



ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ-2016

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ,
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ,
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ
«ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ-2016»,
ПОСВЯЩЁННОЙ ГОДУ ОБРАЗОВАНИЯ
В СОДРУЖЕСТВЕ НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ

КРАСНОЯРСК, СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

15-25 АПРЕЛЯ 2016 Г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»

Сборник материалов
Международной конференции студентов,
аспирантов и молодых учёных
«Перспектив Свободный-2016»,
посвящённой Году образования
в Содружестве Независимых Государств

Красноярск, Сибирский федеральный университет, 15-25 апреля
2016 г.

Красноярск, 2016



ПЕРСПЕКТИВ СВОБОДНЫЙ-2016

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

Красноярск, Сибирский федеральный университет, 15-25 апреля 2016 г.

«Техносферная безопасность»



ЦЕМЕНТИРОВАНИЕ КАК СОВРЕМЕННЫЙ СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ

Барахтина Д.П.

научный руководитель канд. техн. наук Комонов С.В.

Сибирский федеральный университет

Современное состояние экологической безопасности в РФ в условиях высокого уровня антропогенного воздействия на природную среду близко к критическому. Одной из наиболее актуальных задач является правильное обращение с отходами.

Технологии захоронения всевозможных видов отходов, такие как: радиоактивные, химические, медицинские, основываются на цементировании их и складировании на полигонах.

Цементирование является одним из самых распространенных методов отверждения и иммобилизации отходов низкого и среднего уровня активности. Во многом благодаря доступности и дешевизне технологического оборудования и использованных материалов, негорючести конечного продукта, отсутствию у него пластичности, относительной простоте технологических процессов цементирование получило широкое применение. Например, способность цемента связывать воду особенно важна при кондиционировании жидких радиоактивных отходов (рисунок 1). Однако кажущаяся простота процесса цементирования отверждения отходов может значительно осложняться химическими процессами, в которых помимо воды могут принимать участие остальные химические компоненты отходов, что неизбежно отражается на самом процессе цементирования и на качестве конечного отвержденного продукта. Поэтому исследование химического аспекта процесса цементирования необходимо для правильного планирования и реализации этого процесса.

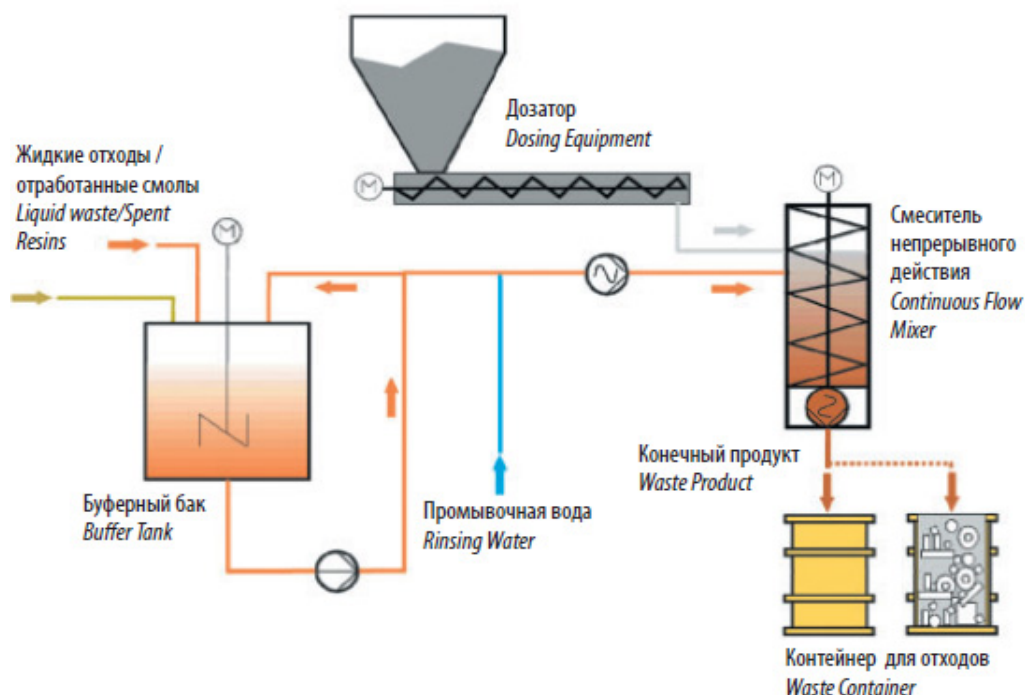


Рис.1 – Технологическая цепочка цементирования отходов в контейнере

Часто для цементирования отходов используют портландцемент, который получают путем спекания при температуре 1300-1500°C и компонентов содержащих карбонаты кальция, силикаты и окислы алюминия, железа, кремния, с последующим измельчением полученного клинкера[1].

В промышленности используются несколько видов цемента, которые выбираются в зависимости от климатических условий и химического состава отхода; различают быстро твердеющий цемент, набирающий необходимую прочность за короткий период, цемент с низким выделением тепла, сульфатостойкий цемент, смешанные цементы, которые применяются для придания специальных характеристик, таких как уменьшение пористости, увеличение прочности, уменьшение тепловыделения при гидратации, улучшение текучести цементного раствора, уменьшение водопроницаемости и т.д.

Следует выделить важные характеристики цементного раствора:

– Степень измельчения. Чем меньше размер частиц цемента, тем больше поверхность их взаимодействия с водой, быстрее протекает гидратация и затверждение цемента.

– Время отверждения/схватывания. Это время зависит от степени измельчения, соотношения вода/цемент, химического состава цемента (в содержания гипса), содержания различных добавок.

– Изменение объема. Цементный раствор не должен существенно изменять объем при отверждении.

– Прочностные характеристики. Зависят от характеристик исходного цемента, а также способов приготовления цементной пасты, условий гидратации, времени выдерживания.

Управление свойствами цементных растворов возможно регулировать с помощью модифицирующихся добавок и их концентрационных соотношений. В качестве добавки в строительных композициях используется вермикулит, который может выступать и как самостоятельный огнеупорный, тепло- и шумоизоляционный материал (рисунок 2).



Рис.2 – Вермикулит

Вермикулит – это экологически чистый минерал из группы гидрослюд, который образуется в земной коре. После обработки при температуре 800-1000°C он превращается в сыпучий чешуйчатый материал. Наибольшую популярность вермикулит приобрел в растениеводстве, где он используется как субстрат, для мульчирования и аэрации почвы, насыщает растения полезными минералами.

Вермикулит обладает высоким коэффициентом водопоглощения (400–530 %), низкой теплопроводностью, огнеупорностью (до 1300°C), высокой экологичностью, долговечностью, легкостью, высокой изоляционной способностью.

Для решения проблем по очистке территорий от нефтепродуктов вермикулит выступает в качестве адсорбента жидких промышленных отходов, в атомной энергетике применяется как отражатель гамма-излучений и поглотитель излучения радиоактивных изотопов химических элементов (стронция-90, цезия-137, кобальта-58).

Эластичность структуры вермикулита даёт ему существенные преимущества перед аналогичными материалами. Так, используемый для теплоизоляции перлит крайне хрупок и разрушается даже при транспортировке. Вермикулит лишён этого недостатка, что позволяет производить из него тепло- и огнезащитные материалы методом прессования.

В данной работе предполагается изучить влияние вермикулита на прочностные, поглощающие, изоляционные свойства цементного раствора, используемого для захоронения отходов. Для этого необходимо исследовать:

- совместимость вермикулита с компонентами раствора для отверждения отходов;
- влияние вермикулита на отходы 1,2 класса опасности;
- прочностные, изоляционные и поглощающие характеристики полученного цементного камня.

В результате работы будет определена принципиальная возможность использования вермикулита для утилизации широкого спектра отходов и оптимальные рецептуры цементной композиции. Использование отечественных материалов и развитие производств позволят отказаться от зарубежных аналогичных материалов, что соответствует концепции импортозамещения в России.

Список литературы

1. Цементирование. Учебное пособие. Greg Ash, David Bedford, Clay Dupree, John (J.J.) Jennings, Kathy Mead, Von Parkey, Sherry Snyder, и Ralph Voss. 2000.
2. Булатов А.И. Формирование и работа цементного камня в скважине: научное издание / А.И. Булатов. – Москва: Недра, 1990. – 416 с.
3. Тампонажные материалы и технология цементирования скважин: Учеб. для техникумов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Недра, 1991. – 336 с.
4. Сулименко Л.М., Савельев В.Г., Тихомирова И.Н. Основы технологии вяжущих материалов: Учеб. пособие/ РХТУ им. Д.И. Менделеева. – Москва, 2001. – 167 с.



ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА

Бачкова С.О.

научный руководитель канд. техн. наук Комонов С.В.

Сибирский федеральный университет

В послевоенные годы во всех регионах страны и в мире стали возникать угрозы взрыва на комбикормовых производствах и заготовительных элеваторах при переработке зерна, производстве муки. Отношение к эксплуатации этих предприятий по старинке было упрощенное, что привело к тому, что на производствах стали происходить взрывы пыли с тяжелейшими последствиями. Современные технология и оборудование оказались весьма опасными. Непонимание этого как при проектировании, так и при эксплуатации этих производств приводит к техногенным авариям и катастрофам.

Пылевой взрыв является самым страшным последствием наличия зерновой пыли помимо пожаров, возгораний и задымлений. Настоящему риску подвержены все предприятия отрасли, независимо от размера, типа, конструкции зданий и сооружений. Зерновая пыль, источником которой является трение зерен друг о друга во время любого перемещения, при минимальной концентрации в воздухе обладает более разрушительной силой, чем динамит. Пылевой взрыв внутри замкнутого пространства создает избыточное статическое давление, в 12,5 раз превышающее точку разрушения железобетонной плиты.

Один из наиболее сильных взрывов произошел в 1878 г, который разрушил мельничный комплекс Вашбурн – Кросби в Миннеаполисе, Другой взрыв произошел в 1921 г. на элеваторе Армура — в то время самый большой и наиболее насыщенный оборудованием элеватор. Сооружения элеватора были полностью разрушены, а бетонные блоки массой свыше тонны — отброшены на расстояние до 180 м.

