

Секция 15

ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ, ПЕРЕРАБОТКИ И МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА В XXI ВЕКЕ

А.И. Сечин, профессор

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В 2006 г. в России на опасных производственных объектах, подконтрольных Управлению по надзору за объектами нефтегазодобычи, переработки и магистрального трубопроводного транспорта, произошло 111 аварий и 44 смертельных несчастных случая. Общее снижение аварийности составило 18 %, а травматизма – 48 %.

Эта тенденция характерна для объектов нефтяной и газовой промышленности, магистрального трубопроводного транспорта, где число аварий уменьшилось на 17 %, объектов систем газораспределения и газопотребления, где число аварий сократилось на 24 %, и нефтехимических объектов, где число смертельных случаев снизилось на 64 %.

Вместе с тем отмечен рост аварийности в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности.

Основной проблемой обеспечения промышленной безопасности объектов газопереработки является недостаточные темпы обновления оборудования с истекшим сроком эксплуатации и морального старения.

Среди основных проблем обеспечения требуемого уровня промышленной безопасности на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса можно выделить следующие:

- крайне низкий уровень защищенности объектов нефтегазового комплекса от аварий с тяжелыми последствиями. Недостаточное внимание первых руководителей к вопросам интеграции управления промышленной безопасности в общую систему управления компаний является основным препятствием, не позволяющим принять эффективные меры по снижению аварийности и производственного травматизма;
- систематические нарушения компаниями требований по безопасному недропользованию на нефтяных месторождениях. Существование данной проблемы во многом предопределено недостатками законодательства Российской Федерации о недропользовании;
- неудовлетворительное состояние геологоразведочных скважин на нефть и газ, пробуренных за счет государственных средств организациями Мингео СССР и Мингео РФ при проведении поисково-разведочного бурения на нефть и газ. При изменившихся экономических условиях эти скважины частично оказались в распределенном фонде недр – 68 тыс. скважин, в нераспределенном фонде недр – 6 тыс. скважин, 10 тыс. скважин не имеют балансодержателя и являются «бесхозными».

Общая протяженность линейной части магистральных трубопроводов составляет более 231 тыс. км, из которых: магистральные газопроводы – 161,1 тыс. км; магистральные нефтепроводы – 49 тыс. км; магистральные продуктопроводы – 19,5 тыс. км; аммиакопроводы – 1,4 тыс. км.

Анализ показывает, что основные угрозы целостности опасным производственным объектам магистрального трубопроводного транспорта являются следствием следующих факторов:

1. Интенсивное развитие стресс-коррозионных процессов на магистральных газопроводах большого диаметра.

Если в период с 1991 по 1996 гг. доля аварий по причине коррозионного растрескивания в общем балансе аварийности по ОАО «Газпром» составляла около четверти, с 1998 по 2003 г.г. аварии по этой причине составили треть от общего количества, то в последующие годы они составили уже более 50 %.

2. Значительный рост случаев несанкционированного подключения в нефте- и нефтепродуктопроводы с целью хищения транспортируемого продукта.

3. Аварийность по причине брака строительно-монтажных работ обусловлена отсутствием эффективной системы технического надзора за соблюдением проектных решений в период интенсивного строительства объектов магистрального трубопроводного транспорта в 70–80 гг. прошлого века и недостаточной оснащенностью строительных организаций специальным оборудованием.

В настоящее время в системе магистрального трубопроводного транспорта эксплуатируется 7290 поднадзорных Ростехнадзору объектов.

Наиболее характерными нарушениями требований промышленной безопасности являются:

- нарушение охранных зон и зон минимально допустимых расстояний до объектов магистрального трубопроводного транспорта;
- размывы и оголения участков трубопроводов небольшой протяженности паводковыми водами;
- наличие участков магистральных трубопроводов с непроектной глубиной залегания трубы;
- допуск к самостоятельной работе персонала без профессиональной подготовки;
- недостаточная защищенность объектов от возможных механических повреждений и террористических проявлений.

Основными проблемами, влияющими на промышленную безопасность объектов магистрального трубопроводного транспорта, являются:

- недостаточный объем капитального ремонта трубопроводов;
- недостаточный уровень телемеханики и автоматизации объектов магистрального трубопроводного транспорта;
- прием на баланс газораспределительных станций, не входящих в единую систему газоснабжения;
- отсутствие комплекса мероприятий по соблюдению охранных зон и зон минимально допустимых расстояний от магистральных трубопроводов до зданий и сооружений и устранению выявленных нарушений;
- недостаточность принимаемых мер защиты со стороны предприятий, эксплуатирующих магистральные нефтепроводы, от попыток хищения нефти.

В качестве направлений по повышению промышленной безопасности трубопроводного транспорта природного газа, нефти и нефтепродуктов предлагается реализовать следующие мероприятия:

- ускорить разработку и принятие технического регламента «О безопасности магистрального трубопроводного транспорта, внутрипромысловых и местных распределительных трубопроводов»;
- разработать и принять правила по строительству и эксплуатации морских трубопроводов;
- разработать критерии по определению условий дальнейшей эксплуатации объектов, проработавших более 30 лет.

Анализ произошедших аварий и несчастных случаев показал, что доминирующими факторами, характеризующими состояние потенциально опасного риска производственных объектов явились:

- несовершенство технологий,
- недоработки в проектной документации,
- конструктивные недостатки оборудования.

Тем не менее, следует отметить, что уровень принятых технических решений строящихся объектов соответствует требованиям промышленной безопасности, а проектная документация на указанные объекты имеет положительные заключения экспертизы промышленной безопасности.

Вместе с тем, экспертные проверки состояния промышленной безопасности установили многочисленные нарушения требований промышленной безопасности, общие для объектов нефтепродуктообеспечения, такие как:

- Отсутствие эксплуатационной, технической документации на здания, сооружения, оборудование и трубопроводы, производственных инструкций и необходимой нормативно-технической документации.
- Технологические процессы хранения не обеспечены приборами контроля уровня в резервуарах и датчиками дозрывных концентраций.
- Не всегда своевременно проводятся работы по диагностике оборудования, зданий и сооружений, отработавших нормативный срок службы. Периодическая проверка знаний производственного персонала требований нормативных документов по промышленной безопасности.
- Отдельные организации осуществляют деятельность без лицензии на эксплуатацию опасных производственных объектов.

Анализ состояния промышленной безопасности показал, что на всех крупных предприятиях химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности одной из остро стоящих нерешенных проблем является неустойчивое энергообеспечение.

Большое количество инцидентов (до 35 % от общего количества) происходит из-за нарушений в системах энергообеспечения. Постоянные посадки напряжения, как по вине ТЭЦ, так и по вине самих предприятий создают предаварийную обстановку, особенно в зимний период.

Вместе с тем, анализ состояния промышленной безопасности показал, что износ основного технологического оборудования опасных производственных объектов акционерных обществ доходит до 85 %.

Оборудование продолжает эксплуатироваться только за счет запаса прочности, конструктивно заложенного при его изготовлении.

Замена оборудования на предприятиях ведется крайне медленными темпами (в год заменяется 5–6 % оборудования) и только по факту выхода его из строя, не всегда обеспечивается своевременное проведение экспертизы зданий и сооружений на опасных производственных объектах, не соблюдаются сроки вывода из эксплуатации и замены изношенного оборудования.

При этом требуют решения следующие проблемы безопасности:

- Экономические преобразования в стране привели к появлению «бесхозных» газопроводов. В настоящее время таких насчитывается более 11 тыс. км.
- Физический износ сооружений и оборудования, несовершенство систем защиты, эксплуатация газоиспользующих установок в ручном режиме.
- Несанкционированные врезки в газопроводы и хищение углеводородов.
- Резкий рост объемов строительства газораспределительных сетей.
- Необходима организация стабильной работы ГРС независимо от погодных условий, жесткий контроль со стороны газораспределительных организаций за качеством газа.
- Несоблюдение организациями, выполнявшие земляные работы, требований «Правил охраны газораспределительных сетей», нарушение порядка производства земляных работ.

- Недостаточный уровень качества строительства.
- Недостаточный уровень качества подготовки кадров.
- Недостаточный уровень качества эксплуатации газовых сетей газораспределительными организациями.

С подобными производственными «успехами» мы вступаем в завтрашний день.

Согласно имеющимся на сегодняшний день подсчётам, ориентировочное количество метана, содержащегося в виде кристаллогидрата в донных отложениях Мирового океана и вечной мерзлоте, составляет, по крайней мере, 250 трлн м³, что в пересчёте на традиционные виды топлива более чем в 2 раза превышает количество имеющихся на планете запасов нефти, угля и газа вместе взятых.

Кристаллогидрат или просто гидрат метана представляет собой комплекс молекул метана (CH₄) и воды, образующей вокруг тетраэдра молекулы метана нечто вроде каркаса (рис.).

Внешне вещество напоминает мокрый снег или соль. Образуется кристаллогидрат метана при значительном давлении (26 и больше атмосфер) и низкой температуре (для метана критической является – 21,5 °С), какие наблюдаются в зоне вечной мерзлоты и на больших глубинах в океане.

Изменение указанных условий приводит к нарушению целостности комплекса, и, в конечном счёте, система деградирует с выделением метана и воды.

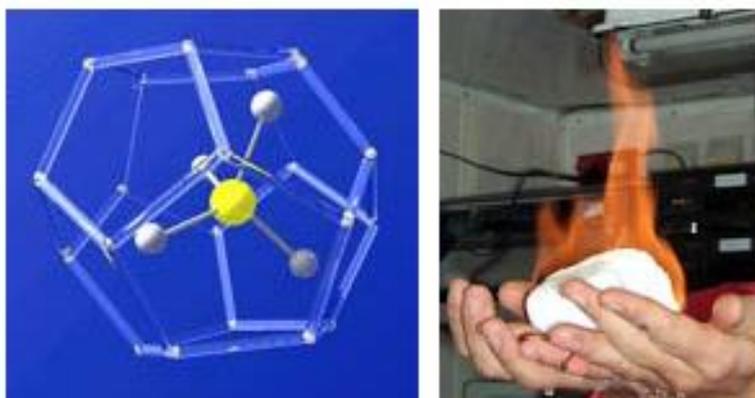


Рис. Комплекс гидрат метана и его горение

Из дневниковой записи известного полярного исследователя Седова: «Однажды, во время полярной ночи Седов остановился на отдых в карельской семье. Собрав сухую растительность, хозяйка развела костер, на котором кипятила воду. Когда костер затухал, она бросала в него кусочки льда, и костер разгорался с новой силой».

Спустя сто лет, подобные горючие льдинки были обнаружены академиками Н.В. Черским и А.Н. Трофимчуком в виде кристаллов на дне Северного Ледовитого океана, на глубине 200 и более метров. Было установлено, что это кристаллогидраты, образовавшиеся из природного газа (метана), выделяющегося из пористого морского дна. При извлечении этой массы на поверхность она сублимируется в обычный газ метан.

Сложности при добыче метана из отложений кристаллогидрата вполне понятны – это и бурение под водой на больших глубинах, и очистка кристаллогидрата от мула, да и проблема утечки далеко не последняя, ведь по мере падения давления и роста температуры гидрат начинает испаряться, и выделяющийся метан растворяется в воде или уходит в атмосферу.

Япония является наиболее активной в разработке «метанового» направления, однако не единственной державой, заинтересованной в данной сфере. По данным геологоразведочной службы США, запасы кристаллогидрата метана в Соединённых штатах составляют около 336 000 трлн кубических футов. Это приблизительно в 200 раз больше доступных запасов и резервов природного газа, имеющихся в стране.

Рассматривая перспективы развития отрасли очевидны увеличение общих объемов добычи углеводородов, а также разведка новых месторождений. Расширение методов и средств технологии добычи: добыча метана при газификации угля; переработка попутного нефтяного газа; добыча гидрат метана. Изменение технологии транспорта и хранения: транспорт попутного нефтяного газа; транспорт метана при газификации угля; перевод углеводородов из газофазного состояния в жидкофазное; использование сорбентов как носитель.

Основные проблемы при обеспечении безопасности на объектах нефтегазодобычи, переработки и магистрального трубопроводного транспорта: разработка новых нормативных документов; разработка методологии секционирования технологических объемов и площадок; разработка огнепреградительных систем; разработка новых средств пожаротушения.

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Аксенова¹

Научный руководитель ведущий специалист-эксперт Д.М. Шрамов²

¹Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

²УТЭН Ростехнадзора по Томской области, г. Томск, Россия

Государственный учет вредных воздействий на атмосферный воздух и их источников является одним из основных направлений работ по охране атмосферного воздуха.

В целях осуществления государственного учета вредных воздействий предприятия, осуществляющие выбросы в атмосферный воздух, ежегодно предоставляют отчетную документацию – ежегодную статистическую отчетность по форме № 2-ТП (воздух). На основании этого документа обобщаются данные о количестве выбросов в регионе (в районе, в городе, области, республике, крае и т.д.). Данная информация позволяет выделить отрасли, дающие наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха, выявить основные загрязняющие вещества, проследить динамику валового выброса загрязняющих веществ на рассматриваемой территории.

На территории Томской области по состоянию на 01.01.2009 в Управлении Ростехнадзора находится на учете 3332 объекта негативного воздействия, из них порядка 1729 осуществляют выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух (табл. 1).

Таблица 1

Количество предприятий, находящихся на учете Томской области

Наименование	Количество, шт.				
	в 2004	в 2005	в 2006	в 2007	в 2008
Всего ОНВ находится на учете	2254	2528	2244	2296	3332
в т. ч.					
осуществляют выброс в атмосферный воздух	1187	1312	1232	1449	1729
в т. ч.					
имеют разрешение на выброс ЗВ	нет	1121	1103	1171	
не имеют разрешения на выброс ЗВ	данных	191	130	278	

Количество принятых отчетов по годам по форме 2-ТП (воздух) представлено в табл. 2.

Таблица 2

Количество представленных отчетов по форме № 2-ТП (воздух)

Наименование	Принято отчетов, шт.				
	в 2004	в 2005	в 2006	в 2007	в 2008
УТЭН Ростехнадзора по Томской области	1187	1116	1139	1178	1272
Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Томской области	464	453	420	н/д	н/д

При изучении динамики выбросов были учтены выбросы загрязняющих веществ по всем представленным Ростехнадзору отчетам 2-ТП (воздух), валовый выброс по годам представлен в табл. 3.

Таблица 3

Валовый выброс загрязняющих веществ по данным статотчетности 2-ТП (воздух)

Наименование	Валовый выброс, тыс. т				
	в 2004	в 2005	в 2006	в 2007	в 2008
УТЭН Ростехнадзора по Томской области	304,6	276,5	312,5	321,951	328,694
Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Томской области	296,5	280,5	284,7	н/д	н/д

Управлением по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора по Томской области производится прием статотчетности по форме № 2-ТП (воздух) от всех объектов негативного воздействия (совокупности источников в пределах промышленной площадки), что позволяет дать более полную характеристику состояния атмосферного воздуха по Томской области.

На территории Томской области все юридические лица, имеющие источники выбросов подлежат государственному учету.

За 2008 г. в атмосферный воздух Томской области по данным статистической отчетности 2-ТП (воздух) поступили выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников загрязнения атмосферы 1272 объектов негативного воздействия. В целом по области суммарный объем выбросов от стационарных источников составил 328,694 тыс. т.

Приведенный автором анализ установил, что по территории Томской области антропогенная нагрузка на атмосферный воздух распределена неравномерно, и наибольшее загрязнение отмечается в местах размещения предприятий нефтегазодобывающей отрасли: в Кargasокском, Парабельском, Александровском районах. В населенных пунктах области загрязнение воздушной среды обусловлено функционированием промышленных предприятий, жилищно-коммунальных комплексов и автотранспорта.

Основная масса выбросов стационарными источниками на территории Томской области приходится на районы: Кargasокский – 149,4 тыс. т (45,5 %), г. Томск и г. Северск – 57,3 тыс. т (17,4 %), Парабельский – 51,6 тыс. т (15,7 %), Александровский – 46,5 тыс. т (14,1 %) (рис.).



Рис. Распределение антропогенной нагрузки, оказываемой стационарными источниками, на территории Томской области

Основное увеличение выбросов от стационарных источников по Томской области отмечено в г. Томске и г. Северске (на 12,7 тыс. т или 28,5 %) и в Александровском районе (на 4,4 тыс. т или 10,7 %).

На основе анализа динамики за 2008 г. нами сделан вывод, что наблюдается устойчивая тенденция по увеличению валового выброса загрязняющих веществ на территории Томской области. Однако для того, чтобы выявить причины данного увеличения, необходимо провести более глубокий анализ динамики выбросов по конкретным предприятиям.

ИСПЫТАНИЕ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА ПРИ ОЦЕНКЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ЖИВОТНОВОДЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ

Ю.В. Анищенко

Научный руководитель доцент М.Э. Гусельников

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Согласно Трудовому Кодексу работодатели должны проводить аттестацию рабочих мест по условиям труда. Во время аттестации проводится оценка рабочих мест для выявления вредных и опасных производственных факторов, травмобезопасности и обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты. В итоге предлагаются мероприятия по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда.

Опасные производственные факторы могут быть причиной острого заболевания или внезапного резкого ухудшения здоровья, а вредные факторы при определенных условиях (интенсивность, длительность) вызывают профессиональную патологию.

В соответствии с правилами по охране труда [1] технологические процессы не должны сопровождаться загрязнением окружающей среды (воздуха, почвы, водоемов) вредными веществами в концентрациях, превышающих предельно допустимые уровни. Для каждого загрязняющего воздух вещества установлены показатели предельно допустимых концентрации рабочей зоны ПДКр.з, превышение которых недопустимо [2]. Например, предельно допустимая концентрация содержания аммиака согласно гигиеническим нормативам в воздухе рабочей зоны составляет 20 мг/м³.

В животноводческом комплексе одним из вредных факторов является образование вредных веществ в помещениях содержания животных. Концентрация газов в воздухе рабочей зоны, как правило, не превышает предельно допустимых уровней. Степень загрязнения воздуха зависит от способа содержания животных, периода года, чистоты животноводческих помещений и их дезинфекции. Одним из выраженных неблагоприятных факторов производственной среды животноводов является специфический неприятный запах. Он обусловлен присутствием в воздухе аминов, альдегидов, кетонов, аммиака, сероуглерода и других веществ, образующихся при разложении навоза.

Испытательная лаборатория Томского политехнического университета проводила аттестацию рабочих мест по условиям труда на двух предприятиях животноводческого комплекса – «Свинокомплекс Томский» и «Асиномолоко». Во время аттестации оценивалось содержание аммиака в воздушной среде рабочих помещений.

Для количественной оценки загрязнителей воздушной среды используют различные приборы газового анализа – газоанализаторы, сигнализаторы, стационарные газоанализаторы. Для анализа аммиака в настоящее время наибольшее распространение получили приборы на основе электрохимических, термохимических и полупроводниковых датчиков. В данном исследовании применялся газоанализатор с электрохимическим датчиком «Комета-4». Принцип действия электрохимических датчиков основан на определении зависимости между током и количеством определяемого компонента, окисляющегося или восстанавливающегося на индикаторном электроде. К достоинствам электрохимических датчиков можно отнести простоту конструкции, невысокую стоимость, высокую точность, а к недостаткам – чувствительность выходного сигнала к не измеряемым компонентам анализируемой смеси (низкую селективность) и недолгий срок службы.

Содержание животных на этих предприятиях существенно различается, что оказывает влияние на уровень содержания аммиака в воздухе рабочей зоны.

В «Свинокомплексе Томский» животные находятся в закрытом обогреваемом помещении, в котором поддерживается температура около 20 °С. Организация технологических процессов содержания животных, приготовления кормов, получения молока обеспечивает максимальную механизацию и автоматизацию производства. Уборка мусора осуществляется с помощью конвейера. Крупный мусор отправляется в бункер и вывозится, а мелкий и жидкий мусор сортируется и направляется в отстойники и очистные сооружения.

Отстойники и очистные сооружения являются непостоянными рабочими местами, и на них временами уровень содержания аммиака превышает значение предельно допустимых концентраций. Также при повышенной загазованности возможна работа при различных авариях и при ремонте технологического оборудования очистных сооружений. В этих случаях работники используют средства индивидуальной защиты.

В «Асиномолоко» животные находятся в открытом помещении, которое не отапливается. Все работы проводятся вручную, производство неавтоматизированно. В связи с тем, что помещение проветриваемое, при проведении аттестации рабочих мест превышение уровня аммиака не наблюдалось.

На основе проведенных исследований можно сделать вывод, что на рабочих местах «Свинокомплекса Томского» труд автоматизирован и тяжесть труда меньше, но из-за того, что помещение закрытое возможно превышение уровня загазованности по аммиаку. Таким образом, современная автоматизация технологического процесса не всегда позволяет создать благоприятные условия труда на рабочем месте.

Литература

1. ПОТ РО 006-2003 Правила по охране труда в животноводстве.
2. ГН 2.2.5.1313-2003 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ Е.Ю. Арзамасцева

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

Современное промышленное и сельскохозяйственное производства используют огромное количество различных химических веществ. Многие химические вещества в виде отходов оказываются на свалках и в сточных водах, воздушной среде, вызывая возрастающее загрязнение окружающей среды. В связи с этим возникает вопрос о возможности возникновения необратимого разрушения биогеохимической структуры среды обитания человека. Для решения поставленной задачи о взаимодействии поллютантов и окружающей среды разработан ряд подходов на основе экологической оценки риска, которую применяют в случаях, когда невозможно дать однозначный ответ о влиянии химического загрязнения на здоровье человека [1].

Экологический риск (ЭР) (Environment Risk, ER – в англоязычной литературе) – вероятность увеличения смертности или числа заболеваний людей при увеличении концентрации того или иного загрязнителя (суммы загрязнителей) в окружающей среде [2]. Оценка экологического риска – процесс оценки вероятности возникновения обратимых или необратимых изменений в биогеохимической структуре и функциях экосистем в ответ на антропогенное воздействие [1].

Рассмотрим качественную оценку риска загрязнения одного из компонентов окружающей среды – атмосферу Томской области. Основными источниками загрязнения атмосферы Томской области являются: промышленные, энергетические, транспортные, сельскохозяйственные, бытовые и др. предприятия.

По территории Томской области антропогенная нагрузка на атмосферный воздух распределена неравномерно, наибольшее загрязнение отмечается в местах размещения предприятий нефтегазодобывающей отрасли: в Каргосокском районе – 126,4 тыс. т, (38,3 %), Парабельском районе – 77,1 тыс. т (26,8 %) и Александровском районе – 22,4 тыс. т (7,8 %) [3]. В населённых пунктах области загрязнение воздушной среды обусловлено функционированием промышленных предприятий, жилищно-коммунальных комплексов и автотранспорта – 26,9 тыс. т (9,4 %). Многие химические процессы в тропосфере городов Томской области связаны с выбросами поллютантов за счёт различных источников, среди которых преобладают транспортные выбросы. Так, основным источником поступления загрязняющих веществ в атмосферу является автотранспорт: Асино – 56 %, Колпашево – 59 %, Томск – 74,5 %, Стрежевой – 75,1 % от общегородских валовых выбросов [3]. Также основной вред атмосфере наносят выбросы предприятий нефтегазодобывающего комплекса – 226,42 тыс. т (78,2 %), производство тепла, электроэнергии (жилищно-коммунальные хозяйства) – 30 тыс. т (10,4 %), химического и нефтехимического производства – 10,4 тыс. т (3,6 %). Основные выбросы загрязняющих веществ приходятся на следующие предприятия: Томская ГРЭС-2 ОАО «Томскэнерго» (5 тыс. т) и Томская ГЭЦ – 3 ОАО «Томскэнерго» (5,5 тыс. т), также ООО «Колпашевские коммунальные системы» (3,2 тыс. т), ООО «Коммунальные системы Кожевниково» (0,6 тыс. т), предприятия нефтехимической промышленности ОАО «Томский нефтехимический завод» (4,4 тыс. т) и ЗАО «Метанол» (3,9 тыс. т) [3].

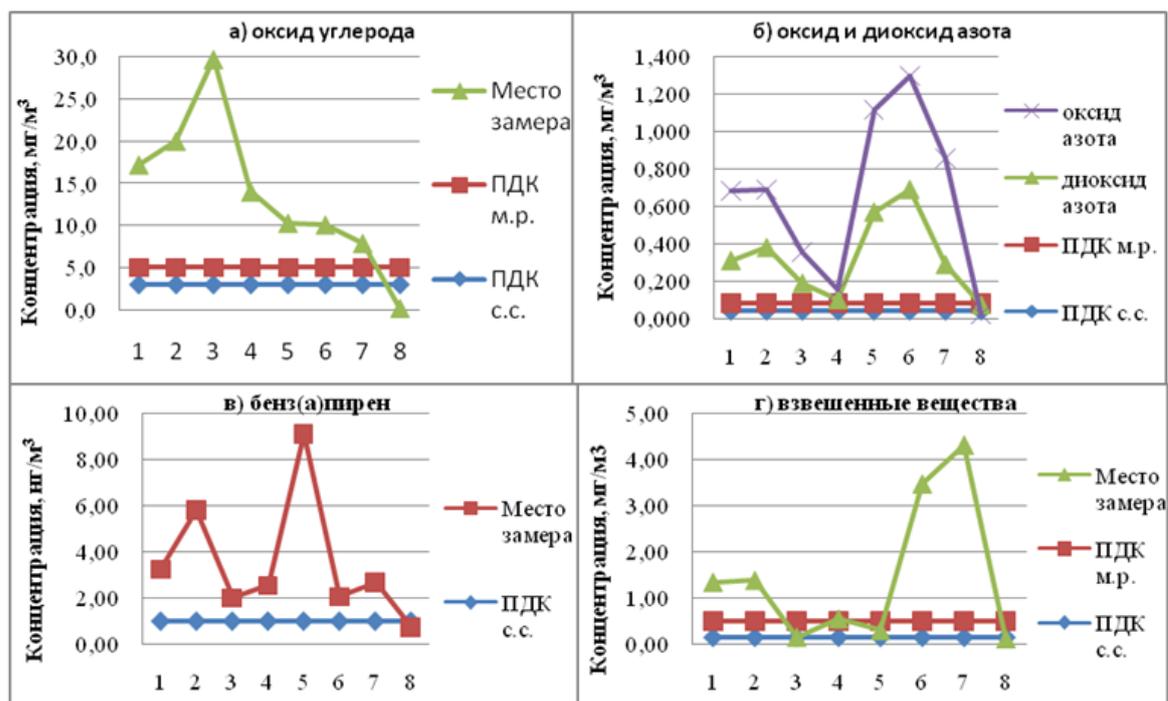


Рис. Концентрация загрязняющих веществ в воздухе на территории г. Томска

Состояние атмосферы во многом определяет величины экологического риска как для здоровья населения, так и для экосистем [1]. Значительная часть заболеваний в Томской области обусловлена воздействием неблагоприятных экологических факторов, в число которых входит загрязнение атмосферного воздуха.

Мониторинг загрязнения воздуха систематически ведётся только в г. Томске. Наблюдения проводятся на 6 стационарных станциях Государственной службы наблюдений за состоянием окружающей среды комплексной лабораторией мониторинга загрязнения окружающей среды государственного учреждения «Томский областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (ЦГМС). Службы санэпиднадзора и ОГУ «Облкомприрода» также проводят наблюдения за состоянием воздуха [3]. По данным контроля загрязнения атмосферного воздуха весной 2008 г. на маршрутных постах выявлено, что средние по городу предельно допустимые концентрации (далее ПДК) сернистого ангидрида, сероводорода, сажи,

метилового спирта в целом не превысили норм. Однако, среднегодовая концентрация оксида углерода, 3,4-бензпирен, оксида и диоксида азота, взвешенных веществ по городу превысила санитарные нормы [4].

Точки отбора проб приземного воздуха: 1 – ул. Яковлева – ул. Пушкина, 2 – ул. Красноармейская – ул. Герцена, 3 – пл. Ленина, 4 – ул. Фрунзе – ул. Шевченко, 5 – ул. Пушкина – ул. Транспортная, 6 – пер. Иркутский – ул. Читинская, 7 – пр. Кирова – ул. Красноармейская, 8 – пос. Светлый)

Высокие уровни экспозиции (пятикратное превышение ПДК_{м.р.}) к окиси углерода (рис. 1, а), обладающей воздействием на кровь и сердечно-сосудистую систему, составляют наибольшую опасность населению, проживающему на территориях Советского и Ленинского районов. При вдыхании оксид углерода проникает в кровь и образует комплексное соединение с гемоглобином (карбоксигемоглобин). Реакция проходит в 210 раз быстрее, чем с кислородом, что приводит к кислородной недостаточности. Увеличенные ПДК оксида углерода способствуют возрастанию смертности лиц с сердечно-сосудистыми заболеваниями [3]. Наибольший риск от высоких уровней экспозиции диоксида и оксида азота (рис. 1, б) определён в Советском и Октябрьском районах (превышение санитарных норм в 4,4 раза). Воздействие оксидов азота в основном проявляется на органы дыхания (лёгкие и бронхи). Воздействию оксидов азота в большей степени подвергаются дети и люди, страдающие сердечно-сосудистыми заболеваниями. В зависимости от концентрации диоксид азота вызывает: раздражение слизистых оболочек носа и глаз ($C = 0,001 \%$), кислородное голодание ($C = 0,002 \%$) и отёк лёгких ($C = 0,008 \%$). Помимо диоксида азота и оксида углерода значительный вклад в повышенные уровни загрязнения атмосферного воздуха вносят взвешенные вещества (рис. 1, г). От воздействия взвешенных веществ, риск на приемлемом уровне в пос. Светлый, тогда как на перекрёстках ул. Фрунзе – Шевченко, Красноармейской – Герцена, в районе ул. Пушкина, на высоконагруженных автомагистралях, в зонах влияния предприятий ОАО «ЖБК 100», ОАО «Керамзит», ОАО «Томский завод ДСП», являющимися источниками загрязнения берёзовой рощи на Каштаке и района перекрёстка пр. Мира – ул. Интернационалистов – на сигнальном уровне.

