным национального Совета США по контролю за загрязнением, ущерб США только от выбросов вредных веществ в атмосферу составил в 1968 году 1,6 млрд долларов, а в 1977 году – 24,9 млрд долларов. Столь резкое увеличение, по-видимому, связано не столько с увеличением экологической нагрузки на окружающую среду, сколько с ужесточением самих оценок и совершенствованием мониторинга.

Во Франции этот ущерб оценивается в три миллиарда долларов, в Канаде – 2,5 млрд долларов. Для СССР в 1980 году эта оценка составляла 11 млрд рублей. Все приведённые оценки были сделаны без учета ущерба здоровью населения.

По сферам влияния ущерб можно классифицировать по следующим признакам: ущерб от заболеваемости населения; ущерб сельскому хозяйству; ущерб лесному хозяйству и дикой природе; ущерб жилищному и коммунальному хозяйствам; ущерб промышленным объектам.

Для предприятий по методике Академии наук ущерб от загрязнения рекомендовано определять по формуле, которая представляет собой сумму ущербов. Этими ущербом являются: ущерб от увеличения расходов на текущий ремонт; от преждевременного наступления необходимости капитального ремонта; от сокращения срока службы основных объектов и оборудования; от недополучения продукции; прочие убытки.

Существуют попытки классифицировать ущерб по видам топлива, сгорание которого приводит к выбросам вредных веществ. Для органического топлива (природный газ, угли различных месторождений и мазута с различным содержанием серы) на территории СНГ была выполнена классификация по величине вызываемого ущерба. Анализируя полученные данные о нанесении ущерба при сжигании данных видов топлива, можно сказать, что природный газ наносит ущерб в одну относительную единицу, что соответствует минимальному наносимому ущербу, максимальный ущерб наносится сжиганием высокосернистого мазута, что составляет ущерб в 6,17 относительных единиц.

Рассмотрим воздействие, которому подвергаются материалы человеческой деятельности. Металлы подвержены коррозии. Основным фактором воздействия на металлы является воздух, его влажность и количественное содержание соли в данном объеме воздуха. Коррозия металлов начинается с «центров» неоднородности в структуре зерен поверхности. Это приводит к появлению электрохимического разделения зарядов и протеканию слабого электрического тока по влажной поверхности, инициирующего коррозию, поэтому повышенная влажность является ускорителем процесса, а основными загрязняющими веществами, ускоряющими процесс коррозии, являются оксиды серы и другие кислые газы. Вредное воздействие атмосферных загрязнителей на здания и скульптуры исторической ценности давно обсуждаются на международных конференциях. Основным видом повреждения каменных строений является эрозия поверхности и её обесцвечивание. Основными загрязняющими веществами, вызывающими данные виды повреждения, являются оксиды серы, другие кислые газы и аэрозоли. Другие факторы, оказывающие разрушающее воздействие: изменение влажности, колебания температуры, микроорганизмы, углекислый газ. Во Франции, например, давно уже заменили копиями все скульптуры, являющиеся историческими памятниками и находящиеся на открытом воздухе.

Прочность синтетических материалов под воздействием оксидов серы и азота снижается из-за разрыва гидроксильных цепей молекул. Скорость старения (по степени уменьшения прочности на разрыв) при содержании диоксида серы в воздухе $0,2 \text{ млн}^{-1}$ увеличивается вдвое. Аэрозоли, содержащиеся в воздухе, вызывают повышение загрязнения тканей. Наглядным примером воздействия загрязнителей на синтетические материалы является опыт, проведенный на автомобильных покрышках. Опыт показал, что увеличение концентрации озона существенно увеличивает скорость износа покрышек. Таким образом, можно сделать вывод, что увеличение концентрации любого загрязняющего вещества приводит к ускоренному старению любых синтетических материалов. Надо отметить, что экономические оценки ущерба от разрушения материалов при воздействии различных загрязняющих веществ сделать весьма сложно. Например, по оценкам, выполненным для США, ущерб от коррозии металлов в 1975 г. оценивался в 70 миллиардов долларов (ошибка оценки $\pm 30\%$). Однако из этой величины не выделена доля, связанная с действием загрязняющих веществ.

Наряду с выбросами загрязнителей и тепловым воздействием некоторые промышленные объекты повышают влажность воздуха. Особенно это характерно для электростанций, имеющих брызгальные бассейны или испарительные градирни. Масштабы этого воздействия значительны. Выбросы в атмосферу водяного пара приводят к образованию туманов и обледенению конструкций в зимний период, сокращению срока службы деревянных конструкций, выщелачиванию минеральных веществ из почвы и другим негативным последствиям.

Возможность оценивания величины экологического ущерба для юридических и физических лиц важна, во-первых, для общества в целом как предметное свидетельство издержек научно-технического прогресса, во-вторых, в связи с необходимостью компенсации предприятиями-загрязнителями ущерба, нанесённого юридическим или физическим лицам. Во втором случае возникает много затруднений, например, бывает сложным установить начало действия вредных факторов и их интенсивность в течение периода действия до момента обнаружения вредного

действия; появляются новые химические (физические) факторы, степень действия которых на среду и человека ещё не установлена и т. д. и т. п.. С неизбежностью возникают допущения, приближения, усреднения, однако подобные вопросы могут быть решены экспертами, специализирующимися в данной области.

Развитие сферы оценивания экологических ущербов и их компенсации соответствует установкам концепции устойчивого развития: определённость в оценке экологического ущерба и неотвратимость его компенсации – инструмент давления общества на самого себя для пресечения посягательств общества на устойчивость биосферы.