В результате сильного взрыва на элеваторе в американском штате Канзас погибли три человека, двое были госпитализированы с сильными ожогами. Взрыв произошел вечером в субботу, 29 октября 2011г. в небольшом городе Атчисон (Atchison), который находится в 80 километрах северо-западнее Канзас – Сити. Взрыв был такой силы, что был слышен и виден на расстоянии пяти километров.

Согласно статистике, в период с 1970 по 1990 на территории России произошло 200 пылевых взрывов разрушительной силы. Пик аварийности пришелся на 70–80-е гг. прошлого столетия. Ежегодно происходило по 10 – 15 взрывов пыли с гибелью людей и разрушительными последствиями и множество аварий, которые удавалось скрывать от статистики. Статистика свидетельствует, что наибольшее количество взрывов имело место на комбикормовых производствах, в складах хранения растительного сырья и продуктов его переработки (45%). Не менее опасными оказались и элеваторы, на которых произошло 33% взрывов. Велика опасность мукомольного производства (22%).

Обобщая статистические данные, можно сказать, что основными причинами взрывов являются:

- нарушения правил эксплуатации или неисправность оборудования (34%);
- самовозгорание сырья и продуктов его переработки (22%);
- проведение огневых работ с нарушением требований взрывобезопасности;
- нарушение правил эксплуатации зерносушильных установок (12%);
- нарушение правил пожарной безопасности (6%), в том числе требований взрывобезопасности при тушении пожаров на опасных производственных объектах.

Наибольшее количество первичных взрывов происходит в оборудовании (около 50%) и в емкостях (силосах и бункерах) – свыше 40%. Из оборудования

наиболее опасными являются норрии, зерносушилки, вальцовые станки, дробилки, конвейеры и вентиляторы. Многие аварии сопровождались значительными разрушениями оборудования, зданий и сооружений. Причем наиболее разрушительные последствия имели место на элеваторах (45%) и мукомольных заводах (35%), а на комбикормовых заводах лишь 20%.

По материалам расследований аварий были установлены следующие основные причины разрушительных последствий взрывов:

- отсутствие и неэффективность существующих средств взрывозащиты оборудования;

- отсутствие легкобрасываемых конструкций в силосах и бункерах;

- отсутствие или неэффективность легкобрасываемых конструкций зданий и сооружений;

- отсутствие систем локализации взрывов.

К сожалению, риск техногенных аварий на этих объектах не исключен. А как показывают проверки, проводимые инспекторами надзора, на некоторых предприятиях такая опасность чрезвычайно велика из-за многочисленных нарушений требований взрывобезопасности. Подобное пренебрежение рано или поздно приводит к печальным результатам.

Для уменьшения риска аварий применяются полимерные материалы в норриях, конвейерах, бункерах и силосах. Интерес представляет система масляного орошения зерна, позволяющая снизить концентрацию пыли внутри оборудования при транспортировании зерна до взрывобезопасных концентраций. Получают распространение современные аспирационные установки, эффективные и более безопасные.

Немаловажное значение имеет готовность предприятий к ликвидации аварийных ситуаций и их последствий. Не единичны случаи, когда неграмотные действия персонала в ходе ликвидации аварийной ситуации или пожара приводили к ее развитию с тяжелыми последствиями.

Установлено что нижний порог взрывоопасной концентрации зерновой пыли в воздухе составляет 40 г/м^3 . Взрывоопасность пыли зависит:

- от ее концентрации, размера и состава частиц;

- от влажности и температуры самой пыли;

- от влажности и температуры окружающей атмосферы;

- от размера частиц, и для различных зерновых пылей этот размер изменяется (тонкая пыль более взрывоопасна и воспламеняется легче). Исследования показали, что чем меньше частицы пыли, тем больше ее удельная поверхность, больше интенсивность контакта между частицами пыли во взвешенном состоянии и окружающим воздухом и более сильным будет взрыв;

- состав частиц пыли (на практике частица зерновой пыли содержит много типов молекул с различной теплотой сгорания. Изменения могут быть обусловлены различиями в оборудовании для выделения пыли, типами перерабатываемого зерна и другими факторами.

Для образования взрыва одновременно необходимо наличие следующих элементов:

- смесь горючей пыли с воздухом во взвешенном состоянии;

- источник зажигания достаточной энергии;

- температура и время, способствующие взрыву;

- количество кислорода (более 8%), достаточное для поддержания быстрого горения.

При перечислении условий возникновения взрыва необходимы дополнительные факторы:



- горючее (пыль) должно быть хорошо смешано с окислителем;
- смесь должна находиться в замкнутом или ограниченном объеме;
- зерновая пыль должна быть в концентрации, находящейся в пределах взрывоопасного диапазона.

Наиболее распространенный тип взрыва на элеваторах называют «быстрым сгоранием» (дефлаграция). Важной характеристикой этого явления является то, что скорость распространения пламени меньше скорости звука.

Другим типом взрыва является «детонация», при которой пламя распространяется со скоростью около 1000 м/с.

Наибольшую эксплуатационную опасность в зернохранилище представляет пыль, образующаяся главным образом в результате истирания зерна. Она состоит из частиц оболочек, тонкоизмельченных волосков бородки зерна, кусков мякины и соломы и частиц почвы. Частицы настолько тонки, что находятся во взвешенном состоянии в воздухе, загрязняют его, а иногда вызывают пожар и взрыв.

Перспективной на сегодняшний день является технология предотвращения образования зерновой пыли распространенная в странах Южной, Северной Америки и Западной Европы и признана самым эффективным и дешёвым способом борьбы с зерновой пылью в отрасли хранения и переработки зерна. Эта технология гарантировано предотвращает образование зерновой пыли при работе с зерновыми и масличными культурами в самом начале технологического маршрута предприятия.

Технология состоит в распылении подсолнечного рафинированного дезодорированного масла на зерно в потоке. Масляный аэрозоль обволакивает зёрна, предотвращая или снижая их трение друг о друга при любом перемещении, что позволяет уменьшить количество зерновой пыли в рабочих зонах на 75 – 90%.

Данная технология ни в коем случае не направлена на связывание зерновой пыли, т.е. целью распыления масла не является связывание мелких частиц зерновой пыли в нелетучую маслянистую массу. Как известно, первопричиной запыленности рабочих зон является именно трение зерен друг о друга. Существенно снизив или устранив данное явление (а именно на это направлена настоящая технология), вы полностью решаете проблему видимой запыленности рабочих зон и оборудования, так как количество зерновой и сорной пыли, попадающее на предприятие «с поля» является абсолютно незначительным.

Список литературы

1. Гильманова Э.М., Скобелева Л.А., Храмцов Д.Ю. Экологический и технологический надзор. Издательство Экологическое сопровождение проектов. Учебное пособие Ю. В. Чижиков 2010 – 312 с.
2. В. Данииллов – Данильян: Экологическая безопасность. Общие принципы и российский аспект. Учебное пособие. Изд. 5 – е, перераб. (2010, в соавторстве с М. Ч. Залихановым и К. С. Лосевым).
3. Алексеев С. В., Усенко В.Р. Гигиена труда. – М.: Медгиз, 1988.
4. Безопасность жизнедеятельности / Под ред. С. В. Белова. М.: Высшая школа, 1999.
5. Фролов Анатолий Васильевич, Шевченко А. С., Лепихова Виктория Анатольевна, Ляшенко Наталья Владимировна, Пушенко С. Л., Чибинев Н. Н. Безопасность жизнедеятельности и охрана труда в строительстве. 2010. – 720 с.
6. Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды. Учебник для вузов О. Е. Астафьева, А. В. Питрюк 2013. – 272 с.
7. Васильев В.Я., Семенов Л. И. Взрывобезопасность на предприятиях по хранению и переработке зерна. М.: Колос, 1983.



ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ

Гафарова В.В.

научный руководитель д-р техн. наук Кулагина Т.А.

Сибирский федеральный университет

Современный этап развития человеческой цивилизации характеризуется неуклонным ростом ядерной энергетики. В связи с развитием атомной отрасли фактор воздействия ионизирующего излучения на человека и окружающую его среду приобретает глобальный характер.

Для постоянного контроля радиационной обстановки в России создается Единая государственная автоматизированная система контроля радиационной обстановки (ЕГАСКРО), которая состоит из сети постов контроля по всей стране. Эти посты, в том числе, устанавливаются в населенных пунктах. Координацией работ по созданию и развитию ЕГАСКРО занимается Росгидромет. Формируются региональные системы мониторинга, в общую структуру вовлекаются ранее созданные территориальные и отраслевые системы радиационного контроля [1].

Важной частью ЕГАСКРО является отраслевая автоматизированная система контроля радиационной обстановки (АСКРО) Росатома, охватывающая зоны наблюдения всех атомных станций и предприятий атомной отрасли. АСКРО обеспечивают получение информации о радиационной обстановке на территории ядерно радиационно-опасных объектов (ЯРОО), в санитарно-защитной зоне (СЗЗ) и зоне наблюдения (ЗН).

Основу АСКРО составляют: система постов контроля мощности дозы фотонного излучения, размещаемых на местности; совокупность датчиков, измеряющих метеопараметры, по показаниям которых определяется состояние устойчивости атмосферы; технологические датчики, предназначенные для определения параметров выброса радиоактивной примеси в атмосферу; программное обеспечение нижнего и верхнего уровней, из которых первое обеспечивает обработку данных (показаний датчиков) с целью преобразования их в специальный формат для использования в качестве исходных данных при проведении прогностических расчетов. Основу программного обеспечения верхнего уровня составляют расчетные модели переноса радиоактивной примеси в атмосфере и водной среде, а также математические методы оценки дозовых нагрузок на персонал и население. С его помощью непосредственно осуществляются прогностические расчеты радиоактивного загрязнения окружающей среды [2].

Для измерения мощности амбиентной дозы и мощности поглощенной дозы гамма-излучения с одновременной передачей результатов измерения в устройство сбора информации могут быть использованы блоки детектирования БДКГ-22 и БДКГ-23 соответственно. Блоки детектирования применяются в составе аппаратуры контроля радиационной обстановки.