Результаты исследований, полученных в последнее время, свидетельствуют, что компоненты выбросов автотранспорта вносят более чем 50 %-й вклад в величину риска заболеваемости населения болезнями органов дыхания. С отработавшими газами автотранспорта в атмосферный воздух попадает до 200 различных химических веществ, среди которых особенно опасны для здоровья: акролеин – обладает резким запахом, раздражает слизистые и является сильным лакриматором, т.е. вызывает слезотечение, повышает риск развития онкологических заболеваний, вызывает поражение нервной системы. Акролеин и формальдегид относятся к группе веществ, провоцирующих развитие астмы; бенз(а)пирен (рис. 1, в) – постепенно накапливаясь до критических концентраций стимулирует образование злокачественных опухолей [5]; сажа – непосредственной опасности для человека не представляет, способствует усилению других токсических компонентов [5]; соединения свинца – поражение центральной нервной системы и кровеносных органов [5].

Поскольку автомобильный парк города непрерывно растёт (количество автотранспорта в Томске составляет 220 единиц на тысячу горожан, а уровень загрузки основных магистралей города в 3,5–5,3 раза превышает пропускные возможности магистралей [6]), для снижения загазованности воздушной среды рекомендуется следующее: продумать оптимальные схемы транспортных развязок, для снижения загрузки основных магистралей, совершенствование устройств и систем очистки отходящих газов, содержащих вредные выбросы [7], следует создавать экологически чистые топливные двигатели, увеличивать зоны зелёных насаждений и т.д.

В 2006 г. общая и первичная заболеваемость населения Томской области болезнями органов дыхания составила соответственно 371,2 (22,7 %) и 309,3 (38,7 %) на 1000 населения [8]. Основной удельный вес (90 %) среди болезней органов дыхания занимают острые респираторные заболевания (ОРЗ) и грипп, другие воспалительные болезни верхних дыхательных путей, хронические заболевания составляют 9–12 % [8].

Таким образом, применение критериев риска к здоровью населения от загрязнения атмосферы позволяет установить достоверные причинно-следственные связи в системе «среда – здоровье». Уменьшение как канцерогенного, так и не канцерогенного риска возможно при сокращении выбросов автотранспорта [1].

Для предупреждения острых (немедленных) токсических эффектов необходимо применять максимальные разовые предельно допустимые концентрации (ПДК_{м.р.}). Для расчёта риска токсических эффектов в результате хронического (долговременного) воздействия загрязняющих веществ в атмосфере необходимо воспользоваться принципом: если максимальная недействующая концентрация, т. е. ПДК, гарантирует с вероятностью менее 5 % отсутствие токсического эффекта на протяжении жизни человека, то минимально действующая, т. е. $C_{пор.}$ концентрация гарантирует с вероятностью 95 % его появление.

В целом на территории Томской области экологический риск загрязнения атмосферы можно оценить как удовлетворительный: состояние атмосферного воздуха по сравнению с предыдущими годами постепенно улучшается, индекс загрязнения атмосферы снизился на несколько единиц, решаются проблемы с отходами производства и потребления. Однако остаётся ещё ряд серьёзных экологических проблем, требующих неотложного принятия мер по их решению.

Литература

1. Башкин В.Н. Экологические риски: расчёт, управление, страхование: Учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 2007. – 360 с.
2. Экологический энциклопедический словарь. – М.: Издательский дом «Ноосфера», 1999. – 930 с.
3. Резник В.Я., Цехановская Н.А., Нехорошев О.Г., Мангазеева Т.А. Состояние атмосферного воздуха // Экологический мониторинг. Состояние окружающей среды Томской области в 2006 году. – Томск: Графика, 2007. – 148 с.

4. http://www.green.tsu.ru/htmls/ecoTomsk/2_8.htm
5. Козлов Ю.С., Меньшова В.П., Святкин И.А. Экологическая безопасность автомобильного транспорта. – М.: Агар, 2000. – 175 с.
6. <http://sibir.rian.ru/economy/20070212/81550854-print.html>
7. Мониторинг и управление качеством приземного воздуха в Российской Федерации и Великобритании / Под ред. В.Ф. Панина, В.А. Попова. – Томск: Дельтаплан, 2003. – 228 с.
8. Пилипеленко В.Г., Брехова Е.В., Несветайло Н.Я. Здоровье населения // Экологический мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области в 2006 году. – Томск: Графика, 2007. – 148 с.

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ РАБОТЫ ЦИКЛОНА

Е.Ю. Арзамасцева

Научный руководитель доцент М.В. Василевский

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Выделение частиц из запыленного газа при его криволинейном движении широко распространено в практике газоочистки.

Противоточный циклонный пылеуловитель является основным элементом в системах газоочистки большинства производств нефтегазодобывающей, энергетической, химической, машиностроительной, строительной, пищевой и других промышленности. Процесс пылеотделения состоит из нескольких этапов: закрутка потока, концентрирование и вывод частиц из сепарационной зоны, формирование слоя в приемнике, удаление уловленной пыли из приемника. Нарушение любого из этапов приводит к неудовлетворительной работе пылеуловителя.

В противоточных аппаратах зона разделения частиц по крупности реализуется по высоте. Существует большое разнообразие конструкций аппаратов – циклонных обеспыливателей с противоточным движением аэрозоля [1]. Имеется много противоречивых данных о сравнительных характеристиках противоточных циклонных пылеуловителей. В [2] приведены сведения о сопоставлении эффективности обеспыливания газа, гидравлического сопротивления циклонов с сужающимся конусом, расширяющимся (обратным) конусом, цилиндрическим корпусом. Сравнимые аппараты имели одинаковые входные, выходные патрубки, приемники пыли. Циклон с сужающимся конусом имеет на 20 % сопротивление больше, чем циклон с обратным конусом. В коническом циклоне эффективность очистки увеличивается до 97,5 % с достижением скорости входа 13 м/с и уменьшается до 96 % с увеличением скорости входа до 18 м/с. Циклон с обратным конусом имеет эффективности при указанных скоростях входа 97 и 98 % соответственно. В осаждении частиц в циклоне существенное значение имеет агломерация частиц [3]. В производстве технического углерода продукт представляет частицы размером 0,01–0,55 мкм. Частицы технического углерода почти всех видов уже в процессе получения соединяются в цепочки или образуют более сложные разветвленные структуры. В пристенной области явления сгущения, агломерации усиливаются из-за миграционных эффектов в турбулентном потоке. В связи с этим полагается, что основным механизмом улавливания пыли в циклоне является жгутообразование в криволинейном потоке даже при незначительных центробежных силах, т. е. мелких частицах. Видимо в пристенной области проявляются другие (миграционные) эффекты, на которые указывается в [3].

Для мелкой пыли существенным моментом является ее налипание на поверхности и способность образовывать отложения. Имеются различные методы оценки адгезии, аутогезии пылей [1], однако эти явления в каждом конкретном случае имеют особенности, определяемыми аэродинамической обстановкой, взаимодействием частиц со стенкой и между собой, а также поверхностными свойствами частиц. В циклонах с тангенциальным или улиточным вводом запыленного газа вблизи верхней крышки формируются тороидальные вихри, в которых аккумулируется пыль, периодически, по мере накопления, выпадающая в сепарационный объем [1]. Это приводит к нестационарности течения аэрозоля и процессов жгутообразования в пристенной области сепарационного объема. В конической части циклона более интенсивно происходит жгутообразование из частиц и их выделение в приемнике. Однако с внезапным поступлением пыли из верхней части в результате ее выпадения в нижней части конуса происходит торможение потока, интенсивность крутки уменьшается, давление в приемнике увеличивается [3]. При этом происходит накопление крупных частиц, и начало вынужденного вихря перемещается из приемника в объем циклона.

В реальных условиях концентрация пыли в потоке не стационарна. В конических циклонах в области пылевыводных отверстий происходит усиления нестационарного воздействия частиц на поток в сотни раз. Поэтому начало формирования вынужденного вихря может перемещаться из приемника в объем периодически. Колебания давлений в канале формирования подвижного слоя и непрерывной выгрузке пыли работающего циклона наблюдались постоянно, даже в начальный период поступления пыли в систему [3].

Индикатором устойчивости процессов обеспыливания является перепад давления между выходным патрубком и цилиндрической частью циклона, а также величина разрежения в приемнике циклона. Показателем устойчивости потока, а, следовательно, и процесса сепарации, является интенсивность вихря, которая характеризуется перепадом давления между периферией и осью в циклоне.

Радиальный перепад давления определяется уровнем крутки потока.

$$\Delta P = \int_0^{R_H} \rho \frac{V^2}{r} dr = \int_0^{r_m} \rho \frac{V^2}{r} dr + \int_{r_m}^{R_1} \rho \frac{V^2}{r} dr + \int_{R_1}^{R_H} \rho \frac{V^2}{r} dr ; \quad (1)$$

$$V = V_{\Delta} \left(\frac{R_n}{r} \right)^n \text{ при } R_n > r > r_m; \quad V = V_{\Delta} r \left(\frac{R_n}{r_m} \right)^n \text{ при } r < r_m, \quad (2)$$

где r_m – радиус максимального значения окружной скорости в конкретном сечении, R_1 – радиус выхлопного патрубка. Приведенные уравнения позволяют вычислить значение показателя степени, значения радиуса r_m по данным измерения перепада давлений на стенке выхлопного патрубка и оси, периферии и оси. Вверху циклона давление на поверхности радиуса r_m неизвестно поэтому, оно должно быть определено.

$$\overline{\Delta P}_{0-m} = \frac{\Delta P_{0-m}}{\rho \frac{V_{\Delta}^2}{2}} = \left(\frac{R_1}{r_m} \right)^{2n}; \quad \overline{\Delta P}_{1-n} = \frac{\Delta P_{1-n}}{\rho \frac{V_{\Delta}^2}{2}} = \frac{1}{n} \left[\left(\frac{R_n}{R_1} \right)^{2n} - 1 \right]; \quad (3)$$

$$\overline{\Delta P}_{0-m} + \overline{\Delta P}_{m-1} = \overline{\Delta P}_{0-1} = \left(\frac{R_1}{r_m} \right)^{2n} + \frac{1}{n} \left[\left(\frac{R_1}{r_m} \right)^{2n} - 1 \right] = \overline{\Delta P}_{0-m} + \frac{1}{n} \overline{\Delta P}_{0-m} - 1.$$

откуда
$$\overline{\Delta P}_{0-m} = \frac{n \overline{\Delta P}_{0-1} + 1}{1+n}, \quad (4)$$

В этих формулах ΔP_{0-m} , ΔP_{1-n} – перепады давлений между осью и поверхностью с радиусом r_m , а также между поверхностью радиуса R_1 и наружной стенкой верхней части циклона соответственно. С помощью соотношения (4) определяется положения радиуса r_m :

$$\frac{R_1}{r_m} = \frac{\overline{\Delta P}_{0-1}}{\overline{\Delta P}_{0-m}}^{\frac{1}{2n}}. \quad (5)$$

По второму уравнению (3) численно определим показатель степени n (табл. 1).

Значения показателя степени n

Таблица 1

\overline{R}_1	$\overline{\Delta P}_{1-n}$			
	1	3	6	9
0,3	-0,9	0,18	0,7	0,93
0,4	-0,45	0,5	>1	>1
0,6	-0,1	1	>1	>1

При $n > 1$ относительные перепады давлений, указанные в таблице, для $\overline{R}_1 > 0,4$ невозможны.

Относительные перепады давлений относятся к тангенциальной скорости потока на границе пристенной зоны. Эта скорость отличается от скорости входа из-за трения потока о поверхность. Поэтому необходимо провести оценку этих потерь.

Газ поступает в верхний закручиватель циклона, распространяется в области между поверхностями наружного цилиндра и цилиндра с радиусом R_n и вытекает через поверхность с радиусом R_n во внутреннюю область. При этом момент кружки газа уменьшается от взаимодействия с наружной поверхностью. Баланс потоков моментов импульса имеет вид

$$\rho Q_{вх} \Gamma_{вх} = \rho Q_n \Gamma_n + R_n \cdot T_{тр} = R_{вх} \rho V_{вх}^2 \cdot F_{вх} = \rho V_n R_n V_{вх} \cdot F_{вх} + (V_{\Delta}^2 / 2) \lambda_{тр} A \rho R_n. \quad (6)$$

Здесь $V_{вх}$, $F_{вх}$ – скорость потока и площадь входа, V_n , R_n – окружная скорость на границе ядра потока, радиус ядра потока, V_{Δ} – окружная скорость вблизи стенки в пристенной зоне, ρ , – плотность газа на границе пристенной зоны, $A = 2\pi R_n H$, $T_{тр}$ – сила трения потока о стенку.

После преобразования уравнение (6) имеет следующий вид

$$1 = \phi + \phi^2 \left[\frac{\lambda_{тр} A}{F_{вх}} \right] = \phi + \phi^2 B, \quad (7)$$

где $B = \frac{2\lambda_{тр} \overline{H}}{F_{вх}}$, $\phi = R_n V_{\Delta} / R_{вх} V_{вх}$, $\overline{H} = \frac{H}{R_n}$, $\overline{F}_{вх} = \frac{F_{вх}}{\pi R_n^2}$, $\phi = \frac{\sqrt{4B+1}-1}{2B}$.

Таблица 2

Значения коэффициентов кружки потока на границе пристенной зоны при различных параметрах ввода потока

$F_{вх}/A$	0,05	0,02	0,01	0,005
B	0,04	0,1	0,2	0,4
$\phi_{расч}$	0,96	0,91	0,85	0,76
$\phi_{эсп}$	0,99	0,95	0,89	0,69

При $\lambda = 0,002$ значения B и φ приведены в табл. 2. Экспериментальные значения для вихревых камер взяты из работы [3].

Литература

1. Справочник по пыле- и золоулавливанию // Под ред. М.И. Биргер, А.Ю. Вальдберг, Б.И. Мягков и др. – 2 изд. М.: Энергоатомиздат, 1983. – 312 с.
2. Разумов И.М., Сычёва С.М. Циклонные сепараторы, конструкции и методы их расчёта. – М.: ЦБТИ "ГИПРОНЕФТЕМАШ", 1961. – 72 с.
3. Василевский М.В. Обеспыливание газов инерционными аппаратами. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 248 с.

ПОЛИМЕРНЫЕ КАПЕЛЬНО-ПЛЕНОЧНЫЕ ОРОСИТЕЛИ ГРАДИРЕН

Е.В. Боев

Научный руководитель доцент С.П. Иванов

*Филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета,
г. Стерлитамак, Россия*

Вода в промышленности и энергетике используется для конденсации и охлаждения газообразных и жидких продуктов химических и нефтехимических производств, для конденсации отработавшего пара после расширения его в паровых двигателях, отвода теплоты от маслоохладителей и оборудования в целях предохранения его от быстрого разрушения под влиянием высоких температур (например, цилиндров компрессоров, кладки производственных печей) [1].

С целью рационального использования водных ресурсов на промышленных предприятиях функционируют автономные, замкнутые системы водоснабжения, призванные обеспечить подачу воды на производство в требуемых количествах и соответствующего качества, поскольку водное охлаждение основного и вспомогательного оборудования на сегодняшний день наиболее экономически целесообразно.

Системы промышленного водоснабжения состоят из комплекса взаимосвязанных сооружений – водозаборных устройств, насосных станций, установок для очистки и улучшения качества воды, регулирующих и запасных емкостей, охладителей воды и разводящей сети трубопроводов. В зависимости от назначения и местных условий некоторые из перечисленных сооружений в системе могут отсутствовать [2].

В свою очередь оборотная вода, прошедшая технологический цикл, охлаждается до необходимых температур в башенных или вентиляторных градирнях.

Требования, предъявляемые к температуре оборотной воды различными промышленными предприятиями, диктуются технологическим процессом и эксплуатационными свойствами оборудования, т.к. превышение температуры оборотной воды от регламентируемой приводит к снижению выработки продукции и ухудшению ее качества.

Эффективность процесса охлаждения воды определяется конструктивными особенностями насадочных устройств (оросителей градирен), призванных обеспечить необходимую поверхность контакта фаз при минимальных аэро- и гидродинамическом сопротивлении.

В настоящее время известно большое многообразие конструкций оросителей градирен, однако ввиду того, что в промышленности наблюдается тенденция замены изделий из традиционных материалов (дерево, асбестоцемент) на полимерные изделия с различными размерами и формами сечения, спрос на которые возрастает как на внутреннем, так и на мировом рынке, возникает необходимость создания новых высокоэффективных и технологичных конструкций оросителей градирен из полимерных материалов.

В процессе создания новых конструкций оросителей градирен необходимо основываться на анализе известных конструкций, для чего рассмотрим принцип их работы, конструктивные особенности и обобщим основные сведения по данной проблеме, имеющиеся в современной научно-технической и патентной литературе. При этом оросительные устройства в каждом конкретном случае должны соответствовать техническим требованиям, предъявляемым государственными стандартами в отношении охлаждающей способности и стоимости градирни.

Значение потерь напора при движении воздуха в оросителе также является неотъемлемым показателем его работы, так как оно характеризует эксплуатационные затраты на градирню. Необходимо учитывать и ряд других показателей – долговечность, изнашиваемость материала, прочность и массу оросителя, легкость установки, доступность ремонтов и осмотров, а также наличие в охлаждаемой воде взвешенных веществ и агрессивных примесей.

Так в филиале Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Стерлитамак разработана серия конструкций полимерных капельно-плёночных оросителей градирен [3–9].

Ороситель градирен (рис., а) представляет собой модуль из слоев полимерных сетчатых оболочек, выполненных цилиндрическими, размещенных во всех вертикальных слоях параллельно друг другу и сваренных по торцам модуля между собой в местах соприкосновения. Кроме того, данный модуль дополнительно содержит в своем объеме малый модуль, состоящий из аналогичных сетчатых оболочек, размещенных во всех слоях параллельно друг другу и направленных перпендикулярно оболочкам основного блока. Малый модуль жестко закреплен в объеме содержащего модуля посредством спайки или другого крепления.

Также каждая сетчатая оболочка оросителя градирен (рис., в) дополнительно может содержать в своем объеме лопастные завихрители, представляющие собой полимерный цилиндр, на внутренней стороне которого

размещены лопатки. И в составе каждого ряда вертикально размещенных сетчатых оболочек могут быть установлены горизонтально лежащие гофрированные трубы в соотношении 1 к 2 к 1 для каждого последующего ряда вертикально размещенных сетчатых оболочек (рис., б).

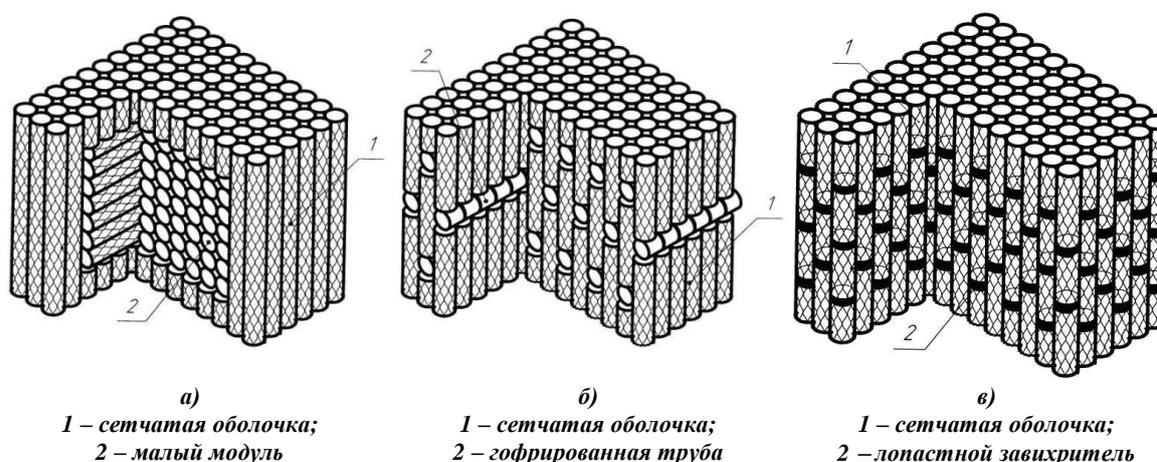


Рис. Полимерные капельно-пленочные оросители градирен на основе сетчатой оболочки диаметром 45 мм; а – ОГББ-45; б – ОГГТ-45; в – ОГЛЗ-45

Оросители градири работают следующим образом.

Охлаждаемая обратная вода подается на ороситель градирен и под действием массовых сил проходит сквозь него стекая тонкой струйкой по полимерным ячеистым трубам. Малый модуль, лопастной завихритель и гофрированные трубы препятствуют свободному проскоку капельного потока в трубном пространстве оросителя, дополнительно турбулизируя восходящий воздушный поток, интенсифицируя тем самым процесс теплообмена, что способствует увеличению времени контакта капель воды с потоком воздуха.

С практической точки зрения, предложенная конструкция оросителя градирен имеет следующие преимущества:

- конструкция сетчатой оболочки способствует равномерному пленочно-капельному распределению жидкости по поверхности оросителя, а также процессу самоочищения (при условии малой адгезионной способности включений в оборотной воде к изделиям из полимера);
- эффективное охлаждение оборотной воды промышленных предприятий, обусловленное высокой поверхностью контакта фаз, позволит предотвратить сброс технической воды в природные источники и свести к минимуму подпитку водооборотной системы, что значительно улучшит экологическую ситуацию промышленных и прилегающих к ним районов;
- блок оросителя способен выдерживать большие статические нагрузки, благодаря высокой демпфирующей способности сетчатой оболочки;
- по сравнению с древесными и асбестоцементными оросителями разработанные конструкции имеют более продолжительный ресурс работы, который определяется свойствами полимерного материала, применяемого для изготовления сетчатой оболочки;
- за счет малой массы оросителя можно значительно облегчить несущие конструкции опорного каркаса под ороситель;
- конструкции данных оросителя за счет установленных вставок дополнительно турбулизируют воздушный поток в своем объеме, а, следовательно, увеличивают интенсивность теплообменного процесса;
- снижение энергоемкости теплообменного процесса, а именно, уменьшение потребляемой мощности вентилятора осуществляется за счет сравнительно низкого коэффициента аэродинамического сопротивления оросителя на основе полимерных ячеистых труб;
- долговечность.

Литература

1. Пономаренко В.С., Арефьев Ю.И. Градири промышленных и энергетических предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1998. - 376 с.
2. Кучеренко Д.И., Гладков В.А. Обратное водоснабжение. - М.: Стройиздат, 1980. - 168 с.
3. Патент РФ на изобретение № 2295685, МПК F28F25/08, Ороситель градири / Иванов С.П. Боев Е.В., Стороженко В.Н., Измайлов С.П., Герасимов В.В., Рыжаков Г.Г., Лежнев М.Л.; Заявл. 28.11.2005; Оpubл. 20.03.2007. Бюл. № 8.

4. Патент РФ на изобретение № 2301390, МПК F28F25/08, Ороситель градири / Иванов С.П., Бикбулатов И.Х., Шулаев Н.С., Боев Е.В., Рыжаков Г.Г., Даминев Р.Р., Иванов П.Л.; Заявл. 31.05.2005; Оpubл. 20.06.2007. Бюл. № 17.
5. Патент РФ на изобретение № 2319920, МПК F28F25/08, Ороситель градири / Иванов С.П., Боев Е.В., Бикбулатов И.Х., Шулаев Н.С., Николаев Е.А.; Заявл. 14.09.2006; Оpubл. 20.03.2008. Бюл. № 8.
6. Иванов С.П., Боев Е.В. Сетчатая оболочка из полимерных материалов и композиций на их основе // Газовая промышленность. - 2007. - № 9. - С. 91-92.
7. Иванов С.П., Боев Е.В. Разработка конструкции сетчатой оболочки из полимерных материалов с целью интенсификации тепломассообменного процесса в градириях. // Нефтепереработка и нефтехимия. - 2007. - № 5. - С. 53-54.
8. Иванов С.П., Боев Е.В. Разработка конструкции капельно-пленочного оросителя градири на основе полимерных сетчатых оболочек и гофрированных труб // Химическая промышленность сегодня. - 2007. - № 7. - С. 41-42.
9. Боев Е.В., Иванов С.П., Боев А.В. Разработка конструкции полимерного капельно-пленочного оросителя градири // Химическое и нефтегазовое машиностроение. - 2007. - № 10. - С. 5-6.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Н.А. Борисова

Научный руководитель доцент Н.В. Крепша

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Горное производство технологически взаимосвязано с процессами воздействия человека на окружающую среду с целью обеспечения сырьевыми и энергетическими ресурсами различных сфер хозяйственной деятельности. Элементы природы, которые могут быть вовлечены или уже используются человеком в хозяйственной деятельности для удовлетворения разнообразных потребностей, обобщаются понятием природных ресурсов. В широком плане под ресурсом следует понимать как источники получения вещества, так и пространство – среду их размещения и жизнедеятельности.

Стремительный рост потребления природных ресурсов сопровождается не только изменением количественных масштабов антропогенного воздействия, но и появлением новых факторов, влияние которых на природу, ранее незначительное, становится доминирующим. Наносимый природным компонентам ущерб ведёт к ощутимым последствиям и отражает обратную реакцию этого воздействия (негативную для общества) обобщаемую понятием «современная экологическая ситуация».

Загрязнение атмосферы происходит крайне неравномерно. Это связано с расположением основных центров добычи и потребления энергоносителей, на долю которых в Северном полушарии приходится около 70 % добычи и почти 90 % потребления мирового объема, составляющего более 11000 млн т условного топлива.

Наибольшую техногенную нагрузку на окружающую среду из всех отраслей промышленности создает угледобывающая промышленность. Преимущество открытой разработки угольных месторождений – низкая себестоимость добычи угля, высокая производительность и безопасность труда рабочих на предприятиях. Поэтому с каждым годом объемы добычи каменного угля открытым способом увеличиваются. Поэтому возникает необходимость исследования техногенного воздействия на геологическую среду данного способа разработки угольных месторождений. Для этого целесообразно использовать системный подход. Природный комплекс и производство определяются как единая природно-техногенная экологическая среда, состоящая из взаимодействующих подсистем, включающих атмосферу, гидросферу, литосферу и биосферу. Зона влияния техногенного воздействия на геологическую среду очерчивается границей взаимодействия всех ее подсистем.

С увеличением мощности горнодобывающих предприятий и глубин производства горных работ, с освоением месторождений полезных ископаемых в новых районах возрастает интенсивность воздействия открытых горных разработок на окружающую среду.

Влияние процессов добычи угля на окружающую среду можно характеризовать как сильное, комплексное и длительное. Сильное – результат того, что оно связано с физическим разрушением природных объектов. Комплексность заключается во влиянии процессов добычи угля на все фазы состояния веществ в природе – твердое, жидкое и газообразное. Длительность объясняется предысторией и невозможностью полной замены угля другими энергоносителями в обозримом будущем.

В процессе ведения горных работ на карьерах возникают неизбежные изменения окружающей среды, под которой в общепринятом смысле понимается верхняя часть литосферы, вся гидросфера и нижний слой атмосферы земли, находящиеся в зоне непосредственного контакта и взаимодействия с человеком. Перечисленные элементы окружающей среды, образующие в совокупности биосферу, непосредственно воспринимают техногенную нагрузку открытых горных разработок.

Состав воздуха, поступающего в подземные горные выработки, меняется из-за поступления газов, содержащихся в горном массиве; окислительных процессов; ведения взрывных работ; рудничных пожаров; пылеобразования при разрушении горных пород и полезного ископаемого; взрыв метана и пыли. В результате перечисленных процессов в воздух выделяются вредные ядовитые примеси: углекислый газ, оксид углерода, сероводород, оксиды азота, сернистые газы, метан, водород, тяжелые углеводороды. В отдельных рудниках встречаются аммиак, пары мышьяка и ртути, цианистый водород и различные альдегиды.