В качестве детектора гамма-излучения в БД используются газоразрядные счетчики Гейгера-Мюллера с фильтрами, выравнивающими энергетическую зависимость счетчиков во всем диапазоне регистрируемых энергий [3].

К достоинствам данных блоков детектирования можно отнести быструю адаптацию к изменению уровней радиации; самоконтроль при включении и постоянную проверку работоспособности в процессе работы; непрерывную

круглосуточную работу с сохранением своих технических характеристик в пределах норм, а также возможность работы в жестких климатических условиях.

В настоящее время объектовые АСКРО, интегрированные в отраслевую АСКРО Госкорпорации «Росатом», в том числе имеющие посты контроля радиационной обстановки на промплощадках, действуют в районах расположения основных ЯРОО Госкорпорации «Росатом»: Балаковской, Белоярской, Билибинской, Калининской, Кольской, Курской, Ленинградской, Нововоронежской, Ростовской и Смоленской атомных станций – филиалов АО «Концерн Росэнергоатом»; АО «АЭХК», ОАО «ГНЦ НИИАР», АО «ПО ЭХЗ», АО «СХК», АО «УЭХК», ФГУП «ГХК», ФГУП «Комбинат «ЭХП», ФГУП «ПО «Маяк»[4].

Опыт эксплуатации АСКРО, предназначенных для непрерывного автоматизированного контроля радиационной обстановки в районах расположения предприятий атомной отрасли, составляет уже более 20 лет.

Так на Горно-химическом комбинате г. Железногорск Красноярский край АСКРО действует с 1996 года. Система сертифицирована Госстандартом РФ.

АСКРО ГХК предназначена для получения информации о радиационной обстановке и динамике ее изменения:

- в режиме штатной эксплуатации предприятия;
- в режиме выхода из штатной эксплуатации (аварии) для оценки масштаба аварии, принятия мер по защите персонала и населения, а также для ведения работ по ликвидации последствий аварии.

Система состоит из 11 постов контроля, двух информационно-управляющих центров и информационно-аналитического центра. В год выполняется до 600 тысяч измерений.

В состав информационно-управляющих центров входит контроллер каналов связи и сервер АСКРО, обеспечивающий сбор, обработку и хранение данных по измерениям, поступающим с постов контроля, а также передачу данных в ситуационно-кризисный центр «Росатома»[5].

Также на территории Сибирского федерального округа в Томской области расположен АО «Сибирский химический комбинат», который является предприятием Госкорпорации «Росатом» и его производства относятся к ядерно- и радиационно опасным объектам. В связи с этим на комбинате действует система радиационного контроля окружающей среды.

Система территориального радиационного контроля, осуществляющая контроль мощности экспозиционной дозы на местности и в сточных водах базируется на аппаратных и программных средствах, разработанных «СНИИП-Систематом» (г. Москва), и включает в себя одиннадцать постов контроля (10 постов контроля атмосферного воздуха и 1 пост контроля сточных вод) и два пункта сбора данных - центральный пункт сбора данных (ЦПСД) и резервный пункт сбора данных (РПСД) [6].

Одним из требований к аппаратному обеспечению радиационного контроля окружающей среды в Сибирском регионе является возможность устойчивой работы блоков детектирования в жестких климатических условиях.

В связи с высокими требованиями к аппаратному обеспечению радиационной безопасности, а также с учетом новых нормативных актов производственный радиоэкологический мониторинг в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения ядерно- и радиационно-опасных объектов постоянно совершенствуется.

Список литературы

1. Радиационная обстановка на предприятиях Росатома [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.russianatom.ru/information/askro>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Положение о повышении точности прогностических оценок радиационных характеристик радиоактивного загрязнения окружающей среды и дозовых нагрузок на персонал и население (РБ-053-10). – М.: Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, 2010 – 80 с.
3. Блоки детектирования гамма-излучения БДКГ-22 и БДКГ-23 [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.atomtex.ru/ru/products/intellektualnye-bloki-detectirovaniya/gamma-i-rentgenovskogo-izlucheniya/bloki-detectirovan>, свободный. – Загл. с экрана.
4. Описание автоматизированных систем контроля радиационной обстановки (АСКРО) предприятий отрасли [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://skc.ru/control/askro>, свободный. – Загл. с экрана.
5. Федеральное государственное унитарное предприятие «Горно-химический комбинат». Отчет по экологической безопасности ФГУП «ГХК» за 2014 год – 36 с.
6. Долгих С.О., Власов А.А., Малышкин А.И. Автоматизированная система контроля радиационной обстановки Сибирского химического комбината АО «СХК». г. Северск.



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ ПОЛЫХ МИКРОСФЕР

Гизатулина Д.Б.

научный руководитель канд. тех. наук **Комонов С.В.**

Сибирский федеральный университет

В России около 70% всей электроэнергии вырабатывается при сжигании твердого топлива, в результате чего по данным Всероссийского теплотехнического научно-исследовательского института (ВТИ), образуется около 50 млн. т в год отходов. При этом их переработка не превышает 12-15% от объема образования. На сегодняшний день золошлаков в золоотвалах накоплено порядка 1,5 млрд. тонн. Если такая тенденция сохранится, то к 2030 году накопленные отходы превысят 2,0 млрд. т.

Таблица 1 – Сводная таблица образования и накопления золошлаковых отходов в энергосистемах России по состоянию на 2013 г. (данные ВТИ)

АО-энерго ТЭС	Образовано ЗШО к 2013 году, тыс. т	Накоплено ЗШО к 2013, тыс. т
ОЭС «Центрэнерго»	2138,199	246379,197
ОЭС «Волгаэнерго»	58,124	8071,263
ОЭС «Севзапэнерго»	840,933	43418,577
ОЭС «Уралэнерго»	10184,263	468400,381
ОЭС «Сибирьэнерго»	9411,521	600595,59
ОЭС «Востокэнерго»	19285,314	141940,263
ОЭС «Южэнерго»	861,721	47046,021
ИТОГО:	48180,075	1555851,292

Отвалы ТЭС в России занимают значительные территории (около 20000 км²), они являются источником загрязнения воздушного и водного бассейнов и увеличивают минерализацию грунтовых вод.

Утилизация побочных продуктов сжигания угля на теплоэлектростанциях была и остаётся одной из наиболее острых проблем для предприятий энергетического комплекса.

Использование отходов от сжигания твердого топлива в производстве позволит решить две народно-хозяйственные проблемы:

- экологическая – утилизация зол, освобождение ценных земель;
- экономическая – насыщение рынка дешевым строительным материалом, увеличение выпуска товаров народного потребления и производственно-технического назначения.

К основным мероприятиям по снижению количества золошлаковых отходов относятся:

- строительная индустрия – производство цемента, бетонов, растворов, строительных блоков, жилищное, дорожное и ландшафтное строительство, строительство земляного полотна автомобильных дорог;
- использование для заполнения горнорудных выработок при рекультивации отработанных карьеров;
- использование в сельском хозяйстве;

- глубокая (комплексная) переработка золошлаковых отходов с получением глинозема, кремнезема, концентрата железа и целого ряда редкоземельных материалов;
- извлечение ценного компонента – алюмосиликатной полый микросферы.

В основном, вышеперечисленные мероприятия направлены на деятельность, связанную со строительством и производством, при этом, не затрагивая извлечение как токсичных и вредных компонентов, так и полезных и ценных.

Наиболее перспективным из вышеперечисленных способов решения данной проблемы является использование золошлаковых отходов с целью извлечения из нее алюмосиликатных полых микросфер (АСПМ). Но для создания микросферы используется только один вид золошлаков - лёгкая фракция золы уноса, которая составляет всего несколько процентов от общего объема складированных отходов.

Микросферы алюмосиликатные – лёгкая фракция золы уноса, представляющая собой мелкодисперсный сыпучий порошок, состоящий из полых тонкостенных частиц сферической формы алюмосиликатного состава. Внутренняя полость частиц заполнена в основном азотом и диоксидом углерода.

Образование АСПМ происходит следующим образом – при высоких температурах силикатный минеральный материал углей плавится и в газовом потоке продуктов сгорания дробится на мельчайшие капли. Газовые включения в минеральных частицах при нагреве расширяются и раздувают отдельные капли расплава. Содержание АСПМ в золошлаковых материалах составляет обычно десятые доли процента, тем не менее, их «производство» на крупных теплоэлектростанциях России может достигать нескольких тысяч тонн в год.

Зола, уловленная фильтрами котлов ТЭЦ, утилизируется путём смешивания с водой и сбросом в пруды - золоотвалы. Затем, самопроизвольно на поверхность водоема всплывает легкая фракция золы и находится там длительное время в виде «пенных слоев» различной толщины. Технологии получения алюмосиликатных микросфер из зольных отходов теплоэлектростанций состоит в следующем:

1. Сбор гидратированной золы с водной поверхности золоотвала. Зола с помощью насосов собирают и фасуют в мешки.
2. Складирование – выдержку золы до снижения ее влажности за счет стекания и естественного высыхания жидкости, до 30%;
3. Очистка от недожога угля в сепараторе. На очистку от недожога угля в центробежный сепаратор поступает 5-6 м³/час пульпы - концентрата микросферы с тонкой золой и остатков угля.
4. Обработка с помощью декантерной центрифуги. Очищенный концентрат алюмосиликатной микросферы подаётся через межоперационную ёмкость в специальную осушающую декантерную центрифугу, где удаляются остатки золы и по максимуму – воды.
5. Разделение по фракциям. После сушки микросферы становятся легкотекучими, их просеивают через сито для разделения по фракциям от крупной до мелкой, в диапазоне от 10 до 200 мкм.

Ценность АСПМ определяется тем, что они являются идеальными наполнителями, поскольку микросфера химически нейтральна, она не вступает в реакции с другими элементами, а при соединении сохраняет свои исключительные свойства:

- сферическая форма (приводит к снижению расхода смолы или любого другого крепителя);
- легкость – 0,7 г/м³ (микросферы легче других минеральных наполнителей, что позволяет снизить массу изделий при сохранении прочности);
- низкая теплопроводность – 0,09-0,2 Вт/(м×к);



- высокая температура плавления (до 1300°C);
- твердость – по Моссу 5-6 (обеспечение высокой устойчивости к эрозии).