При разработке угольных месторождений выделяется большое количество метана, который необходимо утилизировать для защиты атмосферы. Трудность решения данной проблемы связана с тем, что основная часть метана (до 80–85 %) выносятся вентиляционными потоками, в которых его концентрация не

превышает 1 %. Для утилизации этих метановоздушных смесей необходимы эффективные способы повышения концентрации метана. Остальная часть метана извлекается средствами дегазации. И ее утилизация не представляет трудности: в основном его используют в котельных, иногда на сушильных установках обогатительных фабрик и на передвижных электростанциях.

Горное производство негативно влияет на водный режим. При этом основными техногенными факторами, влияющими на гидросферу, являются:

- а) водоотбор подземных вод из недр при осушении месторождений и извлечение полезных ископаемых;
- б) сброс карьерных вод на дневную поверхность;
- в) растекание в грунты вод из крупных отстойников;
- г) истощение запасов подземных вод.

Влияние угледобывающей промышленности на растительный мир носит критический характер. При ведении открытых работ растительность уничтожается полностью, что влияет и на животный мир. Техногенное воздействие приводит к полному нарушению на изъятых землях естественных биоценозов, изменению русловых процессов, снижению рыбопродуктивности рек.

В целом влияние на биосферу обуславливает ее загрязнение от транспортных средств, буровзрывных работ, а также изменение гидрогеологических условий на территории разрезов. Происходит загрязнение прилегающих территорий продуктами водной и воздушной эрозии с нарушенных земель. В угледобывающем регионе остается нерешенный ряд вопросов, касающихся экологической безопасности. Необходимо учитывать технологическое и экологическое состояние брошенных и действующих разрезов, где происходят изменения земной поверхности и окружающей среды в целом.

При открытых разработках значительные площади занимают гидроотвалы, что ведет к загрязнению поверхностных и подземных вод. Вследствие этого техногенное воздействие на поверхностные и подземные воды, служащие составной частью экологической среды, проявляется весьма интенсивно. Изменения гидрогеологических условий территории обусловлены изменениями динамики режима подземных вод, их химического состава и питьевых качеств. Дренаж подземных вод разрезами может привести к истощению запасов и невозможности использования для нужд населения.

Экономическая оценка экологического ущерба определяется потребностью общества в их соизмерении с затратами, необходимыми на предотвращение негативного воздействия природопользования на окружающую природную среду и ее восстановление. В основе принципа экономической оценки экологического ущерба лежит схема причинно-следственных связей, например такая: количество вредных выбросов из источников загрязнения → концентрация вредных элементов в компонентах природной среды → натуральный экологический ущерб → экономическая оценка экологического ущерба (рис.).



Рис. Схема причинно-следственных связей принципа экономической оценки экологического ущерба

Литература

1. Маршал Л. Д. Оценка воздействия на окружающую среду как инструмент принятия решений – М.: Стройиздат, 1989. – 234 с.
2. Природоохранные нормы и правила проектирования. Справочник. / Под. ред. Ю.Л. Максименко – М.: Стройиздат, 1990. – 525 с.
3. Серов Г.П. Экология, охрана природы и экологическая безопасность. – М.: Изд-во МНЭПУ, 1997. – 555 с.

4. Чепурных Н.В., Новоселов А.Л. Планирование и прогнозирование природопользования: Учебное пособие. – М.: Интерпракс, 1995. – 288 с.

САМООЧИЩЕНИЕ КАК МЕТОД ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Ю.В. Бочкарева

Научный руководитель доцент Н.В. Крепша

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последние десятилетия одним из основных загрязнений окружающей среды стали разливы сырой нефти и нефтепродуктов. Причина тому – продолжающийся рост и без того огромных масштабов ее добычи (к началу XXI в. – до 3,5 млрд т в год), транспортировки и переработки. При этом в Мировой океан ежегодно попадает до 2,5 млн т. Главные источники – вынос с суши (около 50% общего объема нефтяных загрязнений) и потери при транспортировке танкерами из районов добычи к местам потребления (более 20 %). По разным оценкам, в России теряется от 1 до 7 % добываемой нефти, причем три четверти этого количества – при прорывах нефтепроводов [4]. В связи с этими неутешительными данными становится актуальным расширение практики использования новых и усовершенствование уже известных методов ликвидации последствий нефтяных загрязнений. Анализ литературных данных позволяет систематизировать существующие методы очистки от нефтяных загрязнений [1, 2, 3, 4].

Таблица 1

Характеристики методов ликвидации нефтяных загрязнений

Метод ликвидации	Возможность применения	Достоинства	Недостатки
Термический	При толщине пленки нефтепродуктов более 3 мм, скорости ветра менее 35 км/ч, безопасном расстоянии до 10км от места сжигания по направлению ветра; дополнительные противопожарные меры	Быстрота ликвидации аварийного разлива нефтепродуктов; применение при ликвидации малого количества технических средств; минимальные затраты	Осуществление дополнительных мер пожарной безопасности; образование из-за неполного сгорания нефтепродуктов стойких канцерогенных веществ
Механический	При соответствии технических характеристик используемых средств условиям разлива	Высокая эффективность при проведении работ; возможность сбора различных видов нефтепродуктов; всесезонное использование данного метода	Остаточная тонкая пленка нефтепродуктов на поверхности воды в местах механического сбора; требуется отделение нефтепродуктов, вывоз и утилизация отходов, доочистка
Физико-химический	Диспергенты: как вспомогательный метод в тех случаях, когда механический сбор нефтепродуктов невозможен; при глубине свыше 10 м, температуре воды ниже 5 °С и наружного воздуха ниже 10 °С	Диспергенты: возможность оперативного проведения ликвидации; использование с различными техническими средствами. Сорбенты: независимость применения от внешних условий; минимальные расходы на хранение и транспортировку	Диспергенты: токсичность; ограниченность применения по температуре; требуется утилизация и доочистка
Биологический	Как дополнительный метод: на водной поверхности – при толщине пленки не менее 0,1 мм; на почве – при строгом выполнении комплекса сопроводительных мероприятий	Минимальный дополнительный ущерб от проведения операций по ликвидации разлива	Трудоемкость сопроводительных мероприятий; продолжительные сроки ликвидации разливов

Из табл. 1 можно сделать вывод, что среди всех известных технологий отчистки особое значение имеют биологические методы, которые отличаются от других экологической безопасностью, большой эффективностью, а также экономической целесообразностью, что делает их незаменимыми при ликвидации загрязнений

углеводородами и токсичными веществами. Большим плюсом этого метода является то, что конечными продуктами окисления нефтепродуктов микроорганизмами являются углекислый газ и вода [1].

Биологические методы в свою очередь классифицируются на естественные (самоочищение) и искусственные. Биодegradация углеводородов природными популяциями в свою очередь представляет собой один из основных природных механизмов самоочищения окружающей среды, при котором происходит уменьшение массы нефти в водной толщине за счет действия микроорганизмов. Интенсивность этого процесса в решающей степени зависит от обилия микроорганизмов – биодеструкторов загрязняющих веществ [2].

Попадая в окружающую среду, нефть претерпевает серию преобразований, со временем приводящих к самоочищению природных компонентов. Изначально основная часть нефтепродуктов, разлившаяся по поверхности водного объекта, содержится в пленке. Однако длительность ее существования невелика. Если пятно нефти небольшое (до 10 м²), то оно исчезает с поверхности в течение суток. В первые же часы объем нефтепродуктов сокращается за счет испарения, чему, прежде всего, способствует температура воды и воздуха, если она достаточно высока. Но по мере того, как пленка теряет свои летучие и водорастворимые составляющие, вязкость и плотность остатка повышается. При сильном волнении и низких температурах из него образуются эмульсии, известные специалистам как «шоколадный мусс». Немаловажную роль в эволюции загрязнения играет его переход в донные отложения в результате осаждения тяжелых компонентов нефти [4]. На дне моря тяжелые фракции нефтепродуктов включаются в состав донных отложений, где они сохраняются в течение более или менее длительного времени. В результате физико-химических и биологических процессов, протекающих в донных осадках, нефть может вновь выходить в морскую воду, приводя к ее вторичному загрязнению, что возможно и при штормовой погоде, когда происходит взмучивание грунтов. Даже после полной очистки акватории от нефтяного загрязнения, при наличии нефти в грунтах, углеводороды могут длительное время (годами) попадать на поверхность моря [3].

В долговременном масштабе ключевую роль в самоочищении окружающей среды играют биохимические процессы, протекающие в ней с участием микроорганизмов. Только благодаря им происходит полный распад нефти до простых соединений, которые легко включаются в общий круговорот веществ в биосфере (табл. 2). Однако скорость бактериального разложения довольно существенно различается в зависимости от состава нефтепродуктов, загрязняющих данную экосистему.

Важно то, что нефтеокисляющие микроорганизмы всегда присутствуют в небольших количествах даже там, где разливов нефти нет. Стоит же ей попасть в такую среду и их численность быстро увеличивается. Образующиеся при разложении нефти вещества служат пищей для других микроорганизмов. В результате окисление нефти в водных экосистемах ведет не отдельный вид или группа бактерий, а все их сообщество. Значительное влияние на динамику распада нефти оказывает присутствие биогенных элементов (прежде всего, азота и фосфора). Их дополнительное внесение в несколько раз активизирует процесс [4].

Таблица 2
Изменение численности микроорганизмов в процессе самоочищения озерной воды (Голодяев, 2008)

Время, сут	Численность микроорганизмов, кл/мл		
	Растущие на МПА	Углеводородоокисляющие	Денитрифицирующие
3	290	80	30
90	1000	1000	1000
180	1000	1000000	1000

Таким образом, в процессе очистки водной фазы от нефтепродуктов, важная, если не первостепенная роль отводится естественной биологической составляющей – микрофлоре [3].

Таблица 3
Изменение состава микрофлоры нефтезагрязненных почв от времени и расстояния от точки загрязнения (Голодяев, 2008)

Время загрязнения	Расстояние от точки загрязнения, м	Трофический состав микрофлоры нефтезагрязненных почв, тыс. КОЕ/г почвы, в питательной среде					
		РПА	Спороносной	Эшби	КАА	Чапека-Докса	Ворошиловой
5 лет	0	18,0	0,03	5,56	66,22	12,9	44,33
	2	4,86	0,19	4,72	14,11	2,78	27,24
	7	2,73	0,0003	2,93	3,37	2,28	7,31
	15	5,39	0,29	7,19	11,09	7,20	34,37
1 год	25	0,63	0,05	1,14	14,42	0,23	87,38
	50	2,31	0,14	15,97	29,52	1,07	99,48
10 дней	0	0,66	0,10	4,98	11,44	0,89	25,58
	20	1,28	0,11	25,16	37,22	7,81	26,76

Известно, что численность микроорганизмов уменьшается по мере удаления почв от источника загрязнения. На площадке с пятилетним сроком загрязнения численность снижается в 2–3 раза по сравнению с незагрязненными почвами. На площадке с загрязнением в 1 год численность микроорганизмов резко угнетается, поскольку нефть нарушила обычный естественный микробценоз и он не успел стабилизироваться. Примерно такая же тенденция наблюдается на площадке со свежим разливом нефтепродуктов. Загрязнение почв повышает развитие минерализующихся групп микроорганизмов, поэтому здесь наблюдается преобладание процесса минерализации над процессами аммонификации (табл. 3) [1].

В силу индивидуальных природных особенностей различные водные объекты и участки побережья в неодинаковой степени способны накапливать нефтепродукты и обеспечивать их естественный распад [4]. Изучив эти способности окружающей среды к самоочищению, прежде всего в зависимости от климатических условий, ландшафта, масштабов нефтяных загрязнений, можно разрабатывать план необходимых защитных мероприятий и последующей рекультивации прибрежных территорий с точки зрения наибольшей эффективности и экономичности.

Литература

1. Голодяев Г.П. Эколого-микробиологические основы санации нефтезагрязненных почв морских побережий юга Дальнего Востока//Нефтяное хозяйство. – М., 2008 – №1. – С. 114 – 115.
2. Держинская И.С., Куликова И.Ю. Микробиологические способы очистки водных поверхностей и прибрежной зоны от нефтяного загрязнения//Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М., 2008 – № 4. – С. 23 – 24.
3. Каменчиков Ф.А., Богомольный Е.И. Удаление нефтепродуктов с водной поверхности и грунта. – М. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2006. – С. 108 – 210.
4. Кузнецов А. Самоочищение при нефтяном загрязнении //Наука в России. – М., 2008 - № 6. – С. 23 – 30.

РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА В СОВРЕМЕННОМ ОБРАЗОВАНИИ И ПРОСВЕЩЕНИИ

О.С. Дмитриева

Научный руководитель доцент В.Н. Извеков

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Впервые экологический аудит начал использоваться при контроле крупных промышленных корпораций на территории США. Рассматривая фактор окружающей среды как требующий все большего внимания и учитывая ряд аварий, крупные промышленные корпорации поставили свои предприятия под внутренний контроль с целью оценки, не являются ли они источником отрицательного воздействия на окружающую среду. Задачей экологического аудита являлось информирование правления корпорации и акционеров о мерах по соблюдению действующего природоохранного законодательства и о риске возможных аварий, с точки зрения воздействия на окружающую среду.

В 1989 г. Международная торговая палата (МТП) опубликовала документ, заложивший основы внутреннего экологического аудита как процедуры самоконтроля и инструмента внутреннего менеджмента. Внутренний экологический аудит представляет собой элемент системы мероприятий по охране окружающей среды на предприятии и включает в себя систематические проверки, дополненные анализами, тестами и контролем воздействия промышленных процессов на окружающую среду. Экологическое аудирование определялось в нем как углубленный постоянный анализ природоохранительной деятельности предприятия, причём подчеркивался его добровольный характер. Подход, предложенный международной торговой палатой, получил признание у промышленников, поскольку позволял руководителям предприятий обеспечить контроль за состоянием охраны окружающей среды на предприятии, а также контролировать работу предприятия с точки зрения природоохранных нормативов [1].

Внутренний экологический аудит предприятия включает анализ внутреннего контроля управления производственным процессом, оценку слабых сторон и неполадок контрольного оборудования, учёт риска для окружающей среды обследуемого объекта, сбор доказательств практической эффективности внутреннего экологического контроля, оценку собранных материалов для определения недостатков проверяемой системы мероприятий по охране окружающей среды, представление отчёта о результатах экологического аудита. На основе выводов экологического аудита разрабатывается план действий, уточняющий совокупность корректирующих мер.

Наряду с внутренним экологическим аудитом, за рубежом часто используется и целевой экологический аудит, направленный на выявление воздействия на окружающую среду и включающий оценку аварий, инвентаризацию оборудования, оценку потенциального риска, оценку состояния окружающей среды.

Экологический аудит, направленный на оценку аварий, заключается в идентификации предприятий — возможных источников аварий, изучении качественного и количественного воздействия возможной аварии на состояние окружающей среды, подготовке соответствующих рекомендаций.

Экологический аудит оборудования направлен на инвентаризацию природоохранного оборудования и его использования.

Оценка экологического риска ставит своей задачей изучение сценариев возможных аварий и их последствий для окружающей среды и населения, анализ предусмотренных мер и средств предупреждения и ограничения последствий аварии, порядок расчёта ущерба, нанесённого деятельностью предприятия,

детализацию средств смягчения этого ущерба, оценку воздействия на среду остаточного загрязнения, систему информирования надзорных организаций и граждан о возможной аварии. Экологический аудит риска проводится подразделением компании, ответственным за риск, по его собственной инициативе, а также по требованию администрации банков и страховых компаний, несущих расходы по кредитованию или страхованию от аварийного и постепенного загрязнения. Экологический аудит состояния окружающей среды проводится при слиянии или приобретении предприятий или недвижимости, включая приобретение участков под застройку.

В 1990 г. Комиссия европейских сообществ (КЕС) выступила с первым проектом обязательных правил экологического аудита. Проект вызвал критику со стороны МТП, некоторых стран — членов ЕЭС, а также различных международных и национальных организаций. Замечания относились к возможности вмешательства в организацию работы промышленного сектора, обязательности экологического аудита и раскрытия результатов экологического аудита общественности. В 1991 г. КЕС вышла с новыми предложениями, и в октябре 1991 г. был создан окончательный вариант правил обязательного экологического аудита. Он предусматривает создание системы природоохранных мероприятий на основании заключения об экологическом состоянии предприятия [2].

Директивой ЕС 1836/93 в 1993 г. были утверждены Правила экологического управления и аудита. Компании, реализующие эту систему, имеют право на использование специальной экологической эмблемы. Наряду с Правилами экологического управления и аудита, утверждёнными директивой ЕС 1836/93, в Великобритании разработан и внедрён Стандарт для системы экологического управления BS 7750. Международная организация по стандартизации закончила разработку международных норм экологического управления предприятием ISO 14000 [3].

Экологический аудит проводится для конкретных объектов природопользователей. Его вид определяют цели и задачи аудирования. Экологический аудит проводится в соответствии с программой аудирования (по последовательным этапам достижения целей).

Каждая конкретная программа экологического аудита в значительной степени индивидуальна, так как даже фирмам одного профиля присущи индивидуальные черты. Вместе с тем есть ряд ключевых моментов при разработке любой программы экологического аудита:

- четкое определение целей аудирования, исходя из экономической политики фирмы с учетом краткой долговременной стратегии;
- определение границ программы, например, организационных (конкретизация объектов аудирования), функциональных (факторы воздействия, системы контроля), территориальных (промплощадка, окрестности), нормативные (уровень и количество нормативных актов с требованиями соответствия, законов);
- решение организационных и кадровых вопросов программы (бюджет, персонал, подбор команды, их подготовка, дальнейшее развитие программы и использование результатов).



Рис. Схема экологического аудита

С учетом отмеченных моментов можно сформулировать вид и содержание основных этапов программ экологического аудита.

1-й этап – мотивация программы (заключение с заказчиком договора на разработку и реализацию программы аудита).

2-й этап – предварительные работы (преаудит). На этом этапе производится отбор объектов аудирования, разработка графика, плана аудита, т. е. оценка масштабов, приоритетов, распределения ресурсов, подготовка документов, сбор первоначальной информации, разработка вопросников к персоналу.

3-й этап – непосредственное аудирование. Включает в себя изучение и оценку системы экологического управления, системы мониторинга; формы отчетности, программы внутренних инспекций; планы действий при экологических бедствиях, авариях; ознакомление с документацией; опрос персонала; обследование территорий; оценку отклонений, коррекцию программы; представление информации по результатам в виде промежуточного отчета.

4-й этап – постаудит. Включает подготовку проекта отчета, разбор замечаний, представление отчета персоналу фирмы, подготовку рекомендаций и предложений по решению выявленных проблем, представление плана (либо аудиторам, либо управленческим персоналом фирмы).

Конкретные программы экологического аудита могут содержать иное количество этапов, либо этапы могут быть разбиты на более мелкие градации (зависит от сложности программы). Представленная схема программы является минимальной для любого вида экологического аудирования и масштабов аудита. Непосредственно сама программа

экологического аудита для конкретной фирмы или другого заказчика отражается специальном документе [4]. Экологическое обучение и переподготовка персонала должны дать коллективу предприятия (включая руководителей всех звеньев и рядовых сотрудников) соответствующий опыт и знания для того, чтобы осуществлять действия, соответствующие экологической политике компании, идентифицировать и регистрировать проблемы охраны окружающей среды, инициировать, рекомендовать и предусмотреть решение этих проблем, контролировать деятельность после проведения корректирующих мероприятий, направленных на решение конкретной проблемы охраны окружающей среды, знать, как действовать в аварийных ситуациях, принимать ответственность и проявлять инициативу.

Естественно, что для осознанных действий сотрудников в направлении охраны окружающей среды им необходимо нечто большее, чем информация о глобальных экологических проблемах и правилах техники безопасности, к которым в большинстве случаев сводится экологическое обучение. При обучении или переподготовке сотрудников предприятий необходимо уделять особое внимание экологическим проблемам, связанным с производственными и вспомогательными процессами, возможностям предотвращения воздействия на окружающую среду, в том числе, малозатратным и организационным мерам. При этом необходимо обеспечить возможность объединения новых знаний с уже имеющимися, учитывать потребности обучающихся в конкретных знаниях (преимущественно, связанных с их повседневной деятельностью). Ключевым источником информации для создания специализированных программ обучения и переподготовки персонала промышленных предприятий могут быть экологические аудиты, проводимые при внедрении и функционировании системы экологического менеджмента.

Литература

1. Экологический аудит / Г.П. Серов. – СПб: Регион, 1999. – 182 с.
2. Охрана окружающей среды. Постатейный комментарий к закону России «Об охране окружающей среды». М.: Республика, 2002. 224 с.
3. Standart ISO 14001 for Environmental Management Systems.
4. Экологическое инспектирование и аудит / В. Н. Извеков. – Томск: Издательство ТПУ, 2006. – 145 с.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИСТОВ ПАНО ИЗ ФТОРАНГИДРИТА

В.В. Дмитриев

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

Во время работы фтороводородного производства Сибирского химического комбината (СХК) сбрасывается в окружающую среду 13,5 тыс. т в год твердого отхода фторангидрита (ФА). После обезвреживания указанный материал в виде пульпы сбрасывают в реку Томь. В результате чего происходит загрязнение окружающей среды. В связи с этим целью научных исследований в области экологии является использование указанного отхода в качестве основного компонента в строительных изделиях и материалах.

Ранее на кафедре экологии и безопасности жизнедеятельности (ЭБЖ) Томского политехнического университета были проведены исследования по применению ФА в строительной промышленности [1, 2]:

- штукатурных гипсовых листов, предназначенных для облицовки стен и потолков внутри помещений;
- перегородочных стеновых плит и панелей, элементов заполнения межэтажных перекрытий и для изготовления вентиляционных коробов;
- других строительных деталей в зданиях и сооружениях работающих при относительной влажности воздуха ниже 65 %.

Изделия из строительного гипса изготавливаются с применением заполнителей (гипсобетонные). Из-за пористости затвердевший гипс обладает малой теплопроводностью и может входить в состав термоизоляционных композиций, также гипс может служить звукопоглощающим, огнезащитным и архитектурно-отделочным материалом. Одним из разработанных экологически эффективных направлений использования ФА является получение листов сухой штукатурки.

Задачей настоящих исследований является разработка устройства для получения листов «ПАНО».

На кафедре ЭБЖ предложен новый способ получения листов «ПАНО», в котором в отличие от предыдущего, применили вибротромбование (ранее использовалось виброформование). Для этого была разработана методика проведения опытов и устройства виброформования изделий. Изготовлена опалубка, длина x , ширина (16×4) см, которая крепится на стол. В нее укладывается армирующая бумага, засыпается в опалубку при помощи дозатора готовая шихта. Приготовление шихты проводили следующим образом. Взвешивали навески каждого компонента: ФА, доломит, NaCl (ускоритель схватывания) и переносили в смеситель, куда добавляли определенное количество воды. При проведении опытов было замечено, что повышенное количество воды вызывало разрушение пластины и неравномерное распределение смеси. Малое количество воды приводило к неравномерному распределению влаги и затрудняло перемешивание компонентов. Было рассчитано точное количество всех элементов.

Состав смеси: фторангидрит = 500 г.; доломит = 100 г.; соль = 7,5 г.; вода = 100 мл. После чего смесь тщательно перемешивается в течение 3 мин., затем при помощи вибратора прессуют в течение 20 с (оптимальное время формования было установлено ранее). После чего, образец пластины вынимали из формы и перемещали на

стеллаж для сушки на 7 суток, после чего изделия взвешивали и подвергали испытанию на прочность изгибу. Результаты представлены табл. и рис. 1.

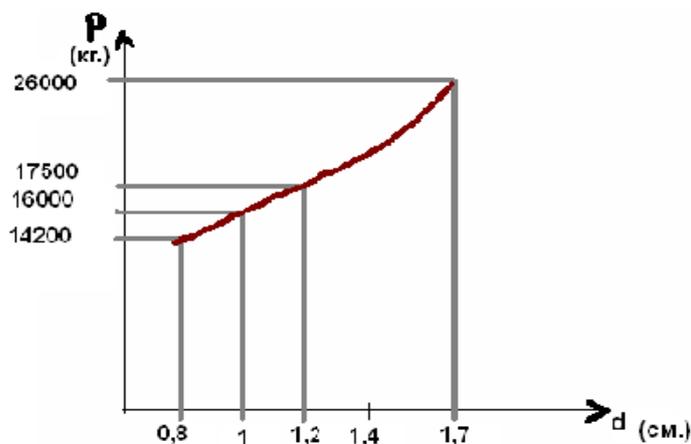


Рис. 1. Предел прочности пластины на изгиб

Влияние толщины пластины на ее прочность

Таблица

№	Размер пластины (длина×толщина×ширина, см)	Сила разрушения (абсолютная величина, кг)	δ (МПа)
1	16×4×0,8	14200	0,142
2	16×4×1,0	15200	0,150
3	16×4×1,2	17500	0,161
4	16×4×1,7	26300	0,170

Согласно данным из табл. и рис. 1 видно, что прочность изгибу удовлетворяет технические условия на листы ГКЛ полученные из природного гипса ($\delta = 0,11$ МПа) и составляет 0,14 МПа.

На основе полученных результатов нами разработано устройство для получения листов сухой ангидритовой штукатурки промышленных размеров. Разработанное устройство представлено на рис. 2.

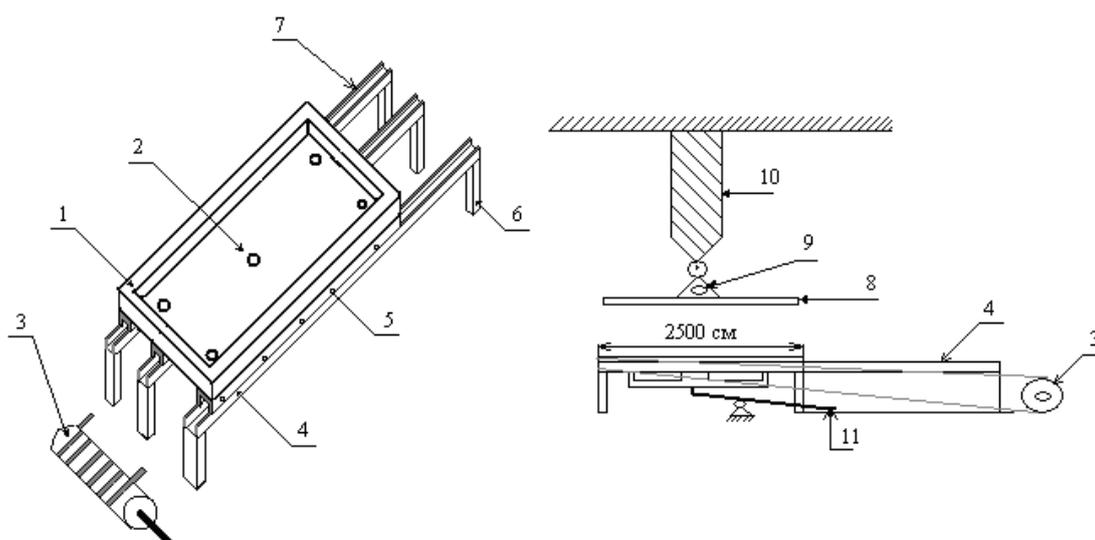


Рис. 2. Стол виброформователь

1 – формаватель; 2 – толкатели технологического поддона; 3 – троссонаматыватель; 4, 7 – станина; 5 – шарико-подшипник; 6 – опоры; 8 – виброформаватель; 9 – вибратор; 10 – тельфер; 11 – привод для выталкивания технического поддона

Выводы. Спроектированное виброформирующее устройство листов сухой штукатурки «ПАНО» позволяет использовать отходы фтороводородного производства и, таким образом, уменьшает экологическую нагрузку на окружающую среду в местах расположения вышеуказанных производств.

Литература

1. Федорчук Ю.М. Строительная смесь и способ ее приготовления. Патент РФ № 2266877 от 28.07.2004 г. Срок действия патента – 28.07.2024 г.
2. Федорчук Ю.М. Листовое строительное изделие. Патент РФ на полезную модель № 43496 от 29.09.2004 г. Срок действия патента – 29.09.2009 г.

ЗАЩИТА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Е.С. Кононова, М.Г. Чипизубова

Научный руководитель доцент Н.В. Крепша

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Электромагнитные излучения (волны) возникают при ускоренном движении электрических зарядов. Электромагнитные волны – это взаимосвязанное распространение в пространстве изменяющихся электрического (E) (Вольт/метр) и магнитного полей (H) (Ампер/метр). Совокупность этих полей, неразрывно связанных друг с другом будет называться *электромагнитным полем*.

К источникам электромагнитных излучений (ЭМИ) относятся высоковольтные линии электропередач, устройства радиолокации, связи, телевидение, компьютеры, радиотелефоны, оргтехника, бытовые приборы и т. д.

Электромагнитные излучения от этих источников называют «электромагнитным загрязнением» окружающей среды.