Процесс изготовления промышленными способами микросферы – это довольно сложный процесс. Также, следует учесть, по приблизительным подсчетам, что стоимость АСПМ в десять и более раз ниже, чем микросфер, получаемых промышленными методами.

Таблица 2 – Оценка годового образования микросфер по регионам РФ

Регионы	Оценка образования микросфер, т/год
Северо-Европейский	15000
Центрально-Европейский	18000
Уральский	12000
Западно-Сибирский	74000
Приморье	5000

Области применения микросфер:

1. Нефтяная промышленность тампонажные материалы для нефтяных скважин, буровые растворы, дробильные материалы, взрывчатые вещества;
2. Строительство – сверхлегкие бетоны, сухие строительные смеси, цементы, штукатурка, изоляционные кровельные покрытия и звукозащитные материалы; огнеупорные материалы, изоляционные материалы;
3. Машиностроение – ремонтные шпатлевки, шины, бамперы и панели, комплектующие, звукозащитные материалы, грунтовки;
4. Легкая промышленность - плавательные средства, спортивный инвентарь, подошвы для обуви;
5. Химическая промышленность – пеногасители, катализаторы, производство нейлоновых, полиэтиленовых, полипропиленовых материалов.

Извлечение из золы АСПМ, удаление вредных компонентов и полная утилизация золошлаковых отходов за счет использования оставшейся массы золы в строительной индустрии и производстве удобрений позволит высвободить занимаемые площади и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Список литературы

1. Полые микросферы из зол уноса электростанций. Л.Д. Данилин, В.С. Дрожжин, М.Д. Куваев и др. // Труды II Межд. научн. практ. конф. и спец. выст. «Экология в энергетике – 2005», 19-21 октября 2005 г., Москва, Изд-во МЭИ, - М. С. 196. – 202 с.
2. А.Г. Аншиц, Н.Н. Аншиц, С.Н. Верещагин, Т.А. Верещагина, Е.В. Рабчевский, Е.В. Фоменко, О.М. Шаронова. Новые функциональные материалы на основе железоалюмосиликатных микросфер летучих зол энергетических углей. Материалы IV научно-практического семинара «Золошлаки ТЭС: удаление, транспорт, переработка, складирование», Москва, 19–20 апреля 2012 г. — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – С. 94 – 97.
3. А.А. Николаев, Н.Г. Козлова. Рациональное использование золошлаковых материалов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ecoindustry.ru/magazine/archive/viewdoc/2015/5/3462>.



УТИЛИЗАЦИЯ МЕТАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОТУРБИН**Глумова А.О.****научный руководитель канд. техн. наук Комонов С.В.***Сибирский федеральный университет*

Одна из главных проблем снижения антропогенного воздействия на окружающую среду результатов жизнедеятельности современного общества является проблема уменьшения загрязнения атмосферного воздуха.

Контроль выбросов метана остается одной из ведущих проблем.

Метан - простейший углеводород, представляет собой бесцветный газ без запаха, который горит бледным синеватым пламенем. Метан относится к токсическим веществам, действующих на центральную нервную систему. Он взрывоопасен при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % [2].

На 90-95 % метан имеет природное происхождение, но также имеются антропогенные источники его выделения в процессе производства и транспортировки угля, природного газа и нефти, в процессе распада органических отходов на муниципальных полигонах ТБО, в некоторых системах хранения навоза сельскохозяйственных животных и в ряде систем очистки агропромышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод [1].

В ноябре 2004 году Россия ратифицировала Киотский протокол, целью которого является смягчение глобальных климатических изменений путем ограничения и сокращения антропогенных выбросов парниковых газов. Согласно приложения А Киотского протокола метан (СН₄) является одним из парниковых газов. Накапливаясь в атмосфере, парниковые газы удерживают избыточное тепло, излучаемое с поверхности Земли, создавая эффект глобального парника [3].

С помощью сбора метана из антропогенных источников представится уникальная возможность по предотвращению изменения климата и одновременного повышения энергетической безопасности, способствующего экономическому росту, очищению воздуха и укреплению безопасности на производстве [2].

Как показано в таблице 1 наибольший выброс метана осуществляется в отрасли добыче нефти и газа. В такой отрасли газ выделяется во время нормальной работы, планового технического обслуживания, а также при нарушениях работы систем [1].

Таблица 1 - Мировые антропогенные выбросы метана, 1990-2015 гг.

Отрасли экономики	Мировые выбросы метана, млн. тонн			
	1990 г.	2000 г.	2010 г.	2015 г.
Сельское хозяйство	68,5	75,0	80,5	81,0
Угольные шахты	567,0	456,9	620,0	800,3
Твердые бытовые отходы	923,6	996,0	1050,8	1100,7
Добыча нефти и газа	1573,3	1730,9	1989,5	2010,1
Система сточных вод	449,7	523,8	560,2	671,2

Были созданы микротурбины для автономного теплоэнергоснабжения потребителей, которые могут размещаться в труднодоступных районах на необслуживаемых объектах, таких как линейная часть газопроводов. С помощью микротурбины реализовывается энергия и утилизируется метан.

Таблица 2 - Область, цель и эффект применения микротурбин

Область применения	Цель применения	Эффект применения
Добывающие отрасли: нефть, газ, уголь, лес Необслуживаемые источники Трубопроводы Телекоммуникации	<ol style="list-style-type: none"> 1. Организация надежного энергоснабжения на отдаленных и труднодоступных территориях 2. Утилизация и переработка попутного и шахтных газов, опилок, щепы и других побочных продуктов производства 3. Автоматизация энергоснабжения 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Уменьшение себестоимости конечной продукции за счет дешевой генерации электрической и тепловой энергии 2. Улучшение экологической обстановки 3. Автоматическая работа энергосистем, снятие необходимости постоянного присутствия персонала на объекте
Промышленность	<ol style="list-style-type: none"> 1. Повышение надежности энергоснабжения 2. Уменьшение энергодефицита 3. Снижение энергоемкости производства 4. Утилизация, переработка и полезное использование отходов производства 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Снижение доли энергозатрат в структуре себестоимости продукции 2. Постепенное наращивание энергетических мощностей по мере расширения производства 3. Организация надежного и непрерывного снабжения производства теплом и электроэнергией
Сельское хозяйство	<ol style="list-style-type: none"> 1. Утилизация и переработка органических отходов (отходы животноводства и растениеводства) для получения дешевой электроэнергии, тепла и холода 3. Комплексное обеспечение потребностей с/х в электричестве, тепле и холоде (ферма, теплицы, производство, склады и т.д) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Снижение доли энергозатрат в структуре себестоимости продукции 2. Энергосбережение, соответствие выработки и потребления энергии 3. Улучшение экологической обстановки 4. Экономия на закупке удобрений за счет получения экологически чистых удобрений в процессе переработки отходов
Строительство Крупномасштабное строительство Коттеджные поселки Населенные пункты Частные жилые дома	<ol style="list-style-type: none"> 1. Организация надежного и непрерывного энергоснабжения во время строительства объекта и после сдачи в эксплуатацию 2. Организация резервного энергоснабжения 3. Подача энергии в условиях отсутствия централизованной сети строительства на 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Возможность получения постоянного дохода от продажи энергии потребителю 2. Исключение простоев в строительстве из-за перебоев в подаче энергии или дефицита энергии 3. Постепенное наращивание энергетических мощностей по мере наращивания темпов строительства

	неосвоенных территориях	
Коммунальное хозяйство Инфраструктура	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обеспечение собственных нужд котельных 2. Создание надежного аварийного источника энергоснабжения жизненно важных объектов инфраструктуры электричеством и теплом 3. Решение проблемы утилизации отходов жизнедеятельности населенных пунктов (мусор, сточные воды) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Повышение устойчивости функционирования городского хозяйства 2. Снижение себестоимости энергии 3. Решение экологических проблем городов 4. Повышение эффективности генерации местных ТЭЦ
Энергетика	<ol style="list-style-type: none"> 1. Создание дополнительных энергетических мощностей для удовлетворения спроса на энергию в условиях реформирования централизованной энергетики 2. Оптимизация затрат на строительство энергосетей 3. Обеспечение собственных нужд объектов централизованной энергетики 4. Резервирование 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Снятие проблем транспортных потерь и энергодефицита на местном уровне 2. Повышение надежности энергоснабжения 3. Ускорение отдачи капиталовложений за счет быстрого ввода мощностей 4. Снижение себестоимости энергии
Медицина Банки Автотехцентры Центры обработки данных Связь	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сохранность информации 2. Устойчивость связи 3. Организация бесперебойного непрерывного снабжения энергией высокого качества 4. Резервирование 5. Оптимизация затрат на энергообеспечение 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Надежная работа ключевых систем и оборудования: медицинского, банковского, компьютерного 1. Снятие пиковых нагрузок 2. Снижение затрат на энергообеспечение 3. Постепенное наращивание энергетических мощностей по мере увеличения потребности
Чрезвычайные ситуации	<ol style="list-style-type: none"> 1. Оперативное снабжение энергией мобильных подразделений (спасателей, госпиталей, гуманитарных операций, временных мест размещения пострадавших) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Мобильность 2. Быстрое развертывание 3. Низкие эксплуатационные затраты

Микротурбинный двигатель состоит всего из одной движущейся детали-вращающегося вала, на котором соосно-расположены электрический генератор, компрессор и непосредственно турбина. В установке не используются редукторы или другие механические приводы. Уникальной конструктивной особенностью двигателя является применение воздушных подшипников, за счет которых достигается рекордная

скорость вращения вала — 96 000 оборотов в минуту. Эта инновация дает возможность отказаться от использования масла, высокий расход которого у других видов оборудования составляет значительную часть эксплуатационных затрат. Низкие рабочие температуры снижают уровень эмиссии окислов азота, благодаря чему уровень выбросов CO и NO_x не превышает 9 ppm, что позволяет отнести микротурбины к одному из самых экологически чистых источников генерации энергии [3].