Степень воздействия электромагнитных излучений на организм человека будет зависеть от диапазона частот, интенсивности и продолжительности излучения. Биологическое действие электромагнитных излучений увеличивается с возрастанием их частоты (табл.1).

Таблица 1

Частотные диапазоны электромагнитных полей

Название электромагнитных полей (ЭП)	Частота	Нормативный документ
Постоянное	–	Значения ПДУ на рабочих местах определяется временем воздействия фактора
Промышленной частоты	50 Гц	СанПиН 2.2.4.1191–03. ЭП в производственных условиях
ПЭВМ на рабочем месте пользователя	50 Гц–30 кГц	СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организациям работы
Радиочастот	30 кГц – 300 МГц	СанПиН 2.1.8/22.4.1190–03. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи
Сверхвысоких радиочастот (СВЧ)	300 МГц – 300 ГГц	Значения ПДУ на рабочих местах определяется временем воздействия фактора

При работе видеодисплеев оцениваются три показателя интенсивности на организм человека:

1. Напряженность электростатического поля, кВ/м.
2. Напряженность электрического поля, В/м.
3. Магнитная индукция или плотность магнитного потока, нТл в разных диапазонах частот.

Измерения этих параметров проводились измерителем параметров электрического и магнитного полей Е марки ВЕ-МЕТР-АТ-002 на 6-ти рабочих местах компьютерного класса. Сущность работы прибора заключается в измерении параметров электрического и магнитного полей.

Электростатические поля на дисплеях компьютеров возникают в результате накопления электростатических зарядов на их поверхностях; они характеризуются напряженностью, измеряемой в киловаттах на метр (кВ/м). Человек, находясь в электростатическом поле, может испытывать болезненные ощущения. Чтобы от них избавиться, надо заземлять компьютерное оборудование, проводить увлажнение воздуха.

При работе на ПЭВМ уровни напряженности, плотности потока энергии не должны превышать допустимых значений, приведенных в табл. 2 (СанПиН 2.2.2/2.4.13.40-03).

Для изучения вышеперечисленных параметров персональных компьютеров провели измерения напряженности электромагнитного и электростатического полей в аудитории 137, корпуса № 8. Томского политехнического университета в количестве 6. Измерения проводились при помощи измерителя параметров

электрического и магнитного полей ВЕ-МЕТР-АТ-002 в трех точках на разной высоте замера. Компьютеры имеют жидкокристаллический экран. Результаты измерений приведены в табл. 3.

Таблица 2

Допустимые значения параметров электромагнитных излучений

Наименование параметра	Допустимые значения
Напряженность ЭПМ (электрическая составляющая E) Диапазон частот 5 Гц–2 кГц Диапазон частот 2–400 кГц	25,0 В/м 2,5 В/м
Плотность магнитного потока: Диапазон частот 5 Гц–2 кГц Диапазон частот 2–400 кГц	250 нТл 25,0 нТл
Напряженность электростатического поля	15 кВ/м

Таким образом, проведя данные исследования электромагнитных и электростатических полей шести точек (компьютеров) выяснили, что диапазоны электрического, электростатического полей и магнитная индукция не имеют отклонений от норм, установленных СанПиН. В случае отклонения от норм необходима защита человека от действия электромагнитных излучений.

Проблема защиты человека от действия электромагнитных излучений (ЭМИ) в настоящее время приобретает важное значение, т. к. число источников ЭМИ растет, возрастают их мощности, в частности растет использование электронных средств (компьютеров, телевизоров, радиотелефонов, оргтехники, бытовых приборов и т.д.).

Основными принципами электромагнитной безопасности являются гигиеническая регламентация электромагнитных излучений и проведение санитарного надзора за источниками излучений.

Таблица 3

Результаты измерений напряженности электромагнитного и электростатического полей

Высота точки замера над уровнем пола		Напряженность электростатического поля, кВ/м		Напряженность электрического поля, В/м				Магнитная индукция, нТл			
				В диапазоне частот 5 Гц–2 кГц		В диапазоне частот 2–400 кГц		В диапазоне частот 5 Гц–2 кГц		В диапазоне частот 2–400 кГц	
		Фактические параметры	СанПиН	Фактические параметры	СанПиН	Фактические параметры	СанПиН	Фактические параметры	СанПиН	Фактические параметры	СанПиН
1 точка (137-8к.)	0,5	0,2	<15	13	<25	0,42	<2,5	68	<250	2	<25
	1,0	0,4	<15	12	<25	0,37	<2,5	46	<250	5	<25
	1,5	0,9	<15	11	<25	0,43	<2,5	58	<250	6	<25
2 точка (137-8к.)	0,5	0,2	<15	13	<25	0,42	<2,5	68	<250	2	<25
	1,0	0,4	<15	12	<25	0,37	<2,5	46	<250	5	<25
	1,5	0,9	<15	11	<25	0,43	<2,5	58	<250	6	<25
Величина отклонения		Нет		нет		нет		нет		нет	

Литература

1. Авраамов Ю.С., Грачев Н.Н. и др. Защита человека от электромагнитных воздействий. – М.: МГИГ, 2002. – 232 с.
2. Грачев Н.Н. Защита человека от опасных излучений. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 317 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ С ОТВАЛОВ СУЛЬФИДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

М.А. Куликова, А.Е. Исаков

Научный руководитель профессор М.А. Пашкевич

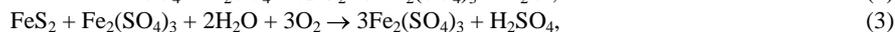
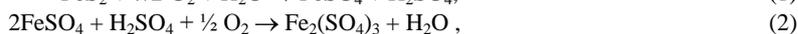
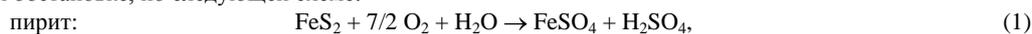
**Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова
(технический университет), г. Санкт-Петербург, Россия**

Особое место в промышленной экологии занимает проблема складирования отходов при разработке и добыче полиметаллических сульфидных месторождений. Основным способом хранения отходов горной промышленности в настоящее время является их складирование на открытом пространстве на специально отведенном участке земной поверхности, часто без специальных изолирующих экранов. Под воздействием атмосферных осадков происходит инфильтрация ливневых вод с образованием серной кислоты и вымыванием примесных элементов (ионы либо комплексные соединения металлов).

В качестве полигона для исследований нами было выбрано полиметаллическое месторождение сульфидных руд Озерное (респ. Бурятия). Месторождение располагается на возвышенности и дренируется ручьем. К 2010 г. на базе месторождения планируется строительство Озерного горно-обогатительного комбината. В связи с этим возникает необходимость размещения более 600 млн т отходов производства, содержащих сульфидные минералы в соединении со свинцом и цинком. По проекту предполагается отведение земель площадью около 200 га для формирования отвалов и обустройства хвостохранилищ.

Согласно проекту строительства значительное содержание в перечисленных отходах производства сульфидных минералов обуславливает возможность их отнесения по принятым расчетным методам к IV и III классам – соответственно малоопасные и умеренно опасные для окружающей природной среды.

Однако, складирование сульфидсодержащих пород сопряжено с опасностью формирования кислых дренажных вод, вследствие загрязнения поверхностных или подземных вод, фильтрующихся через массив сульфидсодержащих пород или отходов ионами H^+ в процессе окисления сульфидных минералов в окислительной обстановке, по следующей схеме:



Цель исследований, проведённых авторами, повышение эколого-технической безопасности функционирования производственных объектов при освоении и эксплуатации Озерного месторождения полезных ископаемых за счет внедрения комплекса средозащитных мероприятий.

Задачи исследований:

- проведение первичных мониторинговых исследований для анализа ландшафтно-геохимической обстановки под воздействием техногенной нагрузки;
- исследование процессов формирования ореолов и потоков загрязнения в районе расположения предприятий по добыче и переработке сульфид содержащих руд;
- исследование процессов формирования и миграции кислых дренажных вод в районе освоения и эксплуатации сульфидных месторождений;
- разработка мероприятий по снижению негативного воздействия на почву и водные ресурсы.

Республика Бурятия характеризуется невысоким уровнем развития промышленного и горного производств, а также на территории данного региона находится значительное число объектов природного наследия, находящихся под охраной государства, в том числе и крупнейшее в мире по запасам пресной воды озеро Байкал.

Таблица

Результаты количественной оценки токсичных элементов в образцах

Номер пробы	Содержание токсичных элементов, ppm			
	Pb	Zn	As	Cu
#1	15193,48	12268,3	1382,92	447,77
#4	13024,11	52443,57	916,89	372,78
#7	13771,89	95074,79	569,53	867,39
p1g-1	5074,77	35318,59	365,38	773,52
p1g-2	10011,92	29523,14	519,81	808,12
p1-3n	1637,81	5387,57	149,04	81,32
p1-4n	5434,56	13270,83	361,54	366,07

Летом 2008 г. были проведены мониторинговые исследования отвала разведочной штольни, а также прилегающей территории. На поверхности отвала были заложены 4 профиля для отбора проб, который проводился методом конверта с глубины 10–15 см. Закладывалась площадка 2×1 м, пробы отбирались в узлах

квадрата и на пересечении диагоналей. Затем проводилось квартование образцов для получения представительной пробы на каждой точке.

В табл. представлены предварительные полевые результаты количественной оценки токсичных элементов в отобранных образцах по профилю № 1.

На рис. 1 представлено распределение концентрации токсикантов по профилю отвала в зависимости от расстояния.

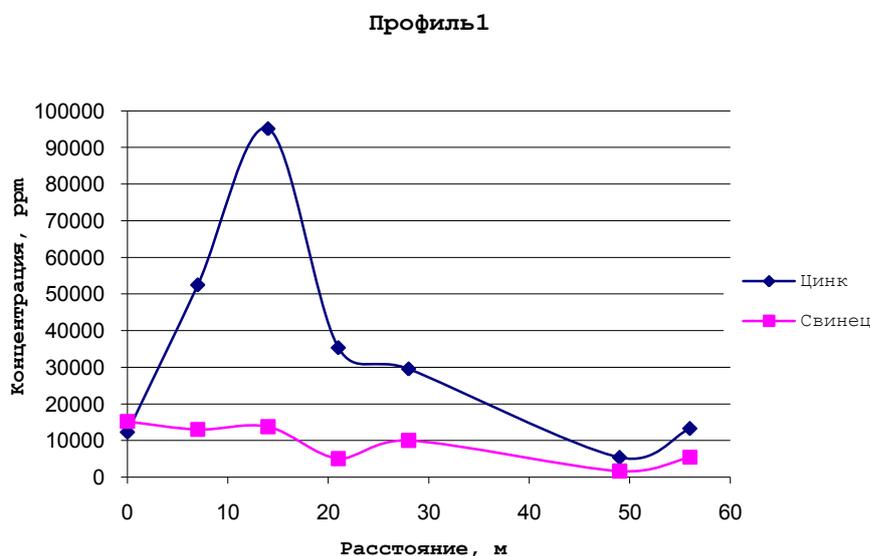


Рис. 1. Распределение концентраций токсикантов по профилю отвала

Для оценки миграционной способности токсичных примесей было произведено обследование ручья, дренирующего отвал, в рамках которого был произведен отбор проб донных отложений с шагом 20 м. Затем в полевых условиях при помощи портативного рентгенофлуоресцентного спектрометра произвели анализ образцов (рис. 2).

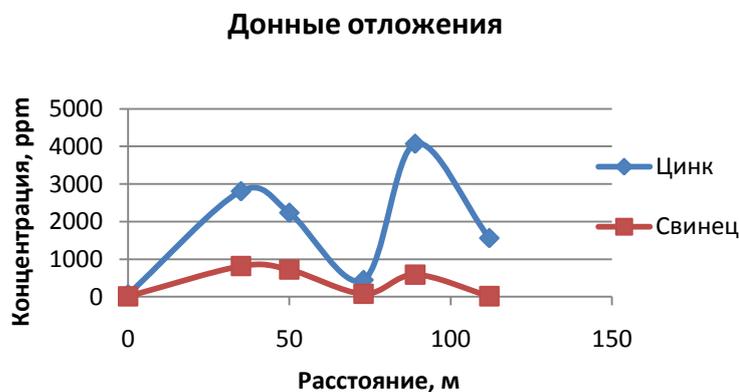


Рис. 2. Распределение концентраций токсикантов в донных отложениях

Для оценки вертикальной миграции загрязняющих компонентов был вскрыт разрез отвальных пород и составлено его описание. Разрез техногенных пород мощностью 2,6 м представлен отвалом разведочной штольни по телам свинцово-цинковых руд. В верхней части разреза от 0 до 0,4 м желтовато-бурый - сыпучий материал из окисленных и перемытых пород. Далее идет от 0,4 до 0,7 м очень плотно сцементированный, гораздо более красный, слой тех же самых пород с более насыщенной цементацией. От 0,8 до 1,1 м вниз идет красновато-бурый рассыпчатый слой с достаточно большим количеством рыхлого материала; от 1,1 м до 1,3 м появляется серовато-белый (светло-серый) слой с достаточно редкими крупными булыжниками и большим количеством рыхлого материала. От 1,3 м до 1,9 м идет красновато-бурый слой уже с много большим количеством камней вплоть до валунов и меньшим количеством рыхлого материала, причем слой обводнен, поэтому его насыщенность гораздо выше, чем у вышележащих слоев; далее от 2,0 м начинаются практически полные

глыбовые отложения с очень малым количеством рыхлого материала (рыхлый материал представлен суглинком и супесью), слой достаточно сильно обводнен вплоть до вытекания воды.

Проведенные исследования образцов показали, что под воздействием осадков сульфидные минералы способны реагировать с водой с образованием серной кислоты. В результате чего происходит инфильтрация ливневых вод, содержащих серную кислоту и ее соли тяжелых металлов (преимущественно Pb и Zn). Ситуация усугубляется близким расположением (около 10 км от месторождения) Еравнинских озер, являющихся природным достоянием республики Бурятия и имеющих большое рыбопромысловое значение.

Следующим этапом исследований планируется более детальная разработка методики анализа отобранных проб на рентгенофлуоресцентном спектрометре. По итогам анализа будет произведено моделирование воздействия техногенного массива на прилегающие территории. На основе этих исследований будут рассмотрены и разработаны способы экологически безопасного складирования отходов горной промышленности.

Исследования выполнены при поддержке Американского фонда гражданских исследований и развития (CRDF).

РАЗРАБОТКА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАСТВОРОВ НА ОСНОВЕ ФТОРАНГИДРИТА

А.В. Лепихин, А.А. Волков

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

В Томской области и многих регионах Российской Федерации существует фторводородное производство, которое загрязняет окружающую среду своими твердыми сульфаткальцевыми отходами. Этих отходов накапливается около 350 тыс. т в год, и они не используются, хотя сульфаткальцевые отходы после обезвреживания и модификаций обладают вяжущими свойствами. Поэтому использование фторангидрита является весьма актуальной задачей, как с точки зрения экологии, так и с точки зрения получения нового строительного материала. На кафедре ЭБЖ ранее были проведены исследования по использованию фторводородного производства в строительной промышленности в качестве сырьевого источника получения ангидритовых шлакоблоков, штукатурных растворов, шпаклевки и др. [1, 2].

Целью данной работы является разработка нового направления применения фторангидрита – это получение строительного раствора. В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

1. Определить весовые соотношения фторангидрита - в качестве вяжущего, а доломита – в качестве наполнителя, для получения ангидритного строительного безцементного раствора марки 10 (под маркой понимается предел прочности затворенных водой и выдержанных на протяжении 28 сут. образцов на сжатие в МПа).

2. Определить весовое соотношение фторангидрита, доломита и сульфенола для получения водостойких ангидритных строительного-монтажных растворов (водостойкость – отношение предела прочности на сжатие затворенных водой и выдержанных на протяжении 28 сут., после и без замачивания, которое должно быть согласно СНИП).

Методика проведения опытов заключалась в следующем: брали навеску фторангидрита, размер гранул не превышал 120 мкм, марочность ангидритного вяжущего составляет 11 МПа. Также брали доломит, размер гранул которого не превышал 120 мкм, NaCl, сульфенол. Все эти ингредиенты смешали в емкости, затем добавили воды и полученную смесь тщательно размешали. Полученный раствор залили в заранее подготовленные формочки, стенки которых были смазаны машинным маслом, для уменьшения адгезии (прилипание материала к стенкам). Через сутки разобрали опалубку формочек. Образовавшиеся кубики, выдержали в течение 6 суток в естественных условиях, при температуре 22–24 °С и влажности воздуха 45–65 %. Соответствующие составы и значения исследуемых показателей приведены в табл. 1, 2.

Методика испытаний:

1. Определение подвижности строительной смеси. В конусообразную емкость заливается приготовленная смесь и согласно ГОСТ 310, проводятся испытания на глубину погружения 300-граммового конуса.

2. Определение растекаемости строительной смеси. С помощью Вискозиметра Суттарда определяется диаметр растекания испытываемого раствора.

3. Определение прочности кубиков. Испытание проводится по ГОСТ 3304-86. Выдержанные кубики, на протяжении 7 суток шлифуются, измеряется их площадь, а затем они подвергаются испытанию на прочность сжатия лабораторным прессом.

Исходя из полученных данных, приведенных в табл. 1 и 2, мы построили графики зависимости коэффициента водостойкости и прочности от состава ангидритных образцов (рис. 1, 2).

Обсуждение экспериментальных результатов:

Как видно из табл. 2 и рис. 1, 2 наиболее оптимальным является состав № 2. (Состав: фторангидрит – 1000 г, доломит – 100 г, NaCl – 15 г, сульфенол – 0,022 г, вода – 450 мл. Показатели: подвижность – 8,5 см, растекаемость – 110 мм, прочность без замачивания – 14,45 МПа, с замачиванием – 11 МПа, коэффициент водостойкости – 76 %). На прочность и водостойкость данных составов влияет содержание в них сульфенола.

Таблица 1

Составы ангидритовых образцов

Состав	Состав №1	Состав №2	Состав №3	Состав №4
Фторангидрит	700 г	1000 г	1000 г	1000 г
Доломит	70 г	100 г	100 г	100 г
NaCl	10,5 г	15 г	15 г	15 г
Сульфол	-	0,022 г	0,043 г	0,086 г
Вода	230 мл	450 мл	450 мл	500 мл

Таблица 2

Влияние содержания сульфолла на свойства ангидритовых материалов и изделий

Показатели	Состав №1	Состав №2	Состав №3	Состав №4
Подвижность	8 см	8,5 см	8,3 см	8,6 см
Растекаемость	82 мл	110 мл	112 мм	>120 мм
Прочность (без замачивания)	14 МПа	14,45 МПа	10,7 МПа	10,2 МПа
Прочность (с замачиванием)	4,55 МПа	11 МПа	4,39 МПа	3,65 МПа
Кводостойкости	32%	76%	41 %	36 %

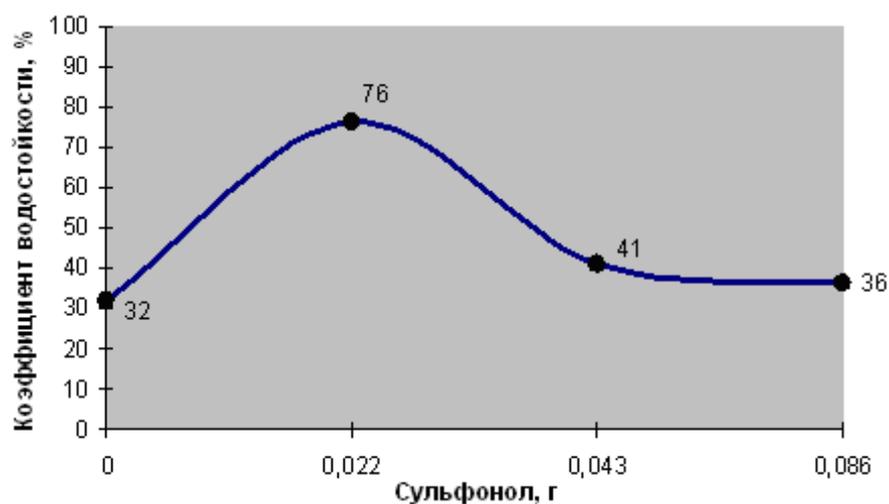


Рис. 1. Зависимость коэффициента водостойкости от содержания сульфолла

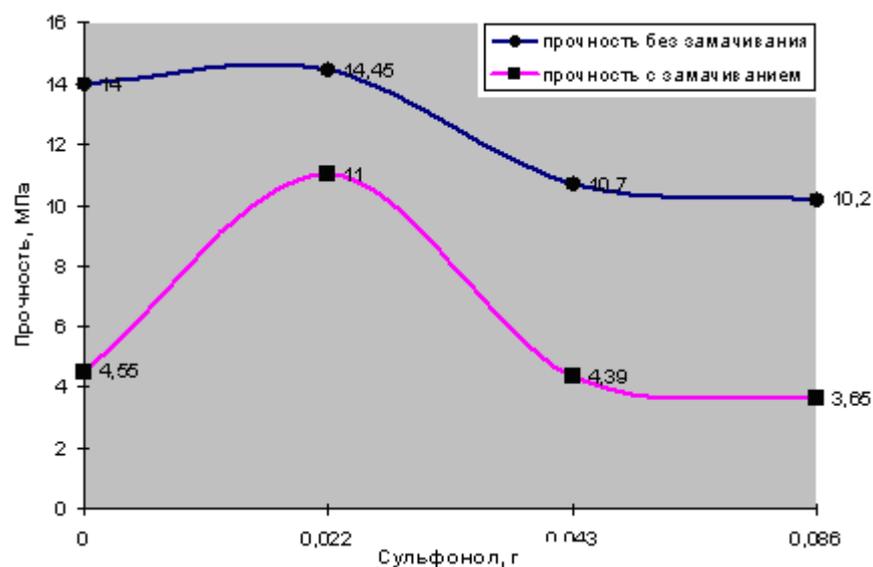


Рис. 2. Зависимость прочности от содержания сульфолла

Направление использования фторангидрита в качестве строительного-монтажного раствора показало, что данный вид продукции может применяться в строительной индустрии, как альтернатива существующим материалам, полученным из природного сырья. Исходя из полученных результатов исследований, наш строительный материал из техногенного сырья решает две проблемы:

1. Экологическую – не будут накапливаться сульфаткальцевые отходы, загрязняющие окружающую среду.

2. Экономическую – не будет расходов на утилизацию сульфаткальцевых отходов, так как они будут направляться в строительство, тем самым, обеспечивая новые рабочие места, и приносить прибыль. Стоимость ангидритовых материалов и изделий, полученных из техногенного сырья, приблизительно в два раза ниже тех материалов и изделий, которые используются в строительстве в настоящее время.

Литература

1. Федорчук Ю.М. Патент РФ № 2277515 Способ получения ангидритного вяжущего, от 1 апреля 2002г.
2. Федорчук Ю.М. Техногенный ангидрит и его свойства, применение. – Томск: Издательство Томского государственного университета, 2003. – 110 с.

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

А.В. Лепихин

Научный руководитель доцент Ю.В. Бородин

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Тысячи лет человек восхищается, любит и наслаждается водой. Роль воды в жизни нашей планеты удивительна и, как ни странно, раскрыта ещё не до конца. Большая часть (70,8 %) поверхности земли покрыта океанами и морями. Но человек, как правило, не может использовать всю эту воду в своих целях, так как океан – это не просто вода, а достаточно солёная вода. Морские воды составляют 96,5 % общего объёма, а на долю пресных вод приходится лишь около 3,5 %, но человечество не может пользоваться даже этим малым количеством воды в полной мере. Из него менее одного процента находится в жидком состоянии. Потребности в воде огромны и ежегодно возрастают. Ежегодный расход воды на земном шаре по всем видам водоснабжения составляет 3300–3500 км³.

От чистоты водоемов, рек, озёр, морей зависит многообразие животного и растительного водного мира, и как следствие благосостояние нации и развитие экономики страны в целом. Состояние водных ресурсов, на сегодняшний день, вызывает тревогу. Дело в том, что в водоёмы попадают огромное количество различных, не свойственных им, химических веществ, которые ухудшают их качество. Когда мы говорим о сточных водах, то часто не задумываемся о масштабах этой проблемы. Сточные воды, являясь одним из активнейших загрязнителей окружающей среды, поражают биоценоз не только водоемов, но и близлежащих к ним территорий. Вопросы очистки, обезвреживания и утилизации сточных вод являются неотъемлемой частью проблемы охраны природы, оздоровления окружающей человека среды и обеспечения санитарного благоустройства городов и других населённых мест [1].

Одним из загрязнителей окружающей среды являются нефтесодержащие сточные воды. Они образуются на всех технологических этапах добычи и использования нефти. К источникам загрязнения окружающей среды нефтесодержащими сточными водами наряду с другими производственными объектами относятся предприятия хранения и транспорта нефтепродуктов. Наиболее многочисленными из них являются склады нефти и нефтепродуктов – нефтебазы. Характерной особенностью предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов является отсутствие возможностей организации более или менее полного оборотного использования воды, что приводит к неизбежному сбросу сточных вод в окружающую среду. Для обеспечения высоких требований к степени очистки сбрасываемых сточных вод на нефтебазах и перекачивающих станциях ведется большая работа по созданию очистных сооружений.

Основными методами очистки воды от нефтепродуктов являются механические и физико-химические. Механическую очистку сточных вод от нефтепродуктов применяют преимущественно как предварительную. Механическая очистка обеспечивает удаление взвешенных веществ из бытовых сточных вод на 60–65 %, а из некоторых производственных сточных вод на 90–95 %. Механическую очистку проводят для выделения из сточной воды находящихся в ней нерастворенных грубодисперсных примесей путем процеживания, отстаивания и фильтрования. К физико-химическим методам очистки сточных вод от нефтепродуктов относят коагуляцию, флокуляцию и сорбцию.

Существуют также электрохимические, биохимические методы очистки сточных вод и метод флотации. В основе электрохимических методов очистки сточных вод лежит электролиз веществ, т. е. химические превращения с использованием электрической энергии. Биохимический метод основан на способности микроорганизмов использовать разнообразные вещества, содержащиеся в сточных водах, в качестве источника питания в процессе их жизнедеятельности. Задачей биохимической очистки является превращение органических загрязнений в безвредные продукты окисления – H_2O , CO_2 и другие. Флотация является сложным физико-химическим процессом, заключающимся в создании комплекса частица-пузырек воздуха или газа, всплывании этого комплекса и удалении образовавшегося пенного слоя.

Кроме этого для глубокой очистки сточных вод от растворенных в них нефтепродуктов, оставшихся после механической, физико-химической или биологической очистки, можно применять метод химического окисления органических примесей озоном и хлором [2].

Одним из перспективных методов окисления является метод озонирования. Озонирование обладает рядом преимуществ перед другими методами обработки воды, одним из которых является его универсальность. Благодаря высокой окислительной способности озона процесс очистки воды осуществляется при нормальной температуре, при этом одновременно происходит окисление примесей, дезодорация и обеззараживание вод.

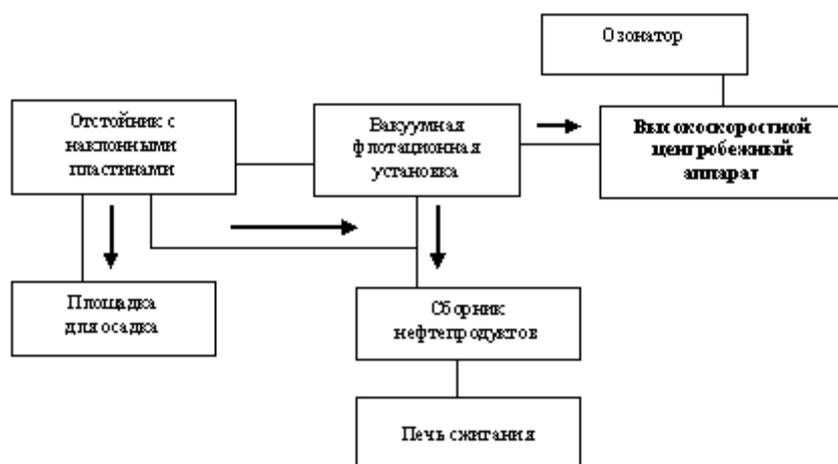


Рис. Технологическая схема очистки сточной воды от нефтепродуктов

Преимущества метода озонирования:

- Озон разлагает органические загрязнения, делает их нерастворимыми, способствует их укрупнению и, таким образом, увеличивает эффективность песчаных фильтров для очистки воды.
- Грамотно установленная система фильтров для очистки воды с правильно подобранным циклом озонирования убивает все бактерии и вирусы, а также, плесень и паразитов.
- Озон известен как сильнейшее дезинфицирующее и окисляющее средство, в процессе производства которого, не образуется никаких побочных продуктов, кроме кислорода, что обеспечивает технологии экономичность и экологичность.
- Озонирование воды предотвращает образование солей кальция и удаляет существующий меловой налет, снижает коррозию металлов на открытом воздухе, очищает и предотвращает образование жирного осадка на стенках емкости.