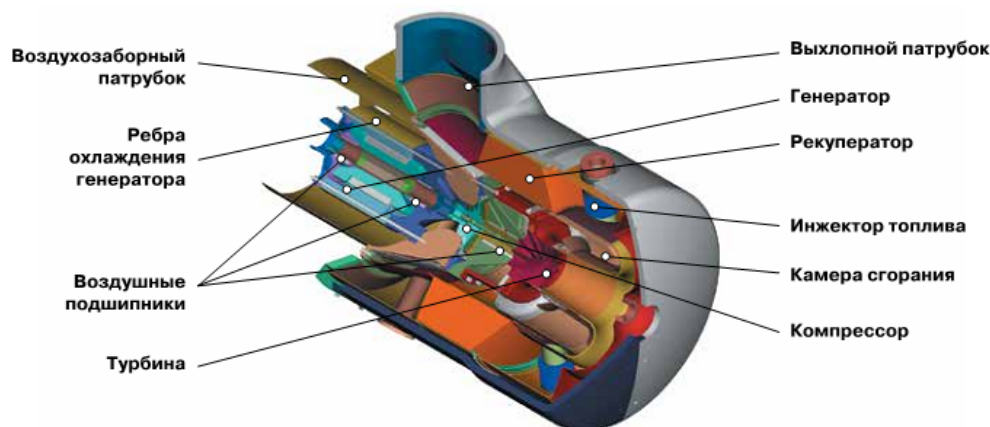


Рис.1 – Конструкция микротурбинного двигателя С65

На примере предприятия ОАО «ТамырГаз» рассмотрим эффективность данного устройство.

Источниками загрязнения атмосферы на газопроводах являются продувочные свечи и крановые площадки. Свечи используются для опорожнения участка газопровода перед проведением ремонтных работ и для продувки газопровода при вводе его в эксплуатацию. При необходимости опорожнить значительные участки газопровода, газ могут не сбрасывать в атмосферный воздух, а направить микротурбинну Capstone для утилизации метана [3].

Благодаря использованию контейнера установка очень компактна и может быть в короткий срок перемещена с одного места на другое [1].

По расчетам общая сумма выбросов метана составила – 108,725396 т/год при выбросе газа в атмосферный воздух при опорожнении газопровода.

С использование временного мобильного устройства общее количество выбросов метана от газопровода составила – 54,121076 т/год.

По итогам расчета практически в 2 раза уменьшился выброс метана в окружающую природную среду при использовании временного мобильного устройства по утилизации метана. И снизит плату за загрязнения окружающей среды.

На основе полученных данных видим, что временное мобильное устройство для утилизации метана является не только экологичной, но и экономически эффективной для данного предприятия [1].

Список литературы

1. Агабеков В.Е., Косяков В.К. Нефть и газ: технологии и продукты переработки. Изд. БГТУ, 2014.-458 с.
2. Н.М. Бажин. Метан в атмосфере. Химия. 375 с.
3. Микротурбинные установки [электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.bpcenergy.ru/imgcompany/bpcenergy/doc/Capstone_brochure5.pdf

ЭФФЕКТИВНАЯ КОНСТРУКЦИЯ ЗОЛОТВАЛА С НЕЗАМЕРЗАЮЩЕЙ ДРЕНАЖНОЙ СИСТЕМОЙ

Григорьев Н.Е.

научный руководитель д-р техн. наук Кузнецов Г.И.

Сибирский федеральный университет

Золошлакохранилища (ЗШХ) или золоотвалы в технологической цепи энергетических комплексов и систем являются важным звеном, обеспечивающим складирование огромного количества токсичных отходов в виде золы и шлака. Многие накопители отходов, в том числе золоотвалы находятся в предаварийном состоянии из-за переполнения, деформации дамб, неудовлетворительной работы противотрационных сооружений, осложнений, связанных с гидроледотермическими процессами и пр.

Накопление, хранение, утилизация и консервация дисперсных промышленных отходов – хвостов рудобогащения, золы тепловых электростанций и шламов различных производств – являются одной из наиболее актуальных экологических проблем. Экологически обоснованные технологии обращения с такими отходами во многом определяют современный уровень охраны окружающей природной среды и рационального природопользования.

Специальные гидротехнические сооружения, предназначенные для накопления и длительного хранения указанных отходов с последующей их утилизацией в качестве вторичного минерального сырья, должны соответствовать современным экологическим требованиям, быть достаточно надежными и экономичными. Необходимо минимизировать утечки загрязненных вод из накопителей, обеспечить устойчивость ограждающих дамб и безопасную эксплуатацию сооружения в целом. Поэтому проектирование дамб, противотрационных, дренажных и других конструктивных элементов накопителей является важнейшей составной частью природоохранных мероприятий при складировании и длительном хранении дисперсных промышленных отходов.

Одним из важнейших элементов золоотвалов являются противотрационные и дренажные устройства, предотвращающие загрязнение грунтовых и поверхностных вод. При устройстве этих сооружений в суровых климатических условиях существенно важным является защита от промерзания дренажей, устраиваемых в ограждающей дамбе и массиве складированных отходов. Происходящее при этом нарушение нормального трационного режима приводит к уменьшению устойчивости дамбы и гидроотвала в целом, их деформациям и разрушению. Известны многочисленные примеры таких негативных процессов, приводящих к аварийным ситуациям (хвостохранилище № 1 Норильского ГМК, золоотвал № 1 Абаканской ТЭЦ и другие) [1].

Предполагается, что в основу новой эффективной конструкции золоотвала будет заложена конструкция дренажа и дренажного выпуска на гидроотвале, которая обеспечит незамерзаемость в суровых климатических условиях. При этом высокая работоспособность дренажа при минимальных затратах на его модернизацию и эксплуатацию будет достигнута за счет использования теплосодержания гидросмеси, подаваемой в гидроотвал.

Поставленная задача решается тем, что для создания незамерзающей дренажной системы пульпопровод гидротранспортной системы для подачи на гидроотвал гидросмеси золы и шлака, имеющей положительную температуру, размещен непосредственно над дренажом и дренажными выпусками [2].

Гидроотвал с незамерзающей дренажной системой включает в себя ограждающую дамбу 1, ленточный или трубчатый дренаж 2 и дренажный выпуск 3.

Непосредственно над дренажом и дренажным выпуском расположен пульпопровод 4, размещенный в грунте утепляющей пригрузкой 5 (рисунок 1).

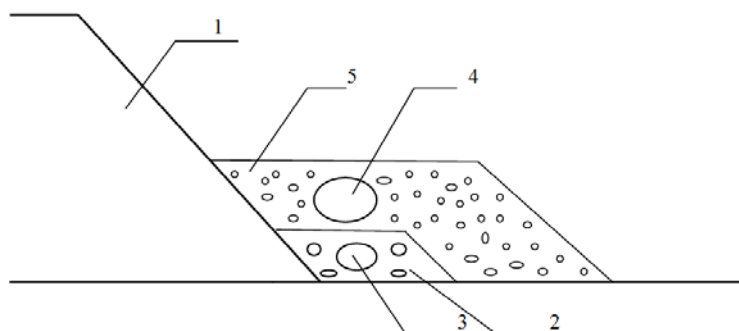


Рис. 1 - Гидроотвал с незамерзающей дренажной системой

По методике определения глубины оттаивания мерзлых грунтов в основании трубопроводов [3] был проведен расчет оттаивания грунта под пульпопроводом с радиусом 0,2 метра и температурой в нем гидросмеси 5 °С на срок эксплуатации 5 лет. Результаты расчета приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты расчета

Год эксплуатации	t= -4,5 С	
	R, м	$\xi = R-r$
1	1,0	0,8
2	1,5	1,3
3	1,7	1,5
4	1,9	1,7
5	2,1	1,9

где t- температура мерзлой толщи грунтов; R- радиус оттаивания; r- радиус трубы; ξ - глубина оттаивания основания

Благодаря тепловому воздействию транспортируемых отходов в сочетании с фильтрационным потоком, поступающим в дренаж, в грунте вокруг дренажа поддерживается талая зона, в результате чего обеспечивается незамерзаемость всех элементов дренажа и, соответственно, устойчивость ограждающей дамбы, а следовательно, и надежность работы гидроотвала без дополнительных энергозатрат.

Список литературы

1. Кузнецов Г.И., Экологически безопасные накопители промышленных отходов на Крайнем Севере. / Кузнецов Г.И., Балацкая Н.В./ Экологические системы и приборы. – 2013. № 3. С. 9-11.
2. Патент РФ № 2012133059/13, 01.08.2012 / Гидроотвал с незамерзающей дренажной системой // № 2504614. 2014. / Кузнецов Г.И., Балацкая Н.В., Ворошилов О. А., Семушева С. М.
3. Справочник по строительству на вечномёрзлых грунтах / Н.Н. Днепров.- Стройиздат. Ленинградское отделение. 1977- 550 с.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ АСБЕСТОЦЕМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

Евменова Т. А.

научный руководитель канд. техн. наук Комонов С.В.

Сибирский федеральный университет

Асбестоцементная промышленность - отрасль промышленности строительных материалов, производящих изделия, которые используются в строительстве зданий и трубопроводах различного назначения. Асбестоцемент является композиционным материалом, в состав которого входят портландцемент (80–90 %), хризотилловый асбест (10 – 20 %) и вода.

Асбестом называют группу минералов, имеющих волокнистое строение и при механическом воздействии способных распадаться на тончайшие волокна. Более 90 % асбеста, который добывают и продают в мире - это хризотилловый асбест, называемый также "белый асбест". По степени воздействия на организм человека асбест относят к III классу опасности.

Отношение к асбестоцементу не однозначно, существует мнение, что асбест является экологически вредным материалом (канцерогеном), поэтому во многих западных странах его применение законодательно запрещено. Однако в России асбестоцемент не запрещен, и его по-прежнему достаточно широко применяют в строительстве.

В процессе производства асбеста и в отраслях, связанных с использованием асбеста в изделиях и материалах, образуются асбестосодержащие отходы. В асбестоцементном производстве образуются мокрые, сухие, пылевые и прочие отходы.