Правильно выбранная система озонирования воды оправдывает расходы по ее покупке уже через 1,5–2 года за счет экономии средств на химикаты и очистительные процедуры. Польза здоровью от озонирования не может быть измерена в денежном выражении [3].

Нахождение в воде различных типов примесей вызывает необходимость применения при ее очистке определенных методов и аппаратов в зависимости от требований к очищенной воде и исходных загрязнений. Для получения наибольшего эффекта очистки, реализуя комплексный подход к решению проблемы, необходимо разработать технологическую схему, включающие различные ступени очистки, с расчетом и подбором основного оборудования под конкретные условия проектирования.

Мы разработали технологическую схему очистки сточных вод от нефтепродуктов (рис.).

Таблица

*Результаты окисления озоном фенолов в водном растворе
(начальная концентрация фенолов в воде 100 мг/л, рН = 12)*

Фенол		о-крезол		м-крезол	
Расход озона, мг/л	Содержание фенола, мг/л	Расход озона, мг/л	Содержание о-крезола, мг/л	Расход озона, мг/л	Содержание м-крезола, мг/л
0	96	0	99	0	99
54	47	49	46	57	41
110	12	100	11	110	2,7
180	0,4	150	1,7	150	0,4
220	0,2	200	0,2	200	-
260	0,1	240	0,1	260	-

Добавление в данную технологическую схему узла озонирования, существенно улучшает качество очищаемой воды без использования дополнительных реагентов. В табл. приведены результаты окисления озоном фенолов в водном растворе [2].

Данная технологическая схема может быть использована для очистки сточных вод автотранспортных предприятий, содержащих нефтепродукты. Производительность установки до 55 м³/ч, степень очистки по нефтепродуктам до 0,1 ПДК.

Литература

1. Иванов В.Г., Хмяляйнен, М.М. Обеззараживание. Альтернатива традиционным методам // Вода и экология. – 2000. – № 1. – С. 16 – 20.
2. Стахов Е.А. Очистка нефтесодержащих сточных вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов. – Л.: Недра, 1983. – 263 с.
3. Шаболдо П.И., Самарин, А.Ф., Зинчук, Л.Н., Проскуряков, В.А. Использование озона в процессах глубокой очистки природных я сточных вод // ЖПХ. – 1984. - № 6. – С. 1287 – 1290.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОТОВЫХ ТЕЛЕФОНОВ

Мао Мин¹

Научный руководитель доцент Н.В. Крепша²

¹г. Тхеньян, Китай

²Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время число пользователей мобильных (сотовых) телефонов в мире достигло около четырёх млрд человек, из них в России более 170 млн пользователей. В Америке 46 % детей 8–12 лет имеют мобильники. Как видим, ежедневно большое количество людей подвергаются воздействию электромагнитных излучений (ЭМИ). Электромагнитное излучение – это взаимосвязанное распространение в пространстве электрического и магнитных полей определённой частоты излучения. Основным источником излучений в диапазоне радиочастот (400–2000 МГц) являются радиотелевизионные и другие устройства, работающие на токах радиочастот [1].

Влияние на организм электромагнитных излучений связано с частичным поглощением их энергии тканями тела, в частности мозгом головы человека. Это вызывает нагрев органов тела (мозга, глаз, печени, крови). Отсюда, повышение температуры тела, головные боли, нарушение памяти, усталость. Самым опасным следствием локального нагрева является помутнение хрусталика глаз, что вызывает ухудшение зрения. Воздействие проявляется также в изменении состава крови и перепаде артериального давления и пульса. Исследование показало [1], что чем больше и дольше человек пользуется сотовым телефоном, тем выше его риск заболеть злокачественной опухолью мозга, причем именно с той стороны, к которой он обычно подносит телефонный аппарат. Известно, что мозг ребёнка поглощает значительно больше излучения, чем мозг взрослого человека. У малышей мозговая ткань более восприимчива, следовательно, количество поглощённой энергии мозгом ребёнка значительно увеличивается.

Фундаментальных исследований по многолетнему воздействию электромагнитных полей на мозг человека разных возрастов в мире не проводилось. Известны экспериментальные исследования интенсивностно-временных зависимостей с биообъектами (крысами). Результаты указывают на снижения зрения глаз и состояния мозга крыс [2].

В настоящее время вопрос влияния на здоровье человека мобильных телефонов активно обсуждается в научной литературе, на конференциях, в Меморандуме Программы Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) «Электромагнитные поля и здоровье человека» и т. д. [3]. Опубликованы результаты различных исследований по изучению биологического действия электромагнитных полей радиочастотного диапазона (табл. 1).

Как видим, в одних работах доказывается, что мобильный телефон отрицательно влияет на здоровье человека, в других отвергается это утверждение. Причина этого, отсутствие научного доказательства влияния сверхслабых электромагнитных полей на человека. Очень сложно измерить взаимодействие электромагнитных излучений с организмом человека, если источник излучений приближен непосредственно к голове человека. До 1997 г. специальных исследований биологического действия ЭМИ сотового телефона в России не проводилось.

Анализ литературных материалов по воздействию излучений сотового телефона на здоровье показал [1, 2, 3, 4], что частое и длительное пользование мобильными телефонами может оказывать неблагоприятное воздействие на здоровье человека. Особенно сильное влияние оказывает такое пользование мобильными телефонами на детей. «Проблема в том, что у нас нет никаких данных о том, сколько времени и в каком режиме можно пользоваться мобильниками, а по сути, облучать электромагнитными полями головной мозг», – объясняет Юрий Григорьев, председатель Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений. Мы должны ориентироваться на стандарты [4].

Нормирование электромагнитных полей радиочастот в диапазоне 400–2000 МГц в настоящее время осуществляется по четырем показателям:

- 1) предельно допустимая напряжённость электрического поля (Е, В/м);
- 2) предельно допустимая напряжённость магнитного поля (Н, А/м);
- 3) поверхностная плотность потока ППЭ, мкВт/см²;

4) удельная поглощённая мощность SAR (specific absorption rate), Вт/кг.

Основным документом нормирования биологического действия ЭМИ сотового телефона в России являются СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190–03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи», введённый в действие с 01.06.2003 г. и стандарт ENV 50166-2 по ограничениям и контролируемым уровням магнитных и электрических полей, разработанный Международной комиссией по защите от неионизирующих излучений (табл. 2).

Таблица 1

Результаты исследования влияния сотовых телефонов на здоровье в мире

Учёные	Страны	Результаты
Лейф Сальфорд (нейрохирург)	Швеция	Облучались крысы сотовыми телефонами по 2 часа в течение 50 дней. В результате у животных произошли серьёзные изменения в нервных клетках головного мозга.
Леннард Харделл	Швеция	Если ребёнок начинает пользоваться сотовым телефоном с 8–12 лет, то уже к 21 году у него в 5 раз чаще развивается опухоль мозга. Такова же вероятность возникновения опухоли слухового нерва.
Исследователи из Токийского женского медицинского университета	Япония	Сравнили уровень применения мобильных у 322 пациентов с раком мозга и 693 здоровых людей и обнаружили, что регулярное использование сотового телефона не оказывало значительного влияния на развитие рака.
Российские ученые Медицинского биофизического центра им. А. И. Бурназяна	Россия	Пользование сотовой трубкой через 8–10 лет может привести к развитию опухоли мозга.
Независимая группа английских ученых	Велико-британия	Пришли к выводу, что мобильные телефоны не влияют на здоровье человека и провели исследование вопросов безопасности использования мобильных телефонов.

Сравнение отечественных и зарубежных нормативов показывает, что если для всего диапазона сотовой связи (450, 900 и 1800 МГц) принятый у нас норматив ППЭ для пользователей составляет $100 \text{ мкВт} / \text{см}^2$, то в соответствии со стандартом ENV 50166-2 для аппаратов сотовой связи для аппаратов сотовой связи для диапазона 450 МГц он равен – $225 \text{ мкВт} / \text{см}^2$, 900 МГц – $450 \text{ мкВт} / \text{см}^2$, 1800 МГц – $900 \text{ мкВт} / \text{см}^2$. Это несколько противоречит особенностям максимумов поглощения в соответствие с соизмеримостью размера объекта (голова, а не человека в целом) с разной длиной волны излучения [4].

Пока нет отработанной в настоящее время объективной оценки уровней ЭМИ, создаваемых аппаратами сотовой связи, используются следующие рекомендации по основным ограничениям и контролируемым уровням действующих излучений на человека. Так, в инструкции к любой марки сотового телефона, покупаемой в России, существует информация о сертификации SAR. Предельное значение SAR, установленное в международных директивах, равно 2,0 Вт/кг. Наибольшее значение коэффициента SAR для данной модели телефона составляет 0,74 Вт/кг около уха. Данная модель соответствует нормам на облучение радиочастотной энергией при соблюдении основных ограничений при пользовании.

Таблица 2

ПДУ ЭМИ от аппаратов сотовой связи для населения

Диапазон частот, МГц	СанПиН 2.4.1190-03	Стандарт ENV 50166-2			
	ППЭ, $\text{мкВт} / \text{см}^2$	SAR, $\text{Вт} / \text{кг}$	ППЭ, $\text{мкВт} / \text{см}^2$	Среднекв. значение E, В / м	Среднекв. значение H, А / м
450	100	2,0	225	29,2	0,08
900	100	2,0	450	45,0	0,11
1800	100	2,0	900	60,0	0,15

Пока разнообразные государственные, научные и отраслевые организации занимаются исследованиями влияния радиочастотного электромагнитного излучения на здоровье, вопрос о безопасности сотовых телефонов остается открытым. Как нам обезопасить себя сейчас?

- При покупке телефона следует интересоваться величиной SAR; она должна быть не более 2,0 Вт/кг.
- Детям и подросткам до 16 лет, а также беременным женщинам следует использовать сотовые телефоны лишь в случае крайней необходимости.
- Во время соединения с абонентом нельзя держать телефон около головы, т.к. выходная мощность максимальна; носить его в сумке, а не в кармане или на шее. Во время отдыха располагать минимум на 0,5 м.
- Следует сократить продолжительность разговоров до минимума (3 мин.).

- По возможности предпочтение отдавать сотовым телефонам с гарнитурами и системами «свободные руки» («hands free»), а также громкой связью.
- Во время разговора следует держать аппарат тремя пальцами и обязательно за нижнюю часть, т.к. в сжатой руке мощность аппарата увеличивается примерно на 70 %; нельзя прикасаться к антенне.
- Следует изменять положение трубки в процессе разговора (то слева, то справа).
- В зданиях, построенных из железобетонных конструкций, разговор по аппарату мобильной связи следует вести около большого окна, на лоджии или балконе.
- Не следует разговаривать по сотовому телефону при езде на автомобиле, в тоннелях, в металлических гаражах, в больницах, самолётах, автозаправочных станциях.

Пока разнообразные государственные, научные и отраслевые организации занимаются исследованиями влияния радиочастотного электромагнитного излучения на здоровье, вопрос о безопасности сотовых телефонов остается открытым. Нам остается соблюдать рекомендации по использованию сотового телефона.

Литература

1. Загустина Н. А., Гурин С. В., Козлов В.Г. Оценка воздействия излучений сотового телефона на функциональное состояние человека. – СПб: «Зодиак», 2003. – 235 с.
2. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055–96. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона. – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 1996. – 23 с.
3. Безопасность жизнедеятельности: Учебник // Под ред. проф. Э.А. Арустамова. – М.: Изд. «Дом Дашков и К», 2000. – 678 с.
4. Рубцова Н. Б., Пальцев Ю. П., Состояние и перспективы обеспечения безопасности человек при использовании систем сотовой связи //Безопасность жизнедеятельности. – М.: ГУ НИИ медицины труда РАМН, 2005. – № 2. – С 28–31.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ОЦЕНКИ И ВЫДЕЛЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ БИО- И НЕФТЕШЛАМА ООО «КИНЕФ»

К.А. Моисеева

Научный руководитель профессор М.А. Пашкевич

*Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова,
г. Санкт-Петербург, Россия*

Потребности общества постоянно растут, следовательно, растут объемы производства. К 2008 г. на предприятиях топлива и энергетики занято нерекультивированными хранилищами отходов свыше 200 тыс. га. Реализация резолюции 42/186-187 Генеральной ассамблеи ООН и Федерального закона «Об охране окружающей среды» требует обеспечения снижения воздействия предприятий ТЭК на природную среду в соответствии с принятыми нормативами путем применения наиболее эффективных защитных технологий [1–3].

Компоненты природной среды на территориях складирования нефтесодержащих отходов подвергаются значительной техногенной нагрузке, поскольку отсутствие современных технологий их ликвидации и обезвреживания превратило значительное число хранилищ из средства предотвращения нефтезагрязнения в угрозу крупномасштабного загрязнения компонентов природной среды (почв, подземных и поверхностных вод, атмосферы).

Однако, несмотря на высокую экологическую опасность нефтесодержащих отходов до сих пор не разработано технологических решений, позволяющих с высокой эффективностью и минимальным техногенным воздействием их обезвреживать и утилизировать.

ООО «КинЕф» ОАЛО «Сургутнефтегаз» является одним из самых крупных нефтеперерабатывающих предприятий Северо-Западного региона и России. Ежегодно на предприятии перерабатывается более 16 млн т нефти, объем выпускаемой товарной продукции составляет более 15 млн т, часть которой потребляется на собственные нужды.

При этом производство продукции сопровождается образованием большого количества отходов с явно выраженной тенденцией к ежегодному увеличению их объемов. К настоящему времени на территории ООО «КИНЕФ» на предприятии временно хранится более 150 тыс. т отходов. В том числе с иловых полей более 107 тыс. т и нефтешламов более 43 тыс. т. Состав отходов отличается разнообразием и содержанием групп токсичных веществ со значительным превышением предельно-допустимых концентраций (ПДК).

Это обуславливается тем, что ООО «КИНЕФ» производит большое количество токсичных веществ, список наименований которых весьма обширен. Среди них много летучих соединений, газообразных или легко кипящих, которые, несмотря на все принимаемые меры предосторожности, в ходе технологических операций или при хранении поступают в атмосферу, загрязняя ее.

На территории ООО «КИНЕФ» происходит формирование лито- и гидрохимических ореолов загрязнения. Это объясняется тем, что на территории функционирования техногенных массивов происходит полная трансформация состава приповерхностных отложений и подстилающих их грунтовых вод, которые разгружаясь в поверхностные водотоки (р.р. Волхов, Черная, Кереть и Тигода), являются главными источниками их загрязнения.

Строительство в рамках ООО «КИНЕФ» завода глубокой переработки нефти прямо или косвенно приведет после завершения к сокращению выбросов некоторых вредных веществ. Но увеличит объем образующегося шлама в 4–5 раз.

Высокий уровень загрязнения компонентов природной среды высокотоксичными веществами, а также увеличение количества нефтесодержащих отходов обуславливает необходимость оперативного обезвреживания уже существующих и вновь образующихся нефтяных и биологических шламов.

При проведении исследования решались задачи:

- Отбор проб на предприятии.
- Анализ проб в лаборатории университета.
- Оценка качественного и количественного состава неорганической части шламов.
- Разработка проекта технологии выделения полезных компонентов из шлама.

Для оценки токсичности осадка был произведен отбор проб на шламоохранилищах. После удаления органической части из образца, пробу подвергли анализу при помощи метода ионной хроматографии на оборудовании 761 Compact IC фирмы Metrohm, с использованием отдельных секций на катионы и анионы. Результаты исследования приведены в табл.

Таблица 1

Результаты исследования проб

№ элемента	Компонент	Концентрация в пробе, г/л
Катионы		
1	Марганец	27,2
2	Никель	23
3	Аммоний	19,6
4	Медь	12,1
5	Свинец	9,8
6	Натрий	6
7	Кальций	4,9
8	Ванадий	1,3
Анионы		
9	Нитраты	37
10	Нитриды	32,2
11	Хлориды	22
12	Фториды	19,6
13	Сульфаты	18,6
14	Сульфиды	18,3
15	Карбонаты	18

Как видно из приведенных результатов, илы и шламы содержат множество полезных компонентов, которые могут быть использованы в других отраслях промышленности.

Основной задачей теперь является не только разработка технологии обезвреживания био- и нефтешламов, но и выделение полезных компонентов из осадков, что поможет не только свести на нет ущерб окружающей среде, но и принесет прибыль предприятию.

В лаборатории института ведутся разработки в 2-х направлениях: мембранное фильтрование и разделение смеси на компоненты при помощи хроматографической колонки.

Технология мембранного фильтрования сейчас широко применяется в таких странах, как Польша и Чехия для очистки гумусового слоя от загрязнения тяжелыми металлами. Кроме того, популярность мембранных фильтров сильно возросла при внедрении нано-технологий в методы очистки вод. Мембраны, как и другие фильтрующие материалы, можно рассматривать как полупроницаемые среды: они пропускают воду, но не пропускают, точнее, хуже пропускают некоторые примеси. Однако если обычное фильтрование применяют для удаления из воды относительно крупных образований – дисперсных и крупных коллоидных примесей, то мембранные технологии – для извлечения мелких коллоидных частиц, а также растворенных соединений. Для этого мембраны должны иметь поры очень малого размера. При фильтровании образцы также подвергаются удалению органической компоненты смеси. Сложность состоит в подборе фильтров по пористости и разделении компонентов, осевших на фильтрах с одинаковой пористостью.

Проработка технологии разделения смеси на компоненты при помощи хроматографической колонки проходит в более сложных условиях, это объясняется отсутствием разработанных методик для данного вида осадков, сложностью в выборе и отработки фазы, включая заполнение колонки, подбора элюирующей жидкости, а так же сложности в пробоподготовке. Метод основан на разделении компонентов смеси при помощи избирательной адсорбции. Хроматография заключается в следующем. Разделяемая смесь помещается в дозирующую петлю. Затем дозируется в колонку с подвижной фазой. Составляющие смеси разделяются по длине колонки, содержащей измельченный адсорбент. Очень важным параметром элемента является его время удерживания. Это и лежит в основе разрабатываемого метода.

Сейчас влияние предприятия возрастает в геометрической прогрессии. Появляются технологии более глубокой переработки, новые специфические загрязняющие вещества. Вредное воздействие распространяется на близлежащий город Кириши. По данным статистики, каждый год количество респираторных заболеваний увеличивается на 20 %, а онкологических на 5 %.

Из всего вышесказанного следует, что технология обезвреживания осадков должно быть произведено как можно скорее. Задачей является разработка не только экологически, но и экономически эффективной технологии обезвреживания, что станет целью для дальнейших исследований в данной области.

Литература

1. Доронина О.А., Матросов А.С. ООН и проблемы окружающей среды городов (по материалам ЮНЕП и ХАБИТАТ)// Экология большого города: Альманах. – М.: 1996. – 211 с.
2. Геохимия окружающей среды // СПб, изд. СПГТИ, 1997. – 60 с.
3. Шувалов Ю.В. и др. Природопользование// СПб: изд. СПГТИ, 2000. – 119 с.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ УСЛОВИЙ ГОРЕНИЯ ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМ И.Л. Морозова

Научный руководитель профессор А.И. Сечин
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В производственных условиях разработки газоносного угольного массива образуются тройные (гетерогенные) системы, состоящие из метана, пыли угля и сопровождающих пород, паров воды и воздуха с различной концентрацией каждого из веществ. Наличие такой сложной системы и предопределяет большую вариативность развития аварийной ситуации [3]. С целью получения объективной информации о факторах, влияющих на инициирование и развитие аварийной ситуации, необходимо исследовать их взаимное влияние на показатели пожаровзрывоопасности. Одним из значительных таких показателей является нижний концентрационный предел распространения пламени.

В настоящее время не существует ни методики, ни установки по определению предельных условий горения гетерогенных систем. В то же время существует ряд отличий в конструктивном исполнении и формам реакционных камер у российских и зарубежных установок по изучению предельных условий горения индивидуальных веществ. Одна из главных причин отсутствия единых требований к конструкции установок указанного назначения – расхождение в трактовке самого понятия НКПВ взвешей горючих веществ. В России под понятием НКПВ понимают минимальное (максимальное) содержание горючего вещества в однородной смеси с окислительной средой, при котором возможно распространение пламени по смеси на любое расстояние от источника зажигания [2]. Ряд ученых США принимают за НКПВ такую граничную концентрацию горючего вещества в смеси с воздухом, небольшое изменение которой в сторону меньших концентраций делает смесь неспособной к воспламенению, а небольшое изменение концентрации в противоположном направлении создает воспламеняющуюся смесь [1].

Проведя статистический анализ критических условий распространения пламени ряда систем, было установлено, что факторы, характеризующие пограничное состояние системы, можно описать функцией (1).

$$D = f(k_i, C_i, P_i, \tau, C_p), \quad (1)$$

где k_i – величина критических условий распространения пламени в системе i -го компонента, $г/м^3$; C_i – концентрация горючего i -го компонента в системе; P_i – давление в рассматриваемой системе; τ – время, в течение которого достигается скорость, обеспечивающая тепловое воспламенение, т. е. период индукции теплового воспламенения; C_p – однородная концентрации системы во всем реакционном объеме.

Выполненный аналитический обзор методик и отражающих их конструктивных особенностей лабораторных установок, применяемых для определения НКПВ взвешей твердых материалов, позволяет составить представление о недостаточной изученности процессов воспламенения гетерогенных смесей, а также о характере и объеме технических трудностей в постановке экспериментальных исследований. Разнообразие подходов в изучении воспламеняемости гетерогенных смесей, различие трактовок условий проведения опытов, а также разнообразие конструкций не позволяют производить анализ и сравнение получаемых результатов.

Анализ источников ошибок в определении НКПВ позволяет сформулировать ряд требований к устройству лабораторной установки:

- достаточный для распознавания вынужденного горения вблизи поджигающего источника и самоподдерживающего процесса объем реакционной камеры. Для реализации таких возможностей диаметр камеры должен быть не менее 10 см, а высота не менее 40 см;
- установка должна иметь вертикальное исполнение с впуском навески угольной пыли из нижней части камеры; конструкция распылительного устройства должна обеспечивать заполнение всего реакционного объема однородной взвешью и дезагрегацию частиц мелких фракций;
- поджигание взвеси должно осуществляться в нижней части реакционной камеры с распространением фронта горения снизу вверх;
- источник воспламенения должен обладать достаточной мощностью и оптимальным быстроедействием;

- поджигание подготовленной аэрозвеси должно осуществляться при выравнивании давления в реакционной камере до атмосферного;
- установка должна быть снабжена системами вакуумирования, продувки и соответствующей арматурой;
- необходим синхронизация момента начала действия поджигающего источника и момента образования однородной смеси в реакционной камере;
- предусмотреть в установке автоматические средства контроля за распространением пламени.

С учетом вышеперечисленных рекомендаций была разработана установка, общая схема которой представлена на рис. Установка по исследованию критических условий распространения пламени в гетерогенных системах, моделирующая производственные условия наблюдаемые при работе пневмотранспорта и пневматической сушке мелкокристаллических порошков, как при нормальных условиях, так и при пониженных давлениях в реакционной камере, состоит из следующих узлов: испытательная камера; блока формирования пневматического импульса; блока управления; блока регистрации; блока подготовки газового компонента смеси.

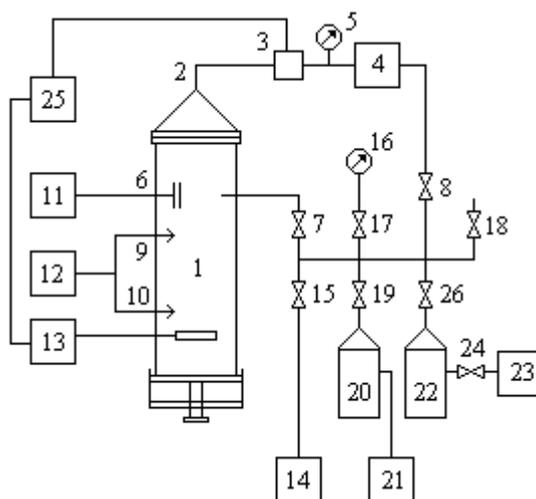


Рис. Схема экспериментальной установки по исследованию критических условий распространения пламени в гетерогенных системах:

- 1 – реакционная камера; 2 – распылительный конус, совмещенный с форсункой; 3 – электромагнитный клапан; 4 – ресивер; 5, 16 – мановакуумметр; 6 – тензометрический датчик давления; 7, 8, 15, 17, 18, 19, 24, 26 – вентили; 9, 10 – термодатчики; 11 – тензометрическая станция с осциллографом С8-12; 12 – многоканальный самописец Н-338-6П; 13 – источник зажигания; 14 – компрессор; 20 – фильтр (воздухоочиститель); 21 – вакуумный насос; 22 – смесительная камера; 23 – испаритель; 25 – электронный блок синхронизации**

Блок формирования пневмоимпульса состоит из компрессора (рис.), крана, ресивера с манометром, электромагнитного крана, форсунки, расположенной в верхней части верхнего фланца. Конусный распылитель с эжекционной форсункой состоит из конуса, служащего одновременно верхней крышкой реакционного сосуда, и форкамеры. Форкамера состоит из корпуса, крышки и форсунки. Образец исследуемого вещества, помещенный в форсунку, взвихривается при кратковременной подаче сжатого воздуха и через патрубок, соединяющий форкамеру с конусом распылителя, увлекается в реакционный сосуд, где образует пылевое облако с равномерно распределенными частицами. Вакуумный насос позволяет создавать необходимое давление в реакционной камере.

Блок управления состоит из: источника зажигания, электронной части, обеспечивающей синхронизацию срабатывания источника зажигания с моментом начала распыления, и включением регистрации показаний. Это достигается следующим образом: по готовности установки к эксперименту включают тумблером реле времени, по истечению установленного времени срабатывает электромагнитный клапан, линия задержки выдерживает его в открытом состоянии заданное время, по истечению 1 с источник зажигания отключается.

Одновременно работает блок регистрации, состоящий из многоканального самописца Н-338-6П, снабженного термодатчиками для контроля системы зажигания и распространения пламени, и тензодатчика с усилителем УТ-4. Запись ведется на диаграммной ленте с единой временной отсечкой.

Блок подготовки газового компонента смеси состоит из смесительной камеры и испарителя.

Навески взвешиваются на лабораторных весах общего назначения по ГОСТ 24104-80 с наибольшим пределом взвешивания 0,2 кг, класс точности 2. Вещество предварительно рассеивалось на вибрационном сите.

Проведенные предварительные тестовые эксперименты, показали хорошую сходимость результатов по дисперсной и парогазовой составляющим.

Литература

1. Горение, теории горения. <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1128.html>
2. ГОСТ 12.1.044-89 Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
3. Королева В. Н. Извлечение и утилизация шахтного метана / В. Н. Королева; Московский государственный горный университет (МГГУ) – М.: Изд-во Московского гос. горного ун-та, 2004. – 285 с.

ЭКСПРЕСС-МЕТОД ИНДИКАЦИИ СВЯЗНОСТИ ПЫЛИ**К.В. Некрасова, А.С. Разва**

Научный руководитель М.В. Василевский

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Защита земной атмосферы от вредных выбросов в последнее время стала одной из острых проблем современности. В связи с тем, что технологические процессы большинства производств осуществляются с перемещением и механической обработкой сыпучих продуктов, которые сопровождаются большим выделением пыли в окружающую среду, обеспыливание выбросов является частью основного производства. Существующие системы обеспыливания газов в производствах энергетической, химической, металлургической, строительной, пищевой и другой продукции предназначены для улучшения санитарно-гигиенического состояния атмосферного воздуха, улучшения условий труда, извлечения из газа ценных фракций пыли, если улавливаемый материал является основным продуктом процесса.

Многие пыле- и золоулавливающие установки, находящиеся в эксплуатации, не обеспечивают проектных показателей эффективности улавливания, указанных в паспорте аппарата. Причиной тому может служить нецелесообразность применения аппарата для данного технологического режима, состава, температуры, влажности потока, физико-химических характеристик улавливаемого материала.

Одним из наиболее надежных способов очистки промышленных газов от взвешенных частиц является механическая очистка в сухих аппаратах. Циклонные пылеуловители составляют наиболее массовую группу среди всех видов пылеулавливающей аппаратуры и применяются во всех отраслях промышленности. Циклоны просты в разработке и изготовлении, надёжны, высокопроизводительны, имеют довольно низкое гидравлическое сопротивление, могут использоваться для очистки агрессивных и высокотемпературных (до 500 °С) газов и газовых смесей. Недостатками являются невозможность улавливания пылей с малыми размерами (менее 5 мкм).

Одна из распространенных неполадок систем газоочистки, в частности циклонов, является частичное или полное забивание отдельных аппаратов улавливаемыми продуктами. Наличие агломератов пыли в потоке, которые представляют собой совокупность слипшихся частиц пыли, имеющих плотность меньше, чем плотность частиц, способствуют образованию отложений, сводообразованию в пылевыводных отверстиях, т.е. забиванию аппарата.