Таблица 1 – Виды отходов в асбестоцементном производстве

Отходы			
Мокрые		Сухие	Пылевые
Твердая фаза – продукты гидратации цемента и волокнами асбеста	Жидкая фаза – гидроксиды и сульфиды кальция и натрия с небольшим количеством хромата калия	Брак и бой асбестоцементных изделий	Механическая обработка труб и муфт, резка листов и растаривания мешков с асбестом

Производство асбестоцемента является крупной и технически оснащенной отраслью в России, ежедневно выделяющей в воздух рабочей зоны, а затем и в окружающую среду значительное количество мелкодисперсной пыли. Переработка порошкообразных ингредиентов невозможна без выделения пыли в рабочие помещения и окружающую среду в составе вентиляционных выбросов. Основными источниками пыления на предприятии являются дозаторы заправки асбеста, элеваторы, конвейерные бегуны, станки для выпиливания шифера и места растаривания асбеста.

Для борьбы с пылевым фактором используется устаревшее оборудование – циклоны и рукавные фильтры. В соответствии с особенностями строения волокон асбеста, а также специфике производства наиболее мелкие фракции не могут быть уловлены. Таким образом, концентрация асбестоцементной пыли в воздухе рабочей

зоны превышает значение ПДК в 20 раз, а концентрация на границе санитарно-защитной зоны предприятия имеет 7-кратное превышение нормативов.

Таблица 2 – Предельно допустимые концентрации (ПДК) асбестосодержащих пылей в воздухе рабочей зоны

Наименование вещества	Величина ПДК (мг/м ³)	Агрегатное состояние	Класс опасности	Особенности действия на организм
Силикатсодержащие пыли, силикаты, алюмосиликаты: а) асбесты природные (хризотил, антофиллит, актинолит, тремолит, магнезиарфведсонит); смешанные асбестопородные пыли (20 %);	2/0,5	а	3	Ф, К
б) асбестопородные пыли (10 до 20 %);	2/1	а	3	Ф, К
с) асбестопородные пыли (менее 10 %);	4/2	а	3	Ф, К
д) асбестоцемент неокрашенный и цветной при содержании в нем диоксида марганца не более 5 %, оксида хрома - не более 7 %, оксида железа - не более 10 %;	6/4	а	4	Ф, К
е) асбестобакелит, асбесторезина	10/4	а	3	Ф
Примечание: <i>а- аэрозоль, К-канцерогены, Ф - аэрозоли преимущественно фиброгенного действия. В числителе - максимально розовая, а в знаменателе - среднесменная ПДК.</i>				

Попав в организм человека, волокна асбеста не рассасываются, а дают толчок к развитию воспалительного процесса. Профессиональное заболевание, связанное с асбестовой пылью, получило название «асбестоз». У человека, страдающего асбестозом, риск заболеть раком легких в 5 раз выше, чем у остальных людей. В зоне риска находятся не только персонал, но и жителей мегаполиса. Асбестоз, рак легких, мезотелиома плевры или брюшины одни из многих заболеваний спровоцированных асбестом.

В 2002г. были обнародованы результаты исследований в области заболеваний, связанных с асбестом, полученные врачами из Бельгии. Они пришли к выводу, что асбестовая пыль, попадая в легкие с вдыхаемым воздухом, вредит каждому седьмому жителю в странах с развитой экономикой.

В настоящее время во всем мире асбест, согласно классификации Всемирной организации здравоохранения - Международного Агентства по исследованию рака, отнесен к канцерогенам 1-й группы. По данным Национального Института по изучению рака, в США ежегодно фиксируется около 3000 новых случаев заболевания. В США количество людей, подвергшихся воздействию асбеста в результате профессиональной деятельности за последние 50 лет, составило около 8 млн человек.

Вдыхание мелкодисперсной пыли приводит к развитию необратимых и неизлечимых заболеваний. Поэтому необходимо использовать различные методы профилактики вдыхания пыли – изменение технологии; герметизация оборудования; автоматизация процесса; эффективная вентиляция и средства индивидуальной защиты.

Исследования специалистов промышленно-развитых стран показали, что использование СИЗ является самым последним и ненадёжным средством профилактики профессиональных заболеваний. К сожалению, в РФ практически не проводились измерения реальной эффективности СИЗ, лишь на основании лабораторных проверок бытует противоположное мнение.

В РФ в последние десятилетия отмечается постоянное ухудшение условий труда. По официальным данным доля людей, работающих во вредных и опасных условиях, составляет 1/3 от числа всех работающих (2014). В этих условиях для защиты здоровья рабочих широкое применение нашли именно СИЗ, именно их использование стимулируется государством (расходы на закупку СИЗ компенсируются за счёт обязательных отчислений в Фонд Социального Страхования, до 20%). Принят Федеральный закон Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. N426-ФЗ "О специальной оценке условий труда", который допускает снижение класса вредности при обеспечении рабочих СИЗ – что предполагает, что использование СИЗ позволяет устранить воздействие вредных производственных факторов на рабочего. В результате ухудшения условий труда, смертность среди трудоспособного населения в РФ в 4.5 раз выше, чем в Европейском Союзе.

Наиболее перспективной возможностью снижения концентрации пыли на прилегающей территории предприятия и уменьшения попадания респираторной пыли в органы дыхания являются технические средства коллективной защиты – пылеулавливающее вентиляционное оборудование.

При использовании минерального сырья чаще всего используют местные вентиляционные отсосы. Они улавливают пыль, образующуюся на разных этапах производства, и переносят ее по воздуховодам к пылеуловителям. Улавливая пыль в месте её попадания в воздух, местные отсосы предотвращают загрязнение воздуха рабочей зоны и попадание пыли в органы дыхания рабочих.

Проведенный анализ показал, что практически все технологические операции по производству асбестоцемента сопровождаются значительными выбросами мелкодисперсной пыли и имеют превышения нормативов в воздухе рабочей зоны и окружающей среде. Поскольку заменителей, обладающих уникальными свойствами хризотил-асбеста, в мире пока не найдено. А искусственные минеральные волокна, используемые в роли заменителей, получают ценой больших энергозатрат, необходимых для расплавления каменного сырья. Поэтому для снижения воздействия пылевого фактора необходима оценка технологического оборудования как источника пылевыделений и разработки инженерных решений по модернизации конструкций аспирационного оборудования.

Список литературы

1. Эндрю Секада, Эндрю О'Брайен. Защита от пыли при добыче и переработке полезных ископаемых, 2012. – 112 с.
2. О. В. Сперанская. Асбест: реальность, проблемы, рекомендации, 2008. – 55 с.
3. Работа с асбестом и асбестосодержащими материалами [электронный ресурс].
Режим доступа: <http://www.docload.ru/Basesdoc/6/6859/index.htm#i594539>



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТРАБОТАННЫХ ДЕРЕВЯННЫХ ШПАЛ В КАЧЕСТВЕ СОРБЕНТА ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ АВАРИЯХ

Ефимова Д.В.

научный руководитель д-р техн. наук Кулагина Т.А.

Сибирский федеральный университет

В последнее десятилетие обострились вопросы, связанные с влиянием нефтяных производств на экологическую ситуацию в различных регионах, поскольку масштабы использования нефти постоянно возрастают. Нефть и нефтепродукты являются одним из основных и крупномасштабных загрязнителей окружающей среды. Только по официальным данным, в России потери нефти и нефтепродуктов достигают почти 5 млн т в год; а в мире при добыче, транспортировке, хранении и использовании теряется около 50 млн т нефти и нефтепродуктов ежегодно. Для России проблема ликвидации разливов нефти особенно актуальна, поскольку на ее территории в настоящее время эксплуатируется более 550 тыс. км трубопроводов. Физический и моральный износ технического оборудования, отсутствие надлежащего ведомственного контроля за его состоянием, а также нехватка обслуживающего персонала и его низкая квалификация приводят к росту числа аварий. Согласно официальным данным, в настоящее время в России нуждается в рекультивации 1,2 млн га земель, пострадавших от различного типа загрязнений. Абсолютное большинство аварийных разливов нефти вызывают сильные и во многом необратимые повреждения природных комплексов.

При этом нефть проникает в глубокие слои почвы, вплоть до грунтовых вод. В органогенных горизонтах происходит аккумуляция высокомолекулярных компонентов нефти, содержащих смолисто-асфальтеновые вещества и циклические соединения. Метановые углеводороды, смолы и асфальтены плохо разлагаются, ухудшают водно-физические свойства почв. Наиболее подвижные легкие фракции могут проникать до грунтовых вод, но значительная их часть разлагается и испаряется в течение года.

Загрязнение углеводородами нефти вызывает необратимые изменения морфологии, физических и химических свойств почвы. Так, например, при загрязнении техногенными углеводородами в почвах в первую очередь изменяются морфологические свойства: окраска и сложение. Стирание черт естественного профиля сопровождается появлением интенсивного черного цвета, образованием битуминозной корки на поверхности, уплотнением сложения. Все это неизбежно вызывает снижение и даже полную утрату почвенного плодородия, приводит к изменению экологических функций почв, что сопровождается снижением биоразнообразия. Кроме того, углеводороды нефти способны образовывать в процессе трансформации токсичные соединения, обладающие канцерогенными, тератогенными и мутагенными свойствами, стойкостью к микробиологическому расщеплению и способностью переходить в растения, что значительно снижает качество возделываемых культур и создает угрозу для здоровья человека и животных. Таким образом, наблюдаемая на загрязненных нефтью и нефтепродуктами территориях деградация почв позволяет ученым отнести их к районам экологического бедствия, поэтому проблема рекультивации загрязненных нефтью почв приобретает исключительное значение.

Наиболее эффективным и доступным методом быстрого сбора нефти при аварийных разливах является сорбция — использование различных сорбентов, которые образуют за счет процессов сорбции при контакте с нефтью.

Сбор и удаление нефти и нефтепродуктов с любой поверхности с помощью сорбентов осуществляются несколькими способами: методом простого расстилания (типа ”промокашки”), нанесением формованных или дисперсных сорбентов, а также с помощью специальных валков с нанесенным на их рабочую поверхность сорбирующим материалом.

Сейчас в мире при ликвидации разливов нефти предлагается использовать около двух сотен сорбентов, которые можно классифицировать по разным признакам. Для производства сорбентов используется различное сырье. В России существуют собственные технологии производства нефтяных сорбентов из местного сырья и отходов.

В последнее время широкое применение в промышленности находят природные сорбенты. Их широкое распространение в природе, низкая стоимость и простая технология применения наряду с достаточно высокими сорбционными свойствами делают перспективным использование этого природного сырья в качестве сорбентов для очистки почвы от нефтезагрязнений.

Песок, мох, опилки и керамзит были выбраны в качестве самых распространенных сорбентов. В настоящей работе изучали сорбционные свойства природных сорбентов и альтернативных сорбентов, выполненных из отработанных деревянных шпал, пропитанных антисептическими средствами.

Для проведения эксперимента были использованы природные сорбенты: образцы в виде опилок и кубиков лиственницы и сосны и железнодорожных деревянных шпал, пропитанных антисептическими веществами: креозот и жидкость техническая антисептическая ЖТК.

Лиственница обладает многими ценными для хозяйства свойствами. Ее древесина лишь немного уступает дубовой по механическим свойствам и обладает замечательным качеством: будучи высушенной, она очень слабо подвержена гниению. Очень хороша древесина лиственницы для шпал и свай. Она очень хорошо противостоит действию воды, особенно соленой морской воды. В этом с ней могут конкурировать только некоторые тропические древесные породы.

По ксерофильности в вегетационный период лиственница уступает сосне, но по зимней ксерофильности намного ее превосходит.

Сосна обладает наиболее активным смоляным аппаратом среди хвойных таежной зоны. Поэтому она широко используется для прижизненного получения древесной смолы - живицы - путем подсочки. Сосна является основным объектом лесного хозяйства. Она служит также основным объектом лесозаготовительной, деревообрабатывающей промышленности.

Известно, что сорбционные свойства пористых материалов зависят от плотности самих материалов. Поэтому нами было проведено определение поглотительной способности различных образцов.

Лабораторные исследования поглотительной способности шпал, пропитанных антисептиком относительно нефтесодержащих продуктов, осуществляли по аналогии с водопоглощением: выдерживали кубики образцов, участвующих в эксперименте, в исследуемой жидкости – отработанном автомобильном масле, объем которого $V=200$ мл, в течении 36 часов и определяли увеличение массы образца.

Для проведения эксперимента били, взяты кубики экспериментальных образцов и опилки экспериментальных образцов.

Образцы были погружены в емкость с нефтесодержащими продуктами, предварительно пройдя этап взвешивания. Замеры проводились через 1 час, 2 часа, 3 часа, 12 часов, 24 часа и 36 часов.

Для объективной оценки поглотительной способности образцов, полученные в результате эксперимента данные, были сведены к приведенной величине поглощения образцов, которая отражала поглотительную способность исследуемых материалов на 1 грамм материала.

Анализируя экспериментально полученные данные, можно сделать вывод, что абсорбционная способность образцов в виде кубиков высокая, не имеет значительного разброса данных и находится в интервале 9-12 г на 1 г абсорбционного материала. Следовательно, исследованные образцы, полученные из использованных ЖДШ имеют достаточное количество открытых пор для удержания нефтесодержащих продуктов.

Анализируя полученные в результате эксперимента результаты, можно сделать вывод, что абсорбционная способность образцов, представленных в виде опилок, более высокая, чем у образцов представленных в виде цельных кусков и не имеет значительного разброса данных, она находится в интервале 9-12 г на 1 г абсорбционного материала.

По результатам проведенных экспериментальных исследования можно сделать вывод о достаточно высокой сорбционной способности исследуемых образцов. Сорбционная способность природных сорбентов в виде чистых опилок не значительно (5 %) выше опилок, полученных из отработанных деревянных шпал, пропитанных антисептическими веществами. Но опилки из «чистого» дерева - это дорогой и востребованный в других технологиях материал, тогда как шпалы это отход, который необходимо утилизировать.

Построение кривой, отражающей равновесие системы для определения поглотительной способности исследуемых материалов. Для каждого исследуемого образца точка наступления равновесия своя и наступает индивидуально. Для построения кривой равновесия используются имеющиеся довольно точные опытные данные.

Интерес и важность исследования подобных графиков заключается не только в установлении наличия равновесия в системе, но также выяснении природы и характера сорбционных свойств, экспериментальных образцов.

Рассмотрев полученные графики можно сделать вывод, что практически все образцы по истечению 24 часов принимают точку равновесия. Динамика, присутствующая в данных графиках после 24 часов эксперимента возможна из-за погрешности, которая возникла во время экспериментальных измерений.

Адсорбционное равновесие характеризуется определённой зависимостью между концентрацией вещества в растворе и на поверхности адсорбента. Количественно адсорбцию принято характеризовать изотермой адсорбции, которая связывает при данной температуре количество адсорбированного единицей веса адсорбента вещества (весовых, молекулярных или объёмных единицах) с составом разделяемой смеси.

Для определения сорбционной активности исследуемых образцов был проведен следующий опыт: исследуемые образцы в виде опилок выступали в роли сорбента, через который пропускаться адсорбат.

Как правило, сорбционной активностью владеют материалы с развитой системой пор, то есть с площадью удельной поверхности, $S_{уд}$. Она показывает величину поверхности единицы массы адсорбента.



Необходимость определения этого показателя вызванная тем, что, зная его, наш сорбент можно сравнить с другими типами сорбентов, например, с распространенным и дешевым в наше время активированным углем.

Она рассчитывается по формуле:

$$S_{уд} = G_* \cdot Na \cdot S_{M-лы},$$

При использовании этого уравнения исследование адсорбции сводится к определению концентрации раствора до и после адсорбции.

Проводился расчет для экспериментальных образцов опилок сосны, для опилок экспериментальных образцов лиственницы, для экспериментальных образцов опилок шпалы пропитанной креозотом, для экспериментальных образцов опилок шпалы пропитанной жидкостью антисептической ЖТК. По полученным данным строятся изотермы адсорбции для каждого образца в координатах $\Gamma(C)$. Полученные данные $S_{уд}$ сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Сопоставимая характеристика сорбентов по удельной поверхности

Образец	$S_{уд}, м^2/г$
Опилки из лиственницы	444,3
Опилки из сосны	350,0
Опилки из шпалы деревянной пропитанной креозотом	187,1
Опилки из шпалы деревянной пропитанной жидкостью антисептической ЖТК	224,8

По результатам полученных данных видно, что сорбент, полученный из отработанных деревянных шпал, пропитанных антисептиками, имеет достаточно высокие значения $S_{уд}$. Это позволяет эффективно использовать наш материал для сорбции нефти, нефтепродуктов и разных органических загрязнителей.

Таким образом, исследуемый в виде опилок из отработанных деревянных шпал, пропитанных антисептиком, материал может являться перспективным сорбентом для ликвидации проливов нефти, нефтепродуктов и других органических веществ.

Использование опилок в качестве сорбента еще и будет оправдано заменой разбавителя (песка) перед сжиганием для выполнения требований завода-изготовителя установки для огневого сжигания отходов (УГЗ-1М). В результате чего, исключается использование минерального дорогостоящего ресурса и снижается объем получаемого от работы установки твердого отхода.

Список литературы

1. Каменщиков Ф.А., Богомольный Е.И. Нефтяные сорбенты. М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. 268 с
2. Воюцкий С. С. Курс коллоидной химии. "Химия", М., 1975, с. 511.
3. Каменщиков Ф.А., Богомольный Е.И. Удаление нефтепродуктов с водной поверхности и грунта. М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2006.528 с.
4. Кулиев Т.Ф. Способы очистки грунта от нефтепродуктов на объектах железнодорожного транспорта. Иркутск: Изд-во ИрГУПС, 2003. 195 с.

ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕСНЕНИЯ ВОДЫ**Ивченко О.А.****научный руководитель д-р техн. наук Кулагин В.А.***Сибирский федеральный университет*

Введение. Вода является источником всего живого на Земле, а также важнейшим ресурсом для поддержания жизни. Но неравномерное ее распределение, рост численности населения, а, следовательно, и водопотребления, впоследствии может привести к социальной катастрофе. Поэтому проблема дефицита питьевой воды является на сегодняшний момент глобальной проблемой Человечества. В связи с этим во многих странах опреснение морской воды и водоочистка, представляет большой интерес и одновременно является важной задачей.

Методы опреснения воды. Сегодня существуют такие методы опреснения воды как дистилляция, ионизация, электродиализ и обратный осмос, а одними из основных технологий, широко применяемых в мире, являются мембранные, среди которых особое значение имеют нанофильтрационные мембраны обратного осмоса [2].

Метод обратного осмоса основан на опреснении воды путем фильтрации ее под высоким давлением через полупроницаемые мембраны, которые пропускают молекулы воды, но задерживают большие по размеру ионы соли.

Такие мембраны имеют крайне плотный и тонкий «активный слой», который внешней стороной контактирует с водой, являясь для нее барьером, предотвращающим прохождение различных солей и одновременно пропускающим воду. В нижней части активного слоя есть пористая структура, которая действует, как механическая опора «активному слою» и может состоять из того же материала или нет. Если материал слоев отличный друг от друга, такие мембраны называют композитными. На рисунке 1 изображена структура такой мембраны.

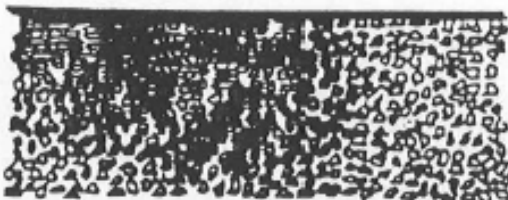


Рис.1 – Структура мембраны

Обратноосмотические системы и установки являются универсальными, так как их можно использовать не только для обессоливания вод с высоким содержанием минеральных солей, но и для очистки сточных вод.

Однако данный процесс требует больших энергозатрат, поэтому современными учеными уже ведутся разработки в области использования возобновляемых источников энергии, среди которых наиболее приемлемы – ветер и солнце. Ветроэнергетические установки (ВЭУ) начали использоваться сравнительно недавно, и сейчас наблюдается тенденция развития этого направления. Научные исследования по разработке таких установок широко ведутся в университете Кадиса (Испания). Предполагается осуществление процесса опреснения воды с помощью нанофильтрационных мембран и за счет возобновляемых источников энергии.