Поэтому для многих газоочистных аппаратов установлены определенные границы их применимости в зависимости от слипаемости подлежащих улавливанию золы, пыли. Чтобы прогнозировать работоспособность, устойчивость работы аппарата, необходимо оценивать аутогезионные свойства частиц, выбрасываемых в данном технологическом процессе.

Имеются различные методы оценки аутогезии частиц пыли, однако они требуют значительных объемов материала, высокой квалификации оператора, применения излишнего количества инструментов, кроме того, характеризуются неоднозначностью показаний. Поэтому нами было уделено внимание разработке экспресс-метода определения связности материалов.

Для исследования использовались абразивные микропорошки, которые представляют собой тонко измельченный корунд: М10 – микропорошок корунда с размерами частиц преимущественно 10 мкм, М5 – микропорошок корунда с размерами частиц 5 мкм, М2 – микропорошок корунда с размерами частиц 2 мкм и М1 – это микропорошок корунда с размерами частиц 1 мкм.

При индикации связности дисперсных материалов предварительно просеянный материал уплотняют в вертикально расположенной матрице (рис.) нагрузкой 10–40 кПа, затем полученный брикет выдавливают из нее с нагрузкой, меньшей нагрузки уплотнения. В результате тело падает под действием силы тяжести с заданной высоты над отбойной плитой. После чего происходит контактное взаимодействие выдавленного брикета с отбойной плитой, расположенной под заданным углом к горизонтальной плоскости.

Затем визуально определяют состояние дисперсного тела после контактного взаимодействия и по характеру его разрушения судят о связности материала.

Если дисперсное тело при выдавливании разрушилось и находится на плите в мелкораздробленном, разрыхленном состоянии, пыль несвязна, если тело разрушилось на части, причем нижняя прилипшая находится в уплотненном, деформированном состоянии, а верхняя после вторичного взаимодействия находится на плите в разрыхленном состоянии, пыль слабосвязна, если тело находится в уплотненном деформированном состоянии, пыль связна, если тело после взаимодействия с плитой оставляет наклеп на ее поверхности, а само после нескольких взаимодействий с поверхностью без заметного деформирования попадает в ловушку, пыль сильносвязна.

Прочность фрагментов тела, удерживаемых на плите силами адгезии проверяют либо кистью с мягким волосом, либо обдувом фрагмента струей воздуха со скоростью 5–10 м/с и взвешивается.

В таблице показаны значения масс прилипших отложений на плите в зависимости от угла ее расположения, уплотняющая нагрузка составляет 40 кПа, высота падения брикета на плиту 60 см. Для каждого микропорошка проводят параллельные опыты. Так, например, 97 % массы брикета микропорошка корунда М10 прилипло к отбойной плите, расположенной под углом 15°, в результате падения с высоты 60 см. Масса прилипшей части (97 %) составляет 0,28 г, тогда как масса брикета до падения 0,29 г. В данном случае, микропорошок М10 является связным.

Таблица

Значения масс прилипших отложений на наклонной подложке в зависимости от угла ее расположения, уплотняющая нагрузка составляет 40 кПа, высота падения брикета на плиту 60 см

Порошки	Углы наклона подложки				
	15°	17,5°	22°	28°	33°
М10 m=0,29г	0,28 (97%)	0,26 (89,6 %)	0,26 (89,6 %)	0,28 (96,6 %)	0,27 (93,1 %)
	0,25(86,2%)	0,27 (93,1 %)	0,27 (93,1 %)	0,28 (96,6 %)	0,27 (93,1 %)
М5 m=0,25г	0,25 (100%)	0,21 (84 %)	0,25 (100 %)	0,22 (88 %)	0,23 (92 %)
	0,25 (100%)	0,23 (92 %)	0,24 (96 %)	0,23 (92 %)	0,24 (96 %)
	0,25 (100%)	0,23 (92 %)	0,24 (96 %)	0,21 (72,4 %)	0,23 (92 %)
М2 m=0,20г	0,12 (60)	0,07 (35 %)	0,07 (35 %)	0,07 (35 %)	-
	0,2 (100%)	0,09 (45 %)	0,07 (35 %)	0,09 (45 %)	-
	0,11 (55%)	0,17 (85 %)	0,08 (40 %)	0,1 (50 %)	-
М1 m=0,17г	0,06 (35,3%)	0,06 (35,3 %)	0,04 (23,5 %)	0,02 (11,8 %)	-
	0,06 (35,3%)	0,01 (5,9 %)	0,04 (23,5 %)	0,01 (5,9 %)	-
	0,06 (35,3%)	0,06 (35,3 %)	0,05 (29,4 %)	0,03 (17,6 %)	-
	0,08 (47%)	0,06 (35,3 %)	0,04 (23,5 %)	0,02 (11,8 %)	-

Вес определять не обязательно, т. к. можно визуальное по характеру разрушения судить о связности.

При вертикальном ударе брикета о наклонную поверхность центр массы брикета смещен относительно точки первоначального контакта с плитой. Поэтому в зависимости от плотности упаковки частиц брикета, от количества связей между частицами, характер первоначального взаимодействия выражается либо в виде среза части материала в основании брикета, контактирующего с поверхностью, и образованием опрокидывающего момента всей массы брикета; либо уплотнением материала в основании, деформации и прилипанию брикета к подложке. Таким образом в испытании микропорошков корунда М5 и М10 произошел второй случай, т.е. материал уплотнился в основании, деформировался и брикет прилип к подложке; а в случае микропорошка корунда М2 (при больших углах наклона подложки) опрокидывающий момент оказался достаточно большим и его большая часть откололась, остался срез части материала в основании брикета.

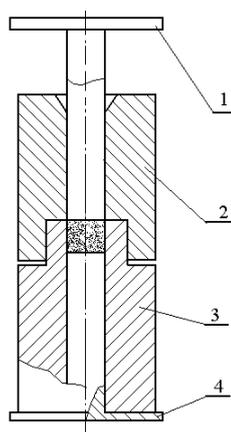


Рис. Устройство для уплотнения дисперсного материала

По проведенным экспериментам сделан вывод, что брикеты из микропорошков корунда М10 и М5 при всех диапазонах углов отбойной плиты остаются на подложке, т.е. это – связные материалы. Это определяет данный метод как экспресс метод.

Метод показал хорошую воспроизводимость в экспериментах, при его реализации не требуются весоизмерительные инструменты, значительные объемы материала. Таким образом, визуальное по характеру разрушения брикетов о наклонную подложку можно прогнозировать поведение пыли в процессе сепарации. С помощью подобной оценки связности пыли в дальнейшем делаются выводы о применении того или иного аппарата, изменении его конструкции и т.д.

Литература

1. Андрианов Е.И. Методы определения структурно-механических характеристик порошкообразных материалов. М.: Metallurgy, 1982. – 256 с.
2. Василевский М.В. О движении аэрозоля в циклонном пылеуловителе. – Тр. НИИ ПММ, Томск: Изд-во Томск. университета, 1977. – Т 6. – С. 22–27.
3. Гордон Г.М., Пейсахов И.Л. Пылеулавливание и очистка газов, М: Metallurgy, 1968. – 499 с.
4. Зимон А.Д., Андрианов Е.И. Аутогезия сыпучих материалов. М.: Metallurgy, 1978. – 288 с.
5. Зыков Е.Г., Василевский М.В., Разва А.С., Некрасова К.В. Об испытаниях и оценке надежности производственных систем обеспыливания газов //Материалы тринадцатой Всеросс.науч.-техн. конференции "Энергетика: экология, надежность, безопасность." – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – С. 218–222.
6. Некрасова К.В., Разва А.С., Зыков Е.Г. Влияние связности пыли на устойчивость работы газоочистных циклонов // Проблемы геологии и освоение недр: Сборник научных трудов XII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященных 100-летию первого выпуска горных инженеров в Сибири и 90-летию создания Сибгеокома в России. – Томск, 2008. С. 770–773.

ПРИМЕНЕНИЕ МАЛООБЪЁМНЫХ РОТОРНЫХ СМЕСИТЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ УТИЛИЗАЦИИ КАЛЬЦИЙСОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРОВ**Е.А. Николаев**

Научный руководитель профессор Н.С. Шулаев

**Филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета,
г. Стерлитамак, Россия**

Технология производства таких химических продуктов, как кальцинированная сода или гипохлорит кальция неизбежно связана с образованием невозвратных отходов в виде кальцийсодержащих стоков [1, 2].

К примеру, стоки производства гипохлорита кальция представляют собой суспензию хлорида кальция с общим массовым содержанием компонента 7–10 % [3]. Образующие стоки в настоящее время не перерабатываются и полностью сбрасываются в шламотстойники. Для решения данной проблемы рациональным направлением является переработка стоков с получением товарного продукта. В связи с возрастающей потребностью народного хозяйства наиболее перспективно выбрать получение высококачественного химически осажденного карбоната кальция. Он находит широкое применение во многих отраслях промышленности: пищевой, медицинской, косметической, резинотехнической, кабельной, бумажной, лакокрасочной, химической, в производстве пластмасс и полимеров, в сельском хозяйстве и т. д.

Оптимальным с технологической точки зрения способом получения высококачественного синтетического карбоната кальция является карбонизация раствора хлорида кальция в присутствии карбоната или гидроксида натрия [4, 5, 6]. Карбонат (гидроксид) натрия в реакционной смеси необходим для ускорения реакции перевода всего хлорида кальция в карбонат, т. е. служит катализатором реакции.

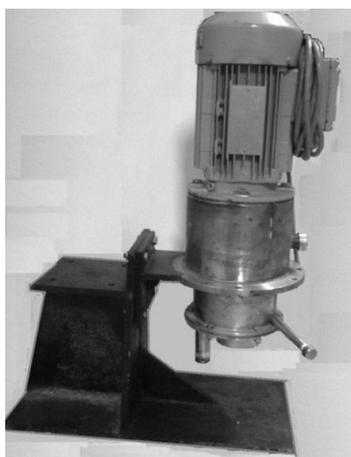


Рис. Малообъёмный роторный смеситель

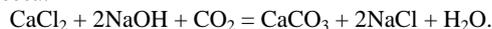
В настоящее время получение химически осажденного карбоната кальция карбонизацией раствора хлорида кальция осуществляют в аппаратах барботажного типа [7]. Недостатками проведения процесса в аппаратах барботажного типа является неэффективное использование карбонизирующего газа, длительность процесса, крупнодисперсность получаемых частиц.

Для минимизации вышеперечисленных недостатков предлагается в качестве реактора использовать малообъёмный роторный смеситель [8–12], относящийся к аппаратам с механическими перемешивающими устройствами, принцип действия которого основан на достижении в объёме аппарата развитого турбулентного движения жидкости, обеспечивающего достаточно тонкое диспергирование газа. Особенность данного аппарата заключается в том, что он состоит из чередующихся подвижных и неподвижных дисков с перфорациями.

Внешний вид смесителя представлен на рис. Экспериментальное исследование аппаратов подобного типа показало возможность их успешного применения для утилизации кальцийсодержащих стоков.

Лабораторные испытания процесса карбонизации кальцийсодержащего раствора были проведены с аппаратом, выполненным с возможностью изменения числа ступеней (один подвижный и один неподвижный диск).

Основная реакция процесса:



В ходе экспериментов исследовалось влияние конструктивных параметров аппарата, скорости вращения ротора на выход целевого продукта. Эффективность работы роторного дезинтегратора-смесителя при различных условиях оценивалась по следующим критериям: потребляемая мощность; массовая доля карбоната кальция в суспензии; эффективность использования диоксида углерода; коэффициент массопередачи.

Анализ полученных выявил оптимальные условия проведения процесса: количество рабочих ступеней – 3 и частота вращения ротора – 1700 об./мин.

Таблица

Основные физико-химические показатели опытного образца мела в сравнении с мелом первого сорта по ГОСТ 8253-79

Наименование показателей	Мел первого сорта по ГОСТ 8253-79	Мел - опытный образец
Массовая доля углекислого кальция, %, не менее	98	97
Массовая доля веществ, нерастворимых в соляной кислоте, %, не более	0,1	0,1
Массовая доля железа в пересчете на Fe ₂ O ₃ , %, не более	0,1	0,1
Остаток на сите №0045, %, не более	0,4	0,2
Плотность, г/см ³ , не более	0,3	0,3
Массовая доля влаги, %, не менее	0,5	0,4
Массовая доля хлор-ионов, %, не более	не нормируется	0,47
Белизна, %, не менее	93	95

В результате исследований процесса карбонизации реальных стоков производства гипохлорита кальция в роторном смесителе был получен образец химически осажденного мела, показатели которого максимально приближены к аналогичным показателям мела первого сорта по ГОСТ 8253-79.

Следует заметить, что в качестве поставщика карбонизирующего агента – CO₂, может быть использован любой промышленный источник: печи обжига известняка, дымовые газы котельных и т.д., так называемые «парниковые газы», выбросы которых негативно влияют на окружающую среду.

Литература

1. Мельников Е.Я., Салтанова В.П., Наумова А.М. Технология неорганических веществ и минеральных удобрений. – М.: Химия, 1983. – 432 с.
2. Лабутин А.Л., Сухотин А. М. Коррозия и защита химической аппаратуры. В 9 томах. – Том 6. Производство хлора и его неорганических соединений. – Л.: Химия, 1972. – 376 с.
3. Николаев Е.А., Шулаев Н.С., Боев Е.В., Шириязданов Р.Р., Афанасенко В.Г. Очистка стоков производства гипохлорита кальция в роторном дезинтеграторе-смесителе / Экология и промышленность России. – 2008. – № 2. – С. 6–7.
4. Патент РФ № 2051101. Способ получения химически осажденного мела / Тер-Аракелян К.А., Татевосян А.В., Финкельштейн Б.И., Оганян Р.С.; Заявлено 02.17.1992; Опубл. 12.27.1995.
5. Патент РФ № 2156737. Способ получения химически осажденного мела / Дружбин Г.А.; Карапира Н.И.; Кузнецов И.О.; Чудновцев В.И.; Заявлено 03.07.2000; Опубл. 09.27.2000.
6. Патент РФ № 2218305. Способ получения тонкодисперсного химически осажденного карбоната кальция со сферической формой частиц / Пойлов В.З., Кобелева А.Р., Тимаков М.В.; Заявлено 06.05.2002; Опубл. 12.10.2003.
7. Паус К.Ф., Евтушенко И.С. Химия и технология мела. М.: Стройиздат, 1977. - 132 с.
8. Патент РФ № 59441. Роторный дезинтегратор - смеситель / Шулаев Н.С., Николаев Е.А., Иванов С.П., Боев Е.В.; Заявл. 14.08.2006; Опубл. 27.12.2006; Бюл. № 36.
9. Патент РФ № 60880. Роторный дезинтегратор - смеситель / Шулаев Н.С., Николаев Е.А., Иванов С.П., Боев Е.В.; Заявл. 10.11.2005; Опубл. 10.02.2007; Бюл. № 4.
10. Патент РФ № 64943. Роторный дезинтегратор - смеситель / Шулаев Н.С., Николаев Е.А., Иванов С.П., Боев Е.В.; Заявл. 26.02.2007; Опубл. 27.07.2007; Бюл. № 21.
11. Патент РФ № 64944. Роторно – дисковый дезинтегратор – смеситель / Шулаев Н.С., Николаев Е.А., Иванов С.П., Боев Е.В.; Заявл. 26.02.2007; Опубл. 27.07.2007; Бюл. № 21.
12. Патент РФ № 66228. Роторно – дисковый дезинтегратор – смеситель / Шулаев Н.С., Николаев Е.А., Иванов С.П., Боев Е.В.; Заявл. 03.05.2007; Опубл. 10.09.2007 Бюл. № 25.

**РЕКОНСТРУКЦИЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ САНАТОРИЯ-ПРОФИЛАКТОРИЯ
«БЕРЕЗКА» В Г.ЗЕЛЕНОГОРСКЕ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ****Н.И. Ощепков, Р.А. Филиппов**

Научный руководитель профессор В.Ф. Панин

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Проект очистки сточных вод санатория – профилактория «Березка», ПО «Электрохимический завод» г. Зеленогорска основан на многоступенчатой схеме анаэробно-аэробной очистки [1, 2] и направлен на улучшение экологической ситуации в зоне отдыха. Технологическая схема очистки стоков представлена на рис.

Сточные воды от существующей канализационной насосной станции (I) по напорному трубопроводу подаются в приемную камеру (II), откуда самотеком по лотку попадают в резервуар – усреднитель (III). Вода из резервуара погружными насосами перекачивается в приемную камеру технологического блока (IV). Приемная камера сблокирована с песколовками (1а, б), где сточные воды освобождаются от песка и аналогичных примесей и направляются в анаэробный реактор (2а, б). Он оборудован технологической загрузкой типа «Ерш», на которой задерживаются и концентрируются взвешенные и коллоидные загрязнения сточных вод. При прохождении загрузки сточные воды осветляются и, с помощью прикрепленных к ней микроорганизмов, органическая часть взвешенных и коллоидных веществ перерабатывается, образующийся осадок минерализуется. Осветленные сточные воды из анаэробного реактора распределяются в блоки биологической очистки (3а, б, в, г). В центральной части блоков установлена затопленная пластинчатая загрузка типа «Поливом», на которой развивается прикрепленная аэробно-факультативная биомасса, обеспечивающая совместно с рециркулируемым активным илом деструкцию органических загрязнений сточных вод. Для протекания окислительно-восстановительных процессов в зоны аэрации блоков биоочистки постоянно подается сжатый воздух. Очищенные сточные воды отделяются от взвешенной массы – активного ила в отстойных зонах блоков, оборудованных тонкослойными модулями и эрлифтами. Активный ил эрлифтами непрерывно возвращается в аэротенк – центральную зону блоков. Для восстановления окислительной способности активного ила предусмотрена установка дозирования «подкормки», например, суперфосфата. Для этой цели, а также для подачи раствора коагулянта используются насосы – дозаторы (10а, б). Биологически очищенные стоки собираются в кольцевые перфорированные лотки и по трубопроводам отводятся в блоки глубокой очистки (4а, б).

Конструктивно блоки глубокой очистки аналогичны блокам биоочистки, но центральная их часть загружена не пластинчатой, а загрузкой типа «Ерш». Биологическая доочистка в блоках глубокой очистки осуществляется с помощью непрерывно развивающихся на загрузке микроорганизмов. Процесс доочистки сточных вод осуществляется в режиме эндогенного «дыхания» прикрепленной биомассы, когда оставшиеся загрязнения не обеспечивают жизнедеятельность микроорганизмов и происходит окисление отмирающей части биопленки. Одновременно с деструкцией органических загрязнений сточных вод в блоках биологической и глубокой очистки протекает процесс нитрификации аммонийных солей. В зонах аэрации блоков с помощью прикрепленной и взвешенной аэробно-факультативной биомассы азот аммонийных солей последовательно переходит в окисленные формы: нитриты и нитраты. Вследствие бактериального воздействия в процессе биологической очистки из сточных вод удаляется до 50 % соединений фосфора. Для снижения их содержания до нормативного в блоках глубокой биологической очистки сточные воды подвергаются реагентной обработке коагулянтом. Коагулянт приготавливается в растворяющем баке (9) и содержится в баке-накопителе (8). Для освобождения очищенных стоков от мелкого флока, проводится фильтрация на каркасно-засыпных фильтрах (5а, б).

Отфильтрованные сточные воды проходят обеззараживание на установках ультрафиолетовой дезинфекции (6а, б) и через существующий контактный резервуар (V) направляются по сбросному коллектору на выпуск в р. Камала. Для дополнительного насыщения очищенных сточных вод растворенным кислородом существующий контактный резервуар дооборудуется барбатером.

Согласно проекта пескопульпа из песколовков, избыточный активный ил и анаэробный осадок выгружаются, для обезвоживания, соответственно на песковую и иловую площадки. При этом часть сточных вод попадает непосредственно на грунт (сброс на рельеф местности) и фильтруется в почву и грунтовые воды. Кроме того, существует опасность промыва и сброса сточных вод в реку Камала вместе с дождевыми и талыми водами.

Для исключения данного недостатка проекта нами предложено решение по обустройству площадок для обезвоживания осадка очистных сооружений. Экологическая безопасность предлагаемого способа реконструкции иловых и песковой площадок повышается за счет устройства водонепроницаемого основания и оградительных дамб с системой горизонтального дренажа и с возвратом фильтрационных вод на очистные сооружения. Проект иловой площадки представлен на рис.

Площадки предлагается выполнить с водонепроницаемым (экранирующим) основанием из бетона, для устойчивости бетонного покрытия нанести защитный слой битума. Для предотвращения возможности сезонных подтоплений (осадки, таяние снега) основание выполняется с бортиками 0,5 м. Устройство оградительной дамбы выполняется из слабопроницаемого грунта (суглинок) высотой 1,9 м и укладкой в теле дамбы системы горизонтального дренажа для перехвата фильтрационной воды. Горизонтальный дренаж изготавливается из перфорированных труб диаметром 200 мм. Для долговечной работы дренажа предлагается использование полипропиленовых, толстостенных труб. Во избежание засорения дренажных отверстий применяем дренажную

обсыпку. Дренажная обсыпка загружается послойно фракционированным щебнем (гравием), верхний слой – кварцевый песок. Высота дренажной обсыпки 0,6 м.

Избыточный, отработанный ил будет подаваться по трубопроводу в распределительную камеру с лотками, находящуюся между площадками. Распределительная камера снабжена задвижками для регулирования подачи ила на ту или иную площадку в зависимости от их заполнения.

Дренажные воды от песковой и иловых площадок будут собираться в дренажной насосной станции и погружными насосами перекачиваться в резервуар-усреднитель.

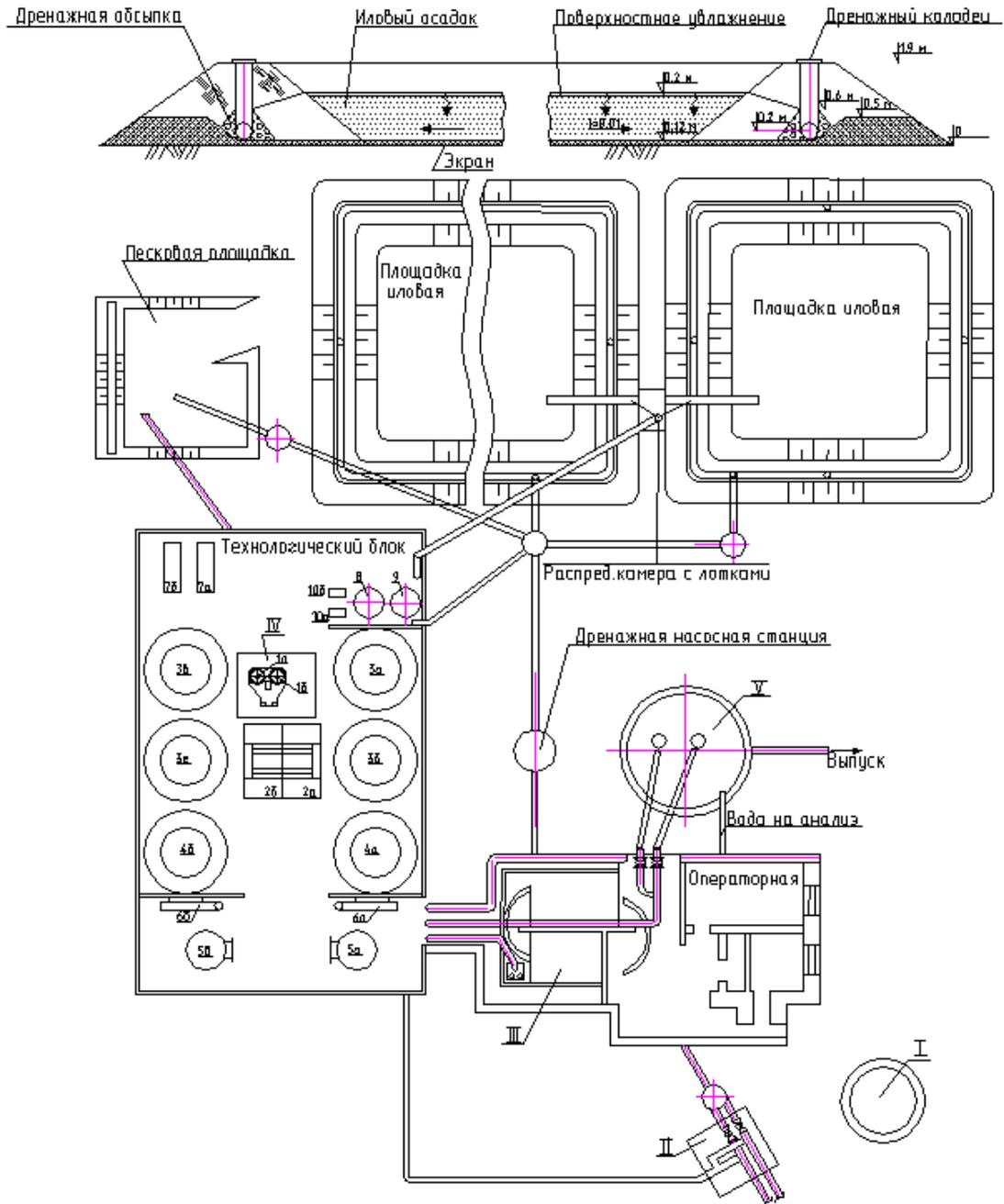


Рис. Общая схема канализационно-очистных сооружений

Иловый осадок после подсушивания на площадках для обезвоживания по согласованию с СЭС предлагается направлять на площадки компостирования в подсобное хозяйство «Искра» и далее использоваться в качестве органического удобрения. Песок после подсушивания на песковой площадке предлагается использовать в дорожном строительстве.

Литература

1. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник. – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2003. – 917с.
2. Методическое руководство по гидробиологическому и бактериологическому контролю процесса биологической очистки на сооружениях с аэротенками. – ПНД Ф СБ 14.1.77-96 М : Наука, 1996. – 386 с.

**МОНИТОРИНГ И РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ТЕХНОГЕННЫХ НАНОСОВ
В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОЛЬСКОЙ ГМК****Т.А. Петрова, Д.С. Корельский**

Научный руководитель профессор М.А. Пашкевич

**Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова,
г. Санкт-Петербург, Россия**

Одним из наиболее чувствительных и физиономичных компонентов экосистем по отношению к техногенным воздействиям, является растительность, изменения которой под воздействием антропогенного фактора характеризуется интегральным показателем трансформации природных комплексов. Исследование механизмов повреждения и адаптации растений на разных уровнях их организации (фитоценоотическом, популяционном, организменном, клеточном, молекулярном) в условиях техногенного воздействия горно-металлургических предприятий и техногенных массивов, формируемых в ходе их деятельности, является актуальной задачей, поскольку полученные результаты могут служить основой для проведения комплексной адекватной оценки состояния экосистем, прогноза изменения их состояния и разработки оптимальной системы восстановления природных комплексов в зонах негативного воздействия [1, 2].

В этой связи разработан и внедрен метод проведения мониторинговых исследований, целью которых являлось изучение механизмов повреждения и адаптации растений на разных уровнях их организации - фитоценоотическом, популяционном, организменном, клеточном, молекулярном в условиях техногенного загрязнения для разработки методов оценки состояния лесных экосистем и разработки методов рекультивации нарушенных природных комплексов.

При проведении исследований решались задачи:

- Выделения категорий состояния экосистем на основе геохимического анализа и с использованием традиционных методов фитоиндикации.
- Изучения изменений флористического и фитоценоотического состава растительных сообществ при техногенном воздействии, оценки накопления и распределения тяжелых металлов техногенного происхождения в природном почвенно-растительном комплексе.
- Выделения индикаторных признаков, позволяющих оценить состояние экосистем, а также определения критических значений структурно- функциональных изменений растений, переход через которые может привести к необратимым повреждениям.
- Создания оптимальной схемы разделения нарушенных территорий по степени деградации почвенно-растительного покрова и разработки способов рекультивации, применимых для каждой конкретной зоны.

Предложенный метод мониторинговых исследований был апробирован на территории центральной части Кольского полуострова являющейся одним из наиболее репрезентативных районов, в котором состояние исследуемых лесных биогеоценозов определяется с одной стороны экстремальными природными условиями, с другой стороны, продолжительным и интенсивным действием антропогенного фактора. Наличие хорошо выраженных градиентов техногенного загрязнения позволяет наблюдать весь спектр реакций растительности от необратимых повреждений до различных адаптационных модификаций.

За 60-летний период своего функционирования комбинат «Североникель» (ныне ОАО «Североникель») выбросил в атмосферу около 52 трлн т сернистого газа, до 200 000 т никеля, примерно столько же меди, около 25 тыс. т серной кислоты, несколько больше фенола и формальдегида, десятки тысяч тонн сульфида водорода и хлора. В окрестностях комбината значительные пространства нарушены отработанными рудниками и карьерами, а также насыпными и намывными техногенными массивами. Вследствие атмосферных выпадений на поверхность земли в зоне площадью около 1400 км², в которой сформировались техногенные массивы в виде техногенных наносов. С площади техногенной пустоши было унесено порядка 150 млн м³ мелкозернистой песчаной массы, значительная часть которой отложилась на дне озера Имандра.

Предложенный метод мониторинга представляет собой отбор проб верхних почвенных горизонтов и растительности на различном расстоянии от комбината, и на фоновых территориях, что позволяет определить как общую степень загрязненности почв на различном расстоянии от предприятия, так и получить распределение накопления тяжелых металлов по различным горизонтам. Для получения полной картины инфильтрации и аккумуляции тяжелых металлов были заложены почвенные разрезы. Это позволяет изучить изменения концентраций ионов Н⁺ и содержания подвижных форм ряда химических элементов в почвах сосновых лесов в зоне воздействия комбината «Североникель» при различном уровне атмосферного загрязнения (расстояние) и на различных горизонтах (А₀, А₁, А₂, В_{ФН} и т. д.).

Параллельно с оценкой содержания тяжелых металлов в лесных почвах осуществлялось проведение исследований химического состава хвои деревьев и растений нижних ярусов. Необходимость подобных исследований подтверждается тем, что определенные ранее на данной территории средние содержания в горизонте А₀ подвижного Ni составляют 186 мг/кг (46 ПДК), а Cu –368 мг/кг (122 ПДК), что превышает предел

насыщения мхов, традиционно используемых для оценки годовых выпадений тяжелых металлов. На фоновых пробных площадях отбирались основные представители растительного мира данного региона, такие как: сосна и ель сибирская (хвоя за последние 5 лет), кустарнички черники, брусники, голубики, дерена шведского и *Impetrum* (лиственная фитомасса), мхи и лишайники – плевроциум Шребера (*Pleurozium schreberi*), гилокомиум блестящий (*Hylocomium splendens*), ягель (*Cladina stellaris*). Далее, в пределах пробных площадей в зоне воздействия предприятия, отбирались образцы всех растений, представленных на пробной площади и входящих в список отобранных ранее на фоновых участках.

Определение зон обязательных к рекультивации

Для определения критических значений содержания основных загрязняющих веществ в техногенных наносах, превышение которых может привести к необратимым деградациям природных растительных комплексов, был разработан метод с использованием полевого эксперимента. На участке фоновой территории Кольского полуострова на снежный покров производилось рассеивание полиметаллической пыли, выбрасываемой комбинатом «Североникель». Из-за неравномерности внесения загрязнителей наглядным результатом эксперимента служит появление «пятен» в лишайниковом покрове, в которых концентрация тяжелых металлов превысила предел существования *Cladina stellaris*, однако позволила существовать кустарничкам брусники. Через эти «пятна» был проложен профиль метровых площадок, на которых присутствие *Cladina stellaris* варьировало от полного до нулевого.

В пределах метровых площадок отбирались пробы лишайника, фитомассы листьев брусники и производился отбор проб почв. В местах полного отсутствия *Cladina stellaris* дополнительно отбирались пробы почв и брусники на 30-сантиметровых площадках. Анализ отобранных образцов почвы позволяет вычислить условия восстановления и существования *Cladina stellaris* на загрязненных территориях.

Разработанный способ позволяет разделить зону влияния металлургического предприятия на территории способные к самовосстановлению после прекращения производственной деятельности, а также зоны, где необходимо рекультивации земель будет однозначной. Принципиальной схемой такого разделения является построение ореолов загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами. Условия существования самого чувствительного представителя растительного мира, а в данном случае *Cladina stellaris*, выделит области способные к естественному природному восстановлению.

Рекультивация техногенных наносов

Основная зона рекультивации прилегает к предприятию, и характеризуются десятикратными превышениями по тяжелым металлам и кислотностью до $\text{pH} = 2$. Существование и самостоятельное восстановление растительных сообществ на данных площадях невозможно, а сами техногенные массивы являются источником загрязнения грунтовых вод.

Все попытки, проводимые ОАО «Североникель» провести рекультивацию путем нанесения 10-сантиметрового слоя искусственной почвы и дальнейшего озеленения потерпели неудачу.

Для решения рассмотренной проблемы был разработан и апробован способ селективной рекультивации техногенных наносов, сформированных под воздействием выпадений серы и тяжелых металлов, которая должна осуществляться селективно в зависимости от степени деградации экосистем, что позволит повысить эффективность защиты и реабилитации природной среды, сократив затраты на оздоровление и рекультивацию территорий:

- в зоне **техногенной пустоши** путем изоляции техногенных массивов с помощью специальных покрытий, с последующим нанесением почвенного слоя. В данный момент авторами уже получен патент по способу экранирования техногенных массивов и загрязненных грунтов (Патент № 2301300, Бюлл. № 17, 20.06.2007 (Приоритет от 13.02.2006 г.);
- в зонах **разрушения экосистем** путем снижения концентрации поллютантов в верхних почвенных горизонтах разбавлением плодородными грунтовыми смесями.

Литература

1. Пашкевич М.А., Корельский Д.С. Технология рекультивации высокотоксичных техногенных массивов горно-добывающих и горно-перерабатывающих предприятий // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах, часть 3. Материалы III Международной научной конференции. Белгород 20-24.10.2008. – С. 135–137.
2. Пашкевич М.А. Техногенные массивы и их воздействие на окружающую среду. Монография / изд. Наука, СПб, 2000. – 220 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ КАТИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ С ПОМОЩЬЮ ДОЛОМИТА

Е.С. Силицкая

Научный руководитель профессор О.Б. Назаренко

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Многие регионы России характеризуются повышенным содержанием катионов тяжелых металлов в водоносных горизонтах. Это связано с влиянием как природных, так и техногенных факторов. Накопление этих микроэлементов в организме человека приводит к возникновению различных заболеваний. Поэтому необходимо разрабатывать эффективные методы очистки воды. Среди таких методов широкое распространение получил

сорбционный метод очистки. В качестве сорбента для проведения экспериментов использовался природный минерал доломит, достоинствами которого являются: широкое распространение в природе, дешевизна, а также отсутствие реагентов и как следствие вторичных загрязнений. В данной работе были проведены исследования очистки воды в статических и динамических условиях, а также испытания по определению изменения общей жесткости воды, содержания кальция и pH в зависимости от времени воздействия ультразвука на доломит в воде и от объема очищаемой воды.

Подготовка к эксперименту в статических условиях заключалась в механическом измельчении доломита и просеивании через набор сит с целью отбора частиц размеров 2,0–6,0 мм. Также было приготовлено 5 модельных растворов цинка, кадмия, меди, свинца и железа с концентрацией 1–3 ПДК согласно [3]. Аналитическую навеску сорбента определенной массы помещали в стеклянный сосуд с модельным раствором объемом 50 мл и выдерживали в течение 5 дней. Периодически содержимое колбы перемешивали и встряхивали. После чего находили количество поглощенных ионов в каждом растворе. Значение статической сорбционной емкости рассчитывали по формуле [1, 2]:

$$\alpha = (C_0 - C_p) \cdot V / m,$$

где α – статическая сорбционная емкость, мг/г; C_0, C_p – концентрация ионов в исходном и в равновесном растворе, мг/л; V – объем исходного модельного раствора, л; m – масса сорбента, г.

Полученные результаты эксперимента представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты очистки воды в статических условиях

Модельный раствор	Цинк Zn ²⁺	Кадмий Cd ²⁺	Медь Cu ²⁺	Свинец Pb ²⁺	Железо Fe ²⁺
m , г	0,22	0,13	0,16	0,13	0,14
C_0 , мг/л	5	0,0048	1,0	0,1	0,9
C_p , мг/л	3,9	0,0027	0,49	0,031	0,57
α , мг/г	0,25	0,0008	0,63	0,026	0,11

Результаты проведенного эксперимента по изучению сорбционной емкости доломита показали, что доломит извлекает примеси всех 5 растворов, но в разной степени. Эффективность извлечения составила от 22 до 69 %. Вероятно, это обусловлено особенностью сорбции.

Для проведения испытаний в динамических условиях были подготовлены модельные растворы железа и меди на водопроводной воде. Подготовленная навеска измельченного доломита общей массой 20 г помещалась в стеклянный сосуд, куда затем заливались подготовленные модельные растворы объемом 250 мл. Для интенсификации процесса очистки на доломит, находящийся в воде, воздействовали ультразвуком в течение определенного времени. В результате действия ультразвуком происходит постоянное соударение частиц доломита с частотой 22000 Гц, что приводит к удалению с его поверхности мельчайших частичек, содержащих уже сорбированные примеси, а также обновлению поверхности соударяющихся частиц, таким образом, это позволяет увеличить скорость и эффективность процесса сорбции на доломите.

Таблица 2

Результаты очистки воды в динамических условиях

Модельный раствор	Исходная концентрация ионов, мг/л	Концентрация ионов после воздействия ультразвука, мг/л					
		5 сек	10 сек	20 сек	40 сек	80 сек	160 сек
Железо	2,3	0,23	0,22	0,23	0,19	0,32	0,26
Медь	4,7	1,95	0,95	1,10	1,85	0,95	1,2

По результатам эксперимента видно, что при воздействии ультразвука на доломит происходит уменьшение концентрации ионов меди на 75 %, а ионов железа на 90 %.

Для исследования процессов очистки доломитом проводилось ряд испытаний с целью определения влияния действия ультразвука на жесткость воды и на содержание в ней ионов кальция. Для этого измельченный доломит общей массой 20 г помещался в стеклянную емкость, куда затем заливалась водопроводная вода объемом 250 мл, после чего производили воздействие ультразвуком на доломит от 5 до 80 с. Затем вода пропусклась через мелкодисперсный фильтр для избавления от взвеси и отстаивалась в течение 20 мин. Результаты эксперимента представлены в табл. 3.

По данным эксперимента видно, что происходит небольшое колебание значений жесткости воды, а концентрация кальция в воде снижается на 2 %. Значения жесткости удовлетворяют требованиям [3], значения концентрации кальция удовлетворяют требованиям [4].

Таблица 3

Зависимость изменения жесткости воды и содержания ионов кальция от времени действия ультразвука

Время действия ультразвука, сек	0	5	10	20	40	80
Жесткость общая	5,97	5,86	5,88	5,94	5,91	6,00
Кальций, мг/л	95,06	92,70	93,10	92,70	92,90	93,10

Также было проведено исследование, для определения изменения водородного показателя раствора, содержащего доломит, под действием ультразвука в зависимости от времени его действия и от объема очищаемой воды. Измерение водородного показателя производилось с помощью рН-метра. Для данного эксперимента брали измельченный доломит общей массой 20 г и помещали в стеклянную емкость, куда затем заливалась водопроводная вода объемом 250 мл. После этого емкость с водой и доломитом помещали в ультразвуковую ванну, где воздействовали ультразвуком в течение определенного периода времени, после чего производили измерения рН воды на рН-метре рН-150М. Результаты эксперимента приведены в табл. 4.

Таблица 4

Зависимость изменения рН от времени действия ультразвука

Время действия ультразвука, сек	0	5	10	20	40	80	160	320	640	1280	2560	3600
Значение рН	7,4	7,48	7,48	7,52	7,56	7,63	7,70	7,73	7,81	7,83	7,85	7,88

По данным эксперимента видно, что в результате воздействия ультразвука на доломит в воде происходит небольшое увеличение значений рН в зависимости от времени действия ультразвука, в первые 5 с происходит увеличение на 1 %, после 10 мин. на 5,5 %, а после часа действия ультразвука на 6,5 %.

Для испытаний по определению зависимости изменения водородного показателя водопроводной воды при воздействии ультразвука от увеличения объема воды использовался измельченный доломит общей масса 20 г. Время воздействия ультразвука на доломит в воде составляло 10 с, 10 мин., а объем очищаемой воды варьировался от 100 до 500 мл. Результаты эксперимента сведены в табл. 5 и 6.

Таблица 5

Зависимость изменения рН от объема очищаемой воды при воздействии ультразвука 10 с

Время воздействия, сек	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Объем воды, мл	100	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
рН	7,4	7,58	7,60	7,64	7,70	7,73	7,77	7,78	7,80	7,81	

Таблица 6

Зависимость изменения рН от объема очищаемой воды при воздействии ультразвука 10 мин.

Время воздействия, мин	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Объем воды, мл	100	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
рН	7,4	7,8	7,82	7,83	7,84	7,85	7,86	7,88	7,89	7,93	

По результатам данного эксперимента можно сделать вывод, что при воздействии ультразвука на доломит в 100 мл воды в течение 10 с происходит увеличение рН на 2,5 %, после увеличения объема воды до 500 мл происходит увеличение рН на 5,5 %, а при воздействии ультразвука на доломит в течение 10 минут происходит увеличение рН на 5,4 %, после увеличения объема воды до 500 мл значение рН увеличивается на 7,2 %.

После воздействия ультразвука на доломит в воде в течение 4х часов была измерена его масса. Оказалось, что масса доломита уменьшилась на 0,01 г. Видно, что по результатам экспериментов по измерению рН происходит небольшое увеличение значений рН в зависимости от времени действия ультразвука на доломит и от объема добавляемой воды, однако эти значения водородного показателя не выходят за пределы допустимого значения согласно [3].

По результатам всех проведенных выше экспериментов можно сделать вывод, что природный доломит можно использовать для избавления от катионов тяжелых металлов в качестве одной из ступеней очистки воды, так как обеспечивается эффективная степень очистки воды, отсутствуют вторичные загрязнители и не происходит изменения значений водородного показателя, общей жесткости и ионов кальция, которые бы превышали их допустимые значения.

Литература

1. Гельферих Ф. Иониты. – Л.:Химия, 1963. – 205 с.

2. Вода питьевая: Методы анализа. – М.: Изд-во Стандартов, 1984. – 239 с.
3. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения. Контроль качества. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы.
4. Обобщенный перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) для воды рыбохозяйственных водоёмов № 12-04-11.

УТИЛИЗАЦИЯ БИООТХОДОВ КАК ОДНА ИЗ ВАЖНЕЙШИХ ПРОБЛЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ (НА ПРИМЕРЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОДНОГО ИЗ МОРГОВ Г. ТОМСКА)

Е.В. Федорова

Научные руководители: доцент Н.А. Чулков¹, заведующий судмедэкспертизы С.Ю. Федоров²

¹Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

²Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск, Россия

В настоящее время проблема загрязнения почвы является актуальной. Достижения медико-фармацевтических, биологических производств и деятельности образуются различные по фракционному составу и степени опасности биологические отходы. К ним относятся объекты, извлеченные в процессе деятельности из биологических субъектов, к которым относится человеческое тело. В медицинских учреждениях таковыми объектами являются жидкости – кровь, моча, слюна и т. д., а также твердые объекты – удаленные органы или части органов, предметы медицинского назначения, загрязненные биологическими объектами – средства индивидуальной защиты, одноразового использования: перчатки, бахилы, респираторы, халаты, шапочки, фартуки, маски, и т.д., медицинские инструменты – шприцы, иглы, скальпели, ножи и прочее, средства индивидуального ухода за пациентами простыни, памперсы, пеленки, перевязочный материал (тампоны, салфетки, бинты). Отходы из медицинских лабораторий – пробирки, среды, различные емкости и т.д. Перечисленные объекты представляют высокую опасность для экологии и жизнедеятельности человека, так как содержат в себе патогенные вирусы, бактерии и микроорганизмы, способные вызывать тяжелые и смертельные заболевания.

В связи с этим существует проблема надежной, качественной, экологически безопасной и экономически выгодной утилизации биологических отходов. Наибольшее количество отходов биологического происхождения образуется в хирургической, гинекологической деятельности и работе моргов. Поэтому предлагаю один из возможных вариантов решения проблемы утилизации биоотходов на примере деятельности одного из моргов г. Томска. Все отходы здравоохранения разделяются по степени их эпидемиологической, токсикологической и радиационной опасности на пять классов опасности [2]:

Класс А. Неопасные отходы лечебно-профилактических учреждений.

Класс Б. Опасные (рискованные) отходы лечебно-профилактических учреждений.

Класс В. Чрезвычайно опасные отходы лечебно-профилактических учреждений.

Класс Г. Отходы лечебно-профилактических учреждений, близкие к промышленным.

Класс Д. Радиоактивные отходы лечебно-профилактических учреждений.

Отделение судебно-медицинской экспертизы в Томском районе является структурным подразделением Областного Государственного Учреждения Здравоохранения Бюро судебно-медицинской экспертизы Томской области. Отделение располагается в 17 км от административного здания в поселке Лоскутово. Данное подразделение бюро проводит судебно-медицинские экспертизы трупов для правоохранительных органов. В отделение круглосуточно доставляются трупы, обнаруженные на территории Томского р-на. Территория Томского р-на занимает площадь 10,6 тыс. км², его население составляет 93,1 тыс. человек. В морге производятся вскрытия трупов, умерших вне лечебных учреждений с неизвестными данными, об имеющихся заболеваниях, в том числе инфекционных таких как ВИЧ, гепатиты, туберкулез, и другие. Отделение расположено в отдельном кирпичном одноэтажном здании, которое находится на окраине поселка вдали от жилого сектора, школы, детского сада, что соответствует нормативным требованиям. Вблизи здания, в котором находится подразделение, расположен естественный лесной массив смешанного характера. В ста метрах находится естественный водоем, в котором обитают представители флоры (водные растения, прибрежные кустарники) и фауны (водяные насекомые, рыбы). В течение года в отделении производится около 600–700 вскрытий трупов. В подразделение работают: заведующий – 1; врач судмедэксперт – 1; лаборант – 1; санитар – 6. Вскрытия проходят в специальной комнате, в которой имеется два стола, к каждому столу подведено водоснабжение и слив, впадающий в общую канализацию. Канализация идет в водозабор, где проходит систему очистки. В процессе деятельности морга образуются отходы относящиеся к классам А и Б [1].

Классификация отходов

Класс А (неопасные)

Отходы, не имеющие контакта с биологическими жидкостями трупов, нетоксичные отходы. Пищевые отходы. Мебель, инвентарь, неисправное оборудование, не содержащие токсичных элементов. Неинфицированная бумага, смет, строительный мусор и т.д.

Класс Б (рискованные)

Потенциально инфицированные отходы. Материалы и инструменты, загрязненные выделениями, в т. ч. кровью. Патологоанатомические отходы.

Во время вскрытия жидкие отходы, сливаются в общую канализацию. Также в морге, образуется большое количество твердых отходов, таких как, загрязненные биоматериалами средства индивидуальной защиты сотрудников, использованные марлевые салфетки, тампоны и прочее. Данная группа отходов,

упаковывается в специальные, маркированные, полиэтиленовые пакеты желтого цвета, (полиэтилен в земле перерабатывается от 500 до 1000 лет). Упаковкой занимается санитар, прошедший инструктаж. Утилизация отходов производится на специальном полигоне, путем их захоронения в землю. На полигон отходы доставляются специальным автотранспортом, который забирает отходы в определенное время. Также в морг доставляются удаленные части органов и органы из районных больниц, которые уже поступают в указанных полиэтиленовых пакетах и хранятся в цинковых баках, обработанных изнутри дезинфицирующими средствами в холодильной камере. По мере накопления, их захоранивают в деревянных гробах на городском кладбище.

Таким образом, в городе Томске основной процент отходов подвергается захоронению (депонированию) в земле, что связано с заражением почвы и воды, отчуждением больших территорий земельных участков. Кроме того, данные участки земли зачастую не соответствуют санитарно-гигиеническим требованиям и являются вторичными источниками загрязнения окружающей среды.

Можно выделить ряд проблем, связанных с процессом захоронения отходов.

1. Загрязнение окружающей среды. (В процессе переработки биоотходы разлагаются на другие химические соединения, вредные для окружающей среды, патогенные микроорганизмы находящиеся в отходах, длительное время сохраняют вирулентность, и попадая в естественные источники воды, способны вызвать развитие различных инфекционных заболеваний, в том числе и смертельных, на отдаленном расстоянии от места их захоронения).

2. Большие площади земли, используемые для захоронения биоотходов, в последующем не возможные для другого использования.

3. Длительное время разложения отходов (естественная утилизация). Для примера - кости человека разлагаются в течение 25 лет.

4. Экономические затраты: транспорт, изготовление гробов, специальных пакетов, рабочая сила и прочее.

Одним из путей решения указанных проблем, является утилизация отходов путем кремации – длительного термического воздействия высокой температуры открытого пламени огня, т. е. сжигания.

Почва таких захоронений имеет большое эпидемиологическое значение. В ней могут находиться и передаваться человеку прямым и контактным путем (через пыль, воду, птиц, животных, насекомых, споры грибов) возбудители многих инфекционных заболеваний, а также яйца и личинки гельминтов. Патогенные микроорганизмы поступают в землю с биоотходами. В таких почвах микроорганизмы длительно сохраняют свою жизнедеятельность, до нескольких десятков лет. В течение этих лет возможно проникновение патогенных организмов в грунтовые и поверхностные воды. Почва – неотъемлемая часть экологической системы наряду с солнечным светом, водой, температурой окружающей среды. Почва важнейший компонент обитания человека и живых организмов. Именно почве принадлежит ведущая роль в круговороте веществ, в природе. Так стоит ли сознательно заражать почву? Мы нуждаемся в программе санитарной охраны почв. Внедрение безопасных форм захоронения биологических отходов путем кремации – длительного термического воздействия высокой температуры открытого пламени огня, т. е. сжигания.

Разберем один из вариантов решения проблемы на примере морга Томского района – я предлагаю сделать первый шаг, который более доступен с экономической точки зрения, построить печь для сжигания биоотходов в непосредственной близости с моргом, либо в самом морге, вот реальный выход из критической ситуации. В данном случае имеется такая возможность, есть помещение, которое идеально подходит для установки печи. Все образующиеся биоотходы будут подвержены кремации в печи. При сжигании отходов образуются более простые и безопасные химические соединения (угарный газ, двуокись углерода, вода, метан, пропан, кислород, соединения водорода и др.), также выделяется большое количество тепла, которое можно использовать для тепловых нужд отделения. Альтернативой обычным методам термической переработки твердых отходов являются технологии, предусматривающие предварительное разложение органической составляющей отходов в бескислородной атмосфере (пиролиз), после чего образовавшаяся концентрированная парогазовая смесь (ПГС) направляется в камеру дожига, где в режиме управляемого дожига газообразных продуктов происходит перевод токсичных веществ в менее или полностью безопасные.

Таким образом, экологически грамотное и экономически выгодное решение данной проблемы не требует высоких технологий и больших денежных затрат. В то время как результат утилизации отходов будет экологически приемлемым для условий жизнедеятельности населения в данной геобиологической среде обитания.

Литература

1. Правила сбора, хранения и удаления отходов лечебно-профилактических учреждений. Санитарные правила и нормы. СанПин 2.1.728-99. Редакторы: Барабанова Т.Л. Максакова Е.И.
2. Гигиенические аспекты здоровья населения в условиях антропогенного загрязнения окружающей среды. Сухих Ю.И.
3. Правила по устройству и эксплуатации помещений патологоанатомических и судебно-гистологических лабораторий, лечебно-профилактических и судебно-медицинских учреждений, институтов и учебных заведений. Утверждены Министерством здравоохранения СССР 20 марта 1964 г. и постановление Президиума ЦК профсоюза медицинских работников 24 апреля 1964 г.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОАО «МЦБК»**М.А. Фещенко**

Научный руководитель доцент Э.Р. Бариева

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

Марийский целлюлозно-бумажный комбинат, одно из крупнейших предприятий целлюлозно-бумажной промышленности России, которое специализируется на выпуске высококачественной технической бумаги из сульфатной целлюлозы, главным образом для электротехнической промышленности.

ОАО «МЦБК» находится в г. Волжске республики Марий Эл. Строительство комбината началось в 1935 г., пущен в 1938 г. В его состав входят: целлюлозный завод, 3 бумажных фабрики, цех бумажных изделий, ТЭЦ, цех древесноволокнистых плит и ряд вспомогательных цехов.

Одной из крупнейших проблем этого предприятия являются стоки, так как они являются основными источниками загрязнения реки Волги в районе г. Волжска. Неочищенные воды МЦБК проходят механическую очистку в прудах отстойниках о. Лопатинский и через водоток-залив поступают в реку Волгу, по химическому составу: концентрация взвешенные вещества – 330 мг/л, фенолы – 2,10 мг/л, сульфаты – 117 мг/л, натрий – 111 мг/л, диметилсульфид – 1,03 мг/л. В связи с этим необходимо в технологической схеме дополнительные очистные. Для этого необходимо более подробно узнать какие стоки, по технологической схеме требуют дополнительной очистки.

Для этого нами было проведено ряд исследований, целью которых явилось изучение токсичности сточных вод МЦБК на *Daphnia magna*. В соответствии с намеченной целью были поставлены следующие задачи:

1. Изучить изменение токсичности сточных вод МЦБК в пруде-отстойнике и водотоке заливе о. Лопатинский в ходе хронических опытов (15 сут.).
2. Выявить цех МЦБК с наиболее токсичными стоками в ходе острых опытов (72 ч).
3. Изучить влияние дополнительного отстаивания стоков на изменение их токсичности.

Сточные воды МЦБК подразделяются на условно-чистые и производственные стоки, которые поступают на о. Лопатинский. Для определения токсичности в хронических опытах было отобрано 7 проб воды по мере удаления от места сброса. (№ 1 – производственные сточные воды МЦБК; № 2 – условно чистые воды производства МЦБК; № 3 – вода из пруда-отстойника; № 4 – вода после отстойника; № 5 – вода на выходе из водотока-залива о. Лопатинский; № 6 – вода из устья залива р. Волга; № 7 – условно чистые воды р. Волга). В пробе воды № 1 – выживаемость дафний оказалась равна 0 уже через сутки, что говорит о наличии «весьма сильной токсичности» по шкале Строганова. В сточной воде пруда-отстойника в пробе № 3, выживаемость дафний составила 40 % на 10 сутки опыта. Это говорит о наличии «средней токсичности». В пробе № 4, величина выживаемости дафний на конец опыта составила 88 %. Статистический анализ данных показал, что различия величин выживаемости дафний по сравнению с контролем достоверны только в пробах воды № 1 и № 3. Выживаемость дафний в пробе воды взятой с середины Волги к концу опыта составила 90 %. Погибшие особи имели все признаки голодания: окраска тела постепенно бледнела, у них исчезали капли жира, число яиц в выводковых камерах сокращалось до 1–2, многие самки становились бесплодными. Гибель наступает через 5–10 дней, но отдельные особи живут и дольше. По данным определительной таблицы Л.А. Лесникова проба воды взята с олигосапробного участка водоёма. В ходе острых опытов по выявлению цеха с наиболее токсичными стока Анализ симптомов гибели дафний показал, что основными причинами гибели являлись: повышенное содержание взвешенных веществ в воде – об этом можно было судить по наличию сгустков в фильтровальном аппарате; присутствие токсических веществ с раздражающим действием – об этом говорило помутнение клеточной; дефицит кислорода – появлялся гемоглобин в области фильтровального аппаратами были отобраны пробы воды из дюкера, варочного, отбельного и химического цехов.

В ходе наших исследований было установлено, что наиболее токсичными являются стоки отбельного цеха. К категории сильной токсичности относятся стоки варочного цеха. В производственных стоках МЦБК (из дюкера) наблюдается усиление токсичности. В основном наблюдалось повышенное содержание взвешенных веществ в воде, присутствие токсических веществ с раздражающим действием, дефицит кислорода. Нами были поставлены опыты по изучению дополнительного отстаивания стоков МЦБК на изменение токсичности в них, которые показали, что дополнительное отстаивание стоков не влияет на изменение их токсичности.

Вода, взятая после пруда-отстойника, обладает слабой токсичностью или отсутствием ее по шкале Строганова. Это может происходить за счет следующих факторов: разбавление сточных вод МЦБК условно чистыми водами с ТЭЦ, снижение токсичности в результате процессов самоочищения пруда-отстойника. Процессы самоочищения продолжаются в заливе о. Лопатинского, и при выходе в р. Волгу вода не отличается по токсичности от проб воды, взятой с середины р. Волги.

В результате наших исследований нами были сделаны следующие выводы: токсичность производственных стоков в большей степени определяется сточными водами отбельного цеха.

Рассмотрев схему очистки было выявлено, что каждый цех имеет свою локальную очистку, после чего производственные стоки направляются через пред-отстойник, расположенный на острове Лопатинский, ливневые стоки с территории комбината без очистки в протоку Волжска, бытовые стоки направляются в одноименную городскую сеть и далее на городские очистные сооружения. Для более эффективной очистки мы предлагаем использовать механическую, биологическую очистку и отведение производственных вод с доочисткой на микрофильтрах. Для уменьшения количества сточных вод и загрязнений предусматривается мероприятия по сокращению расхода свежей воды и загрязнений в стоках. Пройдя локальную очистку, стоки

через насосную станцию подаются на очистные сооружения. Раздел станции очистки промстоков разработан специализированным институтом «Софзводоканалпроект». В эту же насосную станцию подаются дождевые сточные воды с территории МЦБК и станции очистки для последующей совместной очистки. Количество промстоков и дождевых сточных вод – 115,4 тыс. м³/сут., из них 7,94 тыс. м³/сут. – дождевые воды. Стоки, прошедшие механическую очистку на песколовках и первичных радиальных отстойниках (4 шт. и диаметром 40 м) направляются на биологическую очистку в герметично закрытые окситенки, где происходит полная очистка стоков с использованием технического кислорода. Для этого необходима кислородная станция. После окситенков стоки, пройдя отстаивание во вторичных радиальных отстойниках (4 шт. и диаметром 40 м), подвергаются глубокой очистке на микрофилтрах и затем насосами через береговой выпуск сбрасывается в р. Волгу.

Качественные показатели сбрасываемых стоков: концентрация БПК_{полн} – 5,83 мг/л (ПДК реки – 3 мг/л), концентрация взвешенных веществ – 8,29 мг/л, (ПДК реки – 6,25 мг/л) при береговом выпуске (4-х кратное разбавление). При полной схеме и рассеивающем выпуске (65-и кратное разбавление) концентрации соответственно состава 2,89 мг/л и 6,14 мг/л, т. е. меньше чем ПДК реки. Видно, что по всем компонентам достигнуты значительные снижения загрязнений в р. Волге, которые за исключением метилмеркоптана не превышают ПДК в реке.

Как показывают исследования автора, строительство очистных сооружений для сточных вод Мариинского ЦБК позволит значительно улучшить экологическую ситуацию р. Волги в районе г. Волжска.

ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ЗАВОДЕ В КИУАНГ НГАЙ (ВЬЕТНАМ)

Зыонг Чи Туен¹

Научный руководитель доцент Н.В. Крепша²

¹г. Киуанг Нга, Вьетнам,

²Томский политехнический институт, г. Томск, Россия

Социалистическая республика Вьетнам расположена в Юго-Восточной Азии на полуострове Индокитай, омывается Южно-Китайским морем.

Первый нефтеперерабатывающий завод (НПЗ) во Вьетнаме в городе Зунг Киуат мощностью 6,5 млн т сырья (148 галлон/суток) был построен в 2009 г. НПЗ Зунг Киуат обеспечивает на 30 % потребность бензина во Вьетнаме и является одной из крупнейших государственных экономических проектов Вьетнама в 21 веке. Завод охватывает большую территорию суши (338 га) и моря (471 га) в провинции Киуанг Нгай (центр Вьетнама), климат этой территории тропический, муссонный, а осенью нередки тайфуны и наводнения.

НПЗ Зунг Киуат заинтересован не только в достижении высоких производственных результатов и экономической эффективности, но и в осуществлении охраны окружающей среды, которая является одним из приоритетных направлений его деятельности. Зунг Киуат затрачивает значительные финансовые средства на проведение экологических мероприятий.

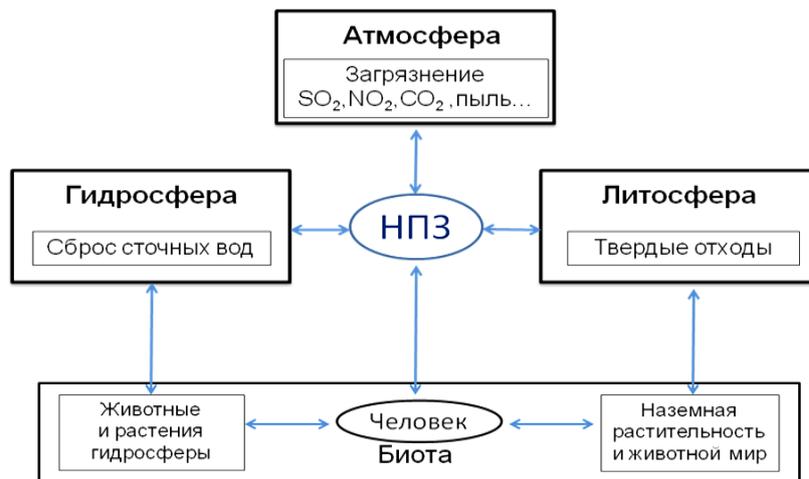


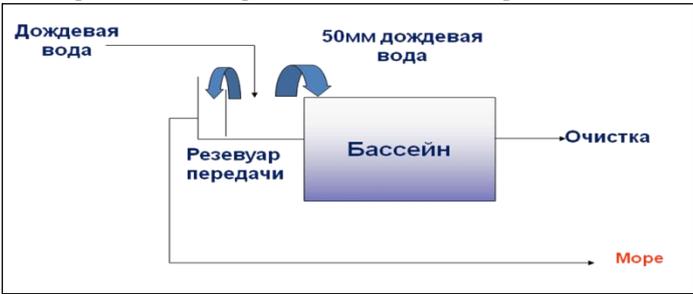
Рис. 1. Схема природно-технической системы в Зунг Киуат

Эксплуатация крупного нефтехимического завода с определенным набором сложных химических технологий оказывает влияния на все компоненты окружающей среды (рис. 1). На схеме представлена структура природно-технической системы. Она включает промышленный объект (нефтеперерабатывающий завод) и компоненты природной среды (атмосфера, литосфера, гидросфера). Изучение закономерностей прямых и

обратных связей в данной системе позволяет дать прогноз возникновения критических ситуаций в природе и нормировать техногенный рагрузку, т.е. управлять устойчивостью данной природно-технической системой [2].

Таблица

Природоохранные мероприятия по охране природной среды на НПЗ Зунг Кууат

Вид воздействия	Мероприятия по снижению воздействий
Выбросы завода в атмосферу (SO ₂ , NO ₂ , CO, пыль)	<p>Этапная очистка сырья (нефти) в результате технологического процесса удаления серы, поглощения токсичных газов химическими методами.</p> $(C_2H_4OH)_2NH (DEA) + H_2S \rightleftharpoons (C_2H_4OH)_2NH_2HS$ $S + H_2 = H_2S$ $SO_2 + Ca(OH)_2 + H_2O = CaSO_3 \cdot 1/2H_2O + 3/2H_2O$ $2CO + 2NO = CO_2 + N_2 \text{ (Pt- катализатор)}$ $4CO + 2NO_2 = 4CO_2 + N_2$ $4NH_3 + 6NO = 5N_2 + 6H_2$
Сброс сточных вод	<p>Использование раздельного сбора точных вод и комбинированной системы очистки</p>  <p><i>Рис. 2. Первый этап очистки воды</i></p>  <p><i>Рис. 3. Последующие этапы очистки сточных вод</i></p>
Утилизации твердых отходов	<p>Вторичное вовлечение отходов в хозяйственный оборот и их снижение на основе внедрение малоотходных технологий. Токсичные отходы отправляются на временный склад опасных отходов. Их перевозят на другое место с достаточной технологией для обработки. Для неопасных отходов: пластики выделяют, картон и бумажные вещи будут сохранены временно и перевозят из завода 1 раз в месяц, затем продают для повторного использования.</p>

Природные ресурсы на этой территории используются на технологические нужды завода. Земля (литосфера) для размещения инженерных сооружений и твердых отходов, воздух (атмосфера) на обеспечение технологических процессов и вентиляцию помещений, вода (гидросфера) на основные и технологические нужды. Это прямые связи.

Установим обратные связи в рассматриваемой природно-технической системе нефтеперерабатывающий завод и природная среда. Вид воздействия технической системы на атмосферу, гидросферу, литосферу и биоту приводит к выбросу загрязняющих веществ в атмосферу (SO₂, NO₂, CO, пыль), сбросу сточных вод в море, образованию отходов производства, физические загрязнения, повышенная температура воздуха. Важно в данной природно-технической системе на нарушить экологическое равновесие природных компонентов и не вызвать деградацию биоты. Поэтому на нефтеперерабатывающем заводе в Кянг Нгай в настоящее время проводится

экологические мероприятия по охране окружающей среды. На них ежегодно затрачиваются значительные финансовые ресурсы на новые технологические и технические решения (табл.).

Для устойчивого и эффективного развития таких крупных заводов как НПЗ Зунг Киуат необходима разработка и применение экологически ориентированной системы управления. Она должна включать [1]:

- Планирование экологических мероприятий на НПЗ, т. е., составление программ природоохранных мероприятий ежегодно и на 5 лет.
- Организация производственного экологического мониторинга за всеми изменяющимися компонентами окружающей среды.
- Постановка экологического контроля и аудита для установления соответствия на данном предприятии природоохранным требованиям, выявление новых экологических проблем.
- Использование международных стандартов ISO 14000 по системе экологического управления данным предприятием.

На наш взгляд, внедрение системы экологического управления на нефтеперерабатывающем заводе обеспечит снижение отрицательного воздействия на природную среду и повысит конкурентоспособность и его инвестиционную привлекательность.

Природоохранная деятельность после начала действия производства велась во всех отделах завода. В результате выполненных работ удалось стабилизировать величину выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, строго выполнить процесс очистки сточных вод, снизить количество образовавшихся отходов. С такими результатами в будущем НПЗ Зунг Киуат захватит лидерство не только в достижении высоких производственных результатов и экономической эффективности, но и в осуществлении охраны окружающей среды во Вьетнаме.

Литература

1. Карелин Я.А., Попова И.А., Евсеева Л.А. и др. Очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов. – М.: Стройиздат, 1982. – 256 с.
2. Дмитриев А.В., Ежов П.В. Инженерные решения. Очистка промышленных газовых выбросов. – М.: Стройиздат, 2007. – 169 с.
3. Сайт: <http://www.dungquat.com.vn>.

ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА В РАССМОТРЕНИИ ПОЛИГОНОВ ТБО КАК ПРИРОДНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМ С ПРОИЗВОДСТВОМ БИОГАЗА

А.М. Шаимова

Научные руководители доцент Л.А. Насырова, профессор Г.Г. Ягафарова
Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия

Анализ ситуации, сложившейся в местах размещения отходов, позволяет утверждать, что созданные в процессе техногенеза или возникшие как его побочный результат отходы производства и потребления - искусственные вещества, выброшенные или вывезенные на свалки и полигоны, взаимодействуют со всеми элементами экосферы, образуя хаотичную техногенную систему, наносящую вред окружающей среде.

Системный подход к решению этой проблемы рассматривается как методология научных исследований, ставящая целью разработку сложноорганизованной природно-промышленной системы (ППС) «Полигон ТБО». Результаты исследований позволяют подобрать необходимые средства инженерной защиты и стратегию управления ППС как при новом строительстве полигонов ТБО, так и при их рекультивации.

Для обеспечения экологической безопасности и реализации принципов геоэкологического проектирования был выполнен анализ жизненного цикла объекта, для этого определены его основные этапы: инвестиционный (I), эксплуатационный (II), рекультивационный (III), пострекультивационный (IV) [1].

Наиболее интенсивное воздействие ожидается на протяжении эксплуатационного этапа, на рекультивационном этапе эмиссионный потенциал полигона ТБО постепенно снижается, достигая предельно-допустимого уровня только на пострекультивационном этапе.

Для минимизации воздействия действующих полигонов ТБО на объекты окружающей среды и эффективного их управления необходимо учитывать соответствие друг другу этапа эксплуатации, стадии деструкции органических веществ в ТБО, эмиссии загрязняющих веществ в атмосферный воздух (биогаз) и водные объекты (фильтрационные воды).

Управляя потоками веществ и энергии на входе и выходе разработанной системы, регулируя факторы среды в массиве задепонированных отходов и создавая те или иные условия обитания для различных групп микроорганизмов, можно [2]:

- снизить потоки эмиссии загрязняющих веществ в окружающую среду от ППС;
- улучшить экологическую и санитарно-гигиеническую обстановку на территориях, прилегающих к ППС;
- ускорить процесс ассимиляции рекультивированных территорий с окружающей средой;
- извлечь полезную для общества энергию в виде биогаза или тепла.

Безопасность ППС «Полигон ТБО» рассматривается как такое состояние природно-промышленной системы, при котором риск ее существования (функционирования) не превышает допустимых пределов воздействий, способных нарушить равновесие системы и единство структурных и функциональных связей.

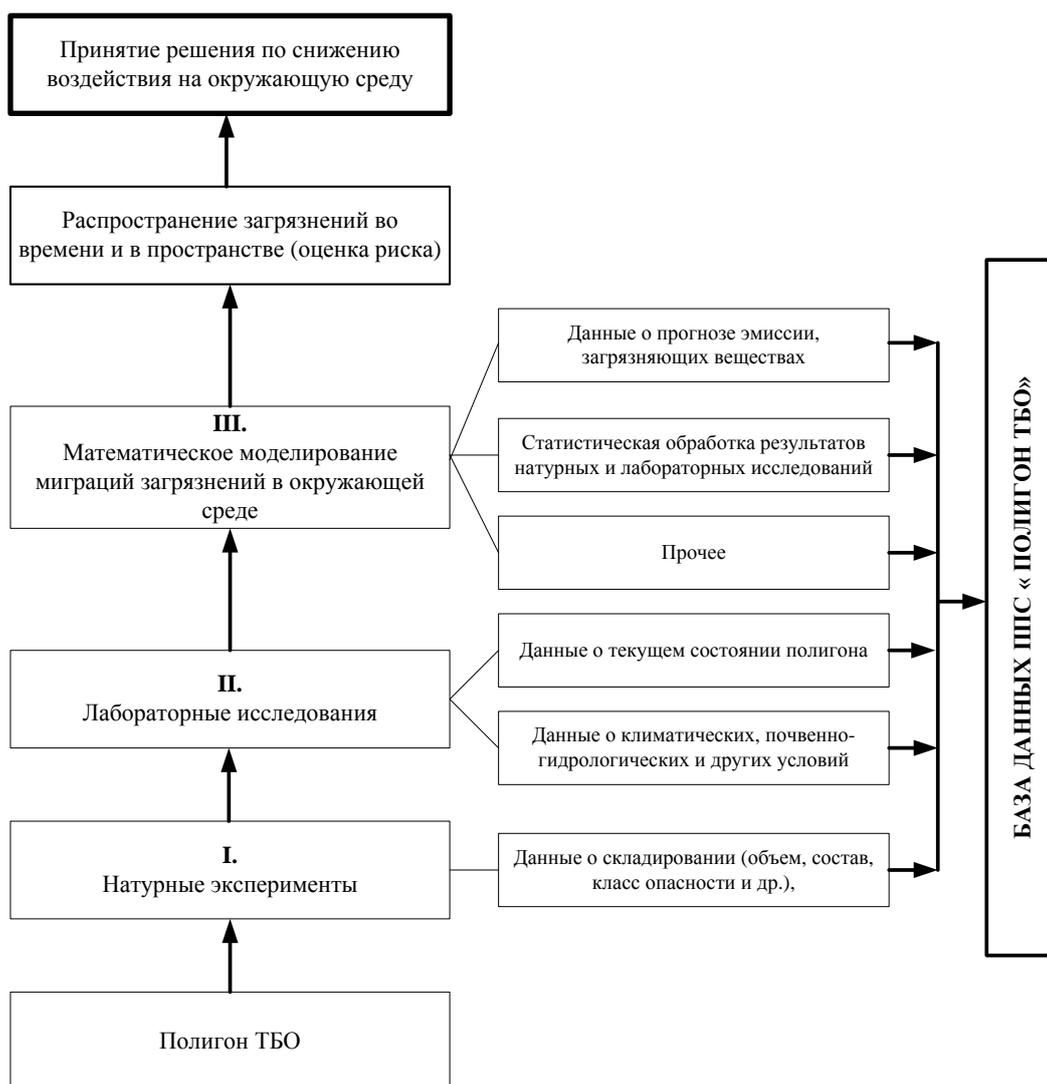


Рис. 1. Алгоритм многоуровневой системы принятия решений по снижению воздействия ППС «Полигон ТБО» на окружающую среду

Исследование процессов, происходящих в массиве отходов, влияющих на формирование эмиссий загрязняющих веществ в окружающую среду, нормативных требований и существующих мероприятий, направленных на сокращение эмиссий и предотвращение поступления загрязняющих веществ в природную среду, позволили сформулировать принцип мультибарьерной системы экологической защиты полигонов ТБО.

Принцип мультибарьерной экологической защиты полигонов ТБО заключается в определении качества отходов, поступающих на полигон, естественных условий площадки размещения полигона и разработке решений по строительству, эксплуатации и рекультивации полигонов. Для реализации предлагаемого принципа были выделены три группы мероприятий.

Эффективное управление эмиссией полигона обеспечивается постоянным взаимодействием двух факторов: прогноза возможного воздействия и оперативного контроля над реальным уровнем воздействий. Сочетание функций контроля и прогноза состояния объекта с целью его управления позволяет создать алгоритм многоуровневой системы принятия решений по снижению воздействия ППС «Полигон ТБО» на окружающую среду (рис. 1).

Его отличительной особенностью является сочетание методов натурального эксперимента, лабораторных исследований и математического моделирования.

Обеспечение долговременной экологической безопасности полигонов ТБО возможно за счет следующих организационно-технических мероприятий, рассмотренных с позиций мультибарьерной системы экологической защиты полигонов ТБО:

- использование в технологии складирования ТБО на полигоне разработанного иницирующего слоя, выполняющего роль биодобавки и интенсифицирующего процесс образования метана в составе биогаза;

- использование универсальной системы сбора биогаза и фильтрата.

С этой целью были разработаны принципиально новые технологические решения по проектированию полигонов ТБО с получением биогаза в составе системы сбора и утилизации биогаза для обслуживания полигона и местных нужд.

При проектировании полигонов предлагается использовать следующую принципиально новую конструкцию экобезопасного полигона ТБО с получением СГ, представленную на рис. 2.

Техническим результатом использования данной конструкции является:

- извлечение в результате предварительной сортировки ТБО компонентов, подвергающихся утилизации или регенерации с получением нового товарного продукта;
- интенсификация процесса образования СГ за счет чередования слоев ТБО слоями-инициаторами с одновременной их утилизацией;
- экономия полезной вместимости толщи полигона, достигаемая за счет интенсификации процесса образования СГ;
- упрощение способа газосборной системы и расширение ее технологических возможностей за счет совмещения функций отвода СГ и фильтрата на поверхность.

В нашей стране отмечается постоянная тенденция к увеличению стоимости энергоносителей, в том числе и природного газа. Поэтому в таких экономических условиях ценность источников альтернативных видов топлива будет все время возрастать. Данная тенденция, несомненно, повышает актуальность проблемы и необходимость применения систем сбора, транспорта и утилизации свалочного биогаза на полигонах и свалках ТБО.

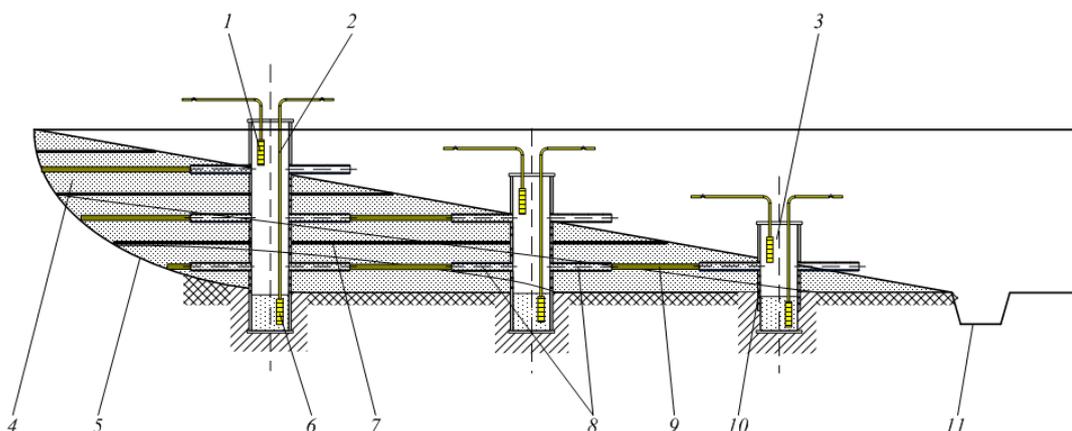


Рис. 2. Разрез полигона в момент заполнения третьего слоя первой карты

1 – газосборник; 2 – полимерный трубопровод; 3 – колодец вертикального газового дренажа; 4 – отходы; 5 – дно полигона; 6 – эрлифт; 7 – противодиффузионный экран; 8 – система горизонтального газового дренажа; 9 – слой-инициатор; 10 – система вертикального газового дренажа; 11 – дренажная канава

Литература:

1. Шаимова А.М., Насырова Л.А., Ягафарова Г.Г., Фасхутдинов Р.Р. Перспективное направление газодобывающей индустрии: добыча и утилизация свалочного газа // Нефтегазовое дело, 2006. – 4 № 1.- С. 235–238.
2. Шаимова А.М., Насырова Л.А., Ягафарова Г.Г. Полигон депонирования твердых бытовых отходов как альтернативный возобновляемый источник энергии // Сборник материалов Первой Всероссийской научно-технической конференции «Альтернативные источники химического сырья и топлива». – Уфа: «Реактив», 2008. – С. 42–43.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В Г. ТОМСКЕ

А.А. Шелестов, В.Ф. Панин, А.Ю. Филатов

Научный руководитель профессор В.Ф. Панин

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время в г. Томске, в Областном государственном учреждении «Областной комитет охраны окружающей среды и природопользования Томской области» (ОГУ «Облкомприрода»), сформирована программа работ по совершенствованию мониторинга качества приземного воздуха.

Программа предполагает развитие существующей инструментальной системы мониторинга, а также создание компьютерной модели рассеивания вредных выбросов стационарных и автотранспортных источников, работающей постоянно и отражающей текущее и достаточно подробное распределение концентраций загрязнителей в приземном воздухе на всей территории города Томска. Создание модели [1–5, 8] обеспечит не только постоянное отслеживание распределения концентраций загрязнителей на территории города Томска, но и позволит моделировать мероприятия технологического (совершенствование производственных технологий, средств газоочистки и др.) и организационного (создание транспортных развязок, мощных кольцевой и радиальных автомагистралей и др.) характера – для организации системного уменьшения концентраций загрязнителей в приземном воздухе.

Согласно программе ОГУ «Облкомприрода» с начала 2007 г. в дополнение к упомянутой существующей системе инструментального мониторинга загрязнения приземного воздуха, осуществляемого Гидрометеоцентром г. Томска, забор проб воздуха осуществлялся также на детских площадках и в местах массового отдыха (всего 1620 проб воздуха) и на 15 напряженных уличных перекрестках (2000 проб) с помощью передвижной лаборатории. Одновременно на основе геоинформационных технологий формируется система визуализации результатов измерений по всей территории города Томска.

Таблица 1

Перечень веществ, по которым ведется контроль на территории г. Томска

Наименование предприятия	Наименования загрязняющих веществ							
	Свинец	Диоксид азота	Хлористый водород	Оксид углерода	Бенз(а)пирен	Бензол	Формальдегид	Взвешенные вещества
Городской сад			+					
Автотранспортные магистрали г. Томска		+		+	+		+	+
Детские площадки г. Томска	+	+		+		+	+	+

<*> Плюсами в таблице обозначены загрязняющие вещества, по которым ведется контроль на территории г. Томска.

Результаты предварительного анализа всего перечня веществ, загрязняющих атмосферный воздух в зоне расположения точки мониторинга, сводятся в общую таблицу (табл. 2, [6]).

Таблица 2

Оценка степени загрязнения атмосферы

Степень		Показатели загрязнения атмосферы	Оценка за интервал времени		
градации	загрязнение атмосферы		Сутки	Месяц	Год
I	Низкое	СИ	0-1	0-1	0-1
		НП, %	-	0	0
		ИЗА	-	-	<5
II	Повышенное	СИ	2-4	2-4	2-4
		НП, %	-	1-19	1-19
		ИЗА	-	-	5-6
III	Высокое	СИ	5-10	5-10	5-10
		НП, %	-	20-49	20-49
		ИЗА	-	-	7-13
IV	Очень высокое	СИ	>10	>10	>10
		НП, %	-	>50	>50
		ИЗА	-	-	≥14

Здесь: СИ – стандартный индекс загрязненности;

$$СИ = \frac{C_{\max}}{ПДК_{cc}}, \quad (1)$$

где, C_{\max} – наибольшая концентрация вещества; $ПДК_{cc}$ – среднесуточная предельно-допустимая концентрация вещества; НП, % - наибольшая повторяемость превышения $ПДК_{cc}$ концентрацией любого вещества; ИЗА или I – комплексный индекс загрязненности атмосферы.

$$I = \left(\frac{q_{cp}}{ПДК_{cc}} \right)^{k_i}, \quad (2)$$

где, q_{cp} – среднее значение концентрации загрязняющего вещества; k_i – коэффициент, определяемый классом опасности вещества.

Таким образом, с 2007 г. ОГУ «Облкомприрода» ведет наблюдение и комплексный анализ загрязнения атмосферы в г. Томске. На основе результатов анализа, а также данных Гидрометеоцентра г. Томска по стационарным постам формируется картина загрязнения атмосферного воздуха, визуализируемая на основе геоинформационных технологий. Особенностью ГИС является возможность тесной интеграции модулей, обеспечивающих ведение геоинформационной базы данных, получаемых с помощью инструментального контроля, с модулями математического моделирования загрязнения атмосферы. Используемая математическая модель получает исходные данные из базы данных по источникам эмиссии загрязняющих веществ [7], а результаты ее (модели) работы заносятся обратно в геоинформационную базу данных в виде соответствующих картографических и фактографических информационных слоев.

Размещение всех результатов измерений концентраций загрязнителей на геоинформационной карте г. Томска позволит решить следующие задачи:

- получение доступа заинтересованных организаций и граждан к информации о загрязнении приземного воздуха на территории города Томска;
- получение достоверной картины распределения загрязнения атмосферы по загрязняющим веществам (ЗВ) в любой точке рассматриваемой территории и на любую дату (ретроспектива, диагноз состояния на существующее положение);
- получение картины загрязнения от автотранспорта на наиболее загруженных перекрестках города;
- статистическая обработка данных;
- повышение степени эффективности природоохранных мероприятий, рациональное расходование отпускаемых финансовых средств на мероприятия по повышению качества приземного воздуха в городе Томске, минимизация экологического ущерба.

Проведение комплексного анализа загрязнения атмосферного воздуха с использованием расчетного мониторинга и измерений на постах наблюдения позволит оценить и проанализировать проблемы данного компонента окружающей среды в привязке к источникам загрязнения и фактическим метеорологическим параметрам, а также наметить пути системного улучшения экологической обстановки.

Литература

1. Панин В.Ф., Дашковский А.Г., Дашковская А.А., Осипова Н.А., Попов В.А. Мониторинг и управление качеством приземного воздуха в Российской Федерации и Великобритании. Правовые, организационные и науч.-техн. аспекты. Научн. издание. – Томск: Изд-во «Дельтаплан», 2003. – С. 226–227.
2. Шрамов Д.М., Панин В.Ф. Совершенствование технологии управления загрязнением атмосферного воздуха городов // Проблемы геологии и освоения недр: Труды 7 Международного научного симпозиума им. академика М.А. Усова.-Томск: Изд-во НТЛ, 2003. – С. 453-456.
3. Panin V.F., Shramov D.M. Expert System of decisions acceptance for decrease of harmful emissions on the basis of a dynamic databank // Сопряж. задачи механ., информ., экологии: Матер. Междунар. конф.. – Томск: Изд-во Том. ун.-та, 2004. – С.316–318.
4. Шрамов Д.М., Филатов А.Ю., Панин В.Ф. Компьютерное моделирование процессов рассеяния вредных веществ в атмосферном воздухе // Материалы докладов 11 Всероссийской научно-технической конференции «Энергетика: экология, надежность, безопасность». – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. - С. 355–357.
5. Шрамов Д.М., Филатов А.Ю., Панин В.Ф. Территориальная система компьютерного мониторинга // Проблемы геологии и освоения недр//Труды 8 Международного научного симпозиума им. академика М.А. Усова.-Томск: Изд-во НТЛ, 2004. - С. 840–845.
6. Руководящий документ. РД 52.04.667-2005 Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию. Изд-во Москва, Метеоагентство Росгидромета. 2006. – С.234–237.
7. Шрамов Д.М., Панин В.Ф. Разработка электронного банка данных источников загрязнения атмосферного воздуха. // Проблемы геологии и освоения недр: Труды 7 Международного научного симпозиума им. академика М.А. Усова.-Томск: Изд-во НТЛ, 2003. – С. 456-458.
8. Филатов А.Ю., Шрамов Д.М. Компьютеризация воздухоохранной деятельности // Сб. материалов по итогам работы Всероссийского семинара зав. Кафедрами экологии и охраны окр. Среды, г. Пермь, 26-28 мая 2005. – Пермь, Изд-во Перм. гос. ун.-та, 2006. – С. 196–200.