Ветроэнергетическая установка подобного рода включает две ветряные мельницы по 3 кВт каждая с размахом крыла в 4 метра и высотой 15 метров.

Фотогальваническая система состоит из двадцати монокристаллических модулей по 210 Вт каждая. Получаемая энергия собирается в батарею. Непрерывный ток от возобновляемых источников энергии преобразовывается в переменный с помощью инвертора на 7кВт. Производство электроэнергии и данные о расходе отображаются раз в минуту.

Очистка воды производится через нанофильтрационные мембраны обратного осмоса (4) при многократном прогоне через них под давлением.

Схема экспериментальной ВЭУ изображена на рисунке 1 [3].

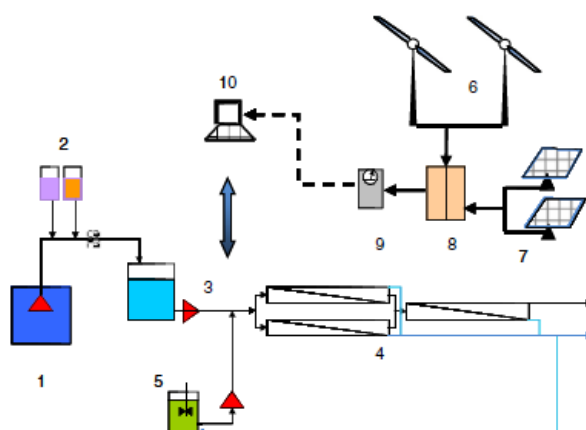


Рис.1 – Экспериментальная ветроэнергетическая установка: 1 – резервуар для воды; 2 – счетчик давления; 3 – помпа высокого давления; 4 – NF-мембрана; 5 – сточно-фановая система; 6 – ветряные мельницы; 7 – фотогальванический элемент; 8 – батарея; 9 – инвертор; 10 – контроль

Научно-исследовательской группой университета уже проведен ряд экспериментов, результаты которых показали эффективность использования опытных установок такого рода для получения питьевой воды [3].

Заключение. Является очевидным, что необходимо прилагать как можно больше усилий для сохранения источников пресной воды, а также для поисков возможных экономически менее затратных путей для решения проблемы нехватки питьевой воды во многих странах мира, как в настоящем, так и в будущем. Технологии по опреснению воды с использованием возобновляемых источников энергии являются эффективными и имеют большой потенциал для их совершенствования в ходе дальнейших исследований.

Список литературы

1. A.W. Mohammad, Y.H. Teow, W.L. Ang, Y.T. Chung, D.L. Oatley-Radcliffe, N. Hilal. Nanofiltration membranes review: Recent advances and future prospects. *Desalination* 356 (2015) 226–254.
2. N. García-Vaquero, Eunkyung Lee, R. Jiménez Castañeda, Jaeweon Cho, J.A. López-Ramírez. Comparison of drinking water pollutant removal using a nanofiltration pilot plant powered by renewable energy and a conventional treatment facility. *Desalination* 347 (2014) 94–102.
3. Xiao-Lin Wang, Wei-Juan Shang, Da-Xin Wang, Ling Wu, Cong-Hui Tuо. Characterization and applications of nanofiltration membranes: State of the art. *Desalination* 236 (2009) 316–326.

СОВМЕСТНОЕ СКЛАДИРОВАНИЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ И ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Камова А.С.

научный руководитель проф., д-р техн. наук Кузнецов Г.И.

Сибирский федеральный университет

Ежегодно при сжигании каменного угля на тепловых электростанциях образуется огромное количество золы и шлаков. Золоотвалы ТЭС на территории России занимают территорию более 20 тыс. га, при этом большая часть этих хранилищ располагается в черте городов, а используется лишь небольшой процент золошлаковых отходов (далее ЗШО). К сравнению, в европейских странах и в США уровень утилизации ЗШО значительно выше. Так, их использование в США достигает 25%, в Великобритании - 53%, во Франции - 65%, в Германии - 75%.

Красноярский край, один из регионов где основным энергоресурсом является уголь Канско-Ачинского угольного бассейна и, как следствие, идет образование больших объемов ЗШО. Складирование золошлаковых отходов в энергетических комплексах, при конструктивном и экологическом несовершенстве, сопровождается длительными технологическими и экологическими нарушениями, негативно влияющими на состояние окружающей среды (геофильтрация протокатов, растекание гидросмеси при прорывах дамб, эрозия и обрушение откосов дамб, подтопление и затопление протокатами прилегающих территорий, пыление тонкодисперсных фракций ЗШО на сухих надводных пляжах и др.). Из 253 гидротехнических сооружений (далее - ГТС) в Красноярском крае находятся 122 бесхозных ГТС, в том числе 38 накопителей твердых и жидких промышленных отходов, представляющих угрозу как с точки зрения устойчивости ограждающих конструкций дамб, так и по способности к фильтрации высокотоксичных вод в русла рек или в подземные горизонты. Большинство (81%) ГТС не имеют нормального уровня безопасности, 13 ГТС имеют опасный (аварийный уровень безопасности), на 193 ГТС водохозяйственного комплекса не выполнен расчет вероятного вреда в результате аварий на них, декларирование ГТС подтверждено не более чем на 30 объектах, на 98 % объектов отсутствуют паспорта ГТС.

Также следует отметить, что проблема складирования и захоронения бытовых и промышленных отходов в настоящее время представляет собой одну из самых актуальных и жизненно важных для России экономических и экологических проблем. Сегодня в России ежегодно скапливается порядка 3,5 млрд. т отходов. Из них на переработку идет примерно четверть, на самом деле и того меньше.

Красноярский край входит в число субъектов Российской Федерации – крупнейших производителей отходов. Современная система нормирования не обеспечивает заметного снижения воздействия на окружающую среду в части уменьшения образования отходов. Деятельность по сбору, сортировке, переработке и использованию отходов в качестве вторичного сырья на территории края развита слабо. Хотя в последние годы наметилась положительная тенденция роста количества обезвреженных отходов, снижение количества захороненных отходов, но этот рост не велик и в ближайшие 10 лет ситуация существенно не изменится. В крае практически полностью отсутствуют предприятия по сортировке и переработке твердых бытовых отходов. Количество экологически приемлемых объектов размещения отходов на территории Красноярского края явно недостаточно. В крае зарегистрировано более 23 действующих полигонов ТБО. Из имеющихся полигонов почти треть не отвечает

действующим требованиям по причине отсутствия подъездных дорог к полигонам, отвечающим требованиям СНиП; разрушены либо полностью отсутствуют ограждения полигонов; на свалках не предусмотрены изолирующие защитные экраны, что противоречит всем действующим документам и наносит непоправимый ущерб окружающей среде; нарушается технология складирования отходов, отсутствуют мероприятия по очистке сточных вод и фильтрата; нарушены нормы охранных санитарно-защитных зон и т.д. Отмечается высокая степень заполнения отходами ряда полигонов. Ежегодно в крае выявляется более 300 новых мест несанкционированного размещения отходов.

До недавнего времени в России, несмотря на имеющиеся нормативные документы, регламентирующие вопросы проектирования, строительства полигонов отходов и условий их эксплуатации, к проблеме строительства таких сооружений подходили достаточно упрощенно, понимая, как правило, под полигонами складирования отходов места под свалки мусора, что привело, к плачевным результатам в области охраны окружающей среды. Сегодня полигон складирования и захоронения отходов – это сложный инженерный комплекс геотехнических сооружений, обеспечивающий высокую степень экологической безопасности, и самостоятельно функционирующее хозяйственное предприятие, приносящее прибыль органам местного самоуправления. Имеющийся опыт строительства таких объектов в зарубежных странах побуждает использовать современные подходы к решению данной проблемы.

Выход из сложившейся ситуации возможен лишь в результате комплексного подхода к поставленной проблеме. Такой подход, во-первых, должен включать в себя выполнение всех нормативных требований по устройству и хранению бытовых отходов и во-вторых, быть экономически обоснован с точки зрения затрат на возведение и эксплуатацию накопителей. При огромном количестве образующихся золошлаковых и твердых бытовых отходов и недостаточности площадей и объемов под их накопление, необходимо подумать о создании комплексного накопителя, который бы удовлетворял всем требованиям безопасности окружающей среды на территории энергетических комплексов и на соседних территориях, занимаемых для складирования ТБО. При этом должны решаться такие проблемы, как:

- сохранение природной среды (сокращение площадей под золошлакоотвалы и другие отходы, снижение рисков негативного воздействия на окружающую среду)
- сокращение эксплуатационных издержек золошлакоотвалов и других накопителей;
- соблюдение экологического законодательства.

Для решения этих проблем необходимо разработать природоохранную технологию складирования золошлаковых и твердых бытовых отходов в комплексных насыпных накопителях, рассматриваемых как единое сооружение.

Экологически безопасный способ совместного складирования ЗШО и ТБО основан на способности зол, образовавшихся при сжигании углей Канско-Ачинского угольного бассейна, к самоцементации. Данный способ может быть использован и для рекультивации карьеров.

Основным санитарным условием совместного захоронения промышленных и бытовых отходов является требование к их токсичности – она не должна превышать токсичность отходов, представленных классами опасности IV и V. Золошлаковые отходы большинства месторождений Канско-Ачинского бассейна относятся к классу опасности IV.

Результаты экспериментальных исследований фильтрационных и других свойств золошлаковых образцов самотвердеющей золы подтверждают данные о

достаточно высоких водоупорных и самоцементирующих свойствах затвердевшей золы.

Основываясь на положительном результате экспериментальной проверки водопроницаемости образцов твердеющей золы, можно полагать, что такая зола может успешно использоваться для создания надежных и экологически приемлемых экранов золоотвалов ТЭС и совместных накопителей.

Использование золы для природоохранных мероприятий на тепловых станциях, сжигающих Канско-Ачинские угли, позволяет повысить экономические и экологические показатели данных энергетических объектов.

При соответствующем обосновании золобетонные экраны могут быть использованы при организации комплексных накопителей энергетических и коммунальных отходов. Исследования в этом направлении продолжаются.

На основе использования указанного свойства золы разработана природоохранная технология совместного складирования ЗШО и ТБО (рисунок 1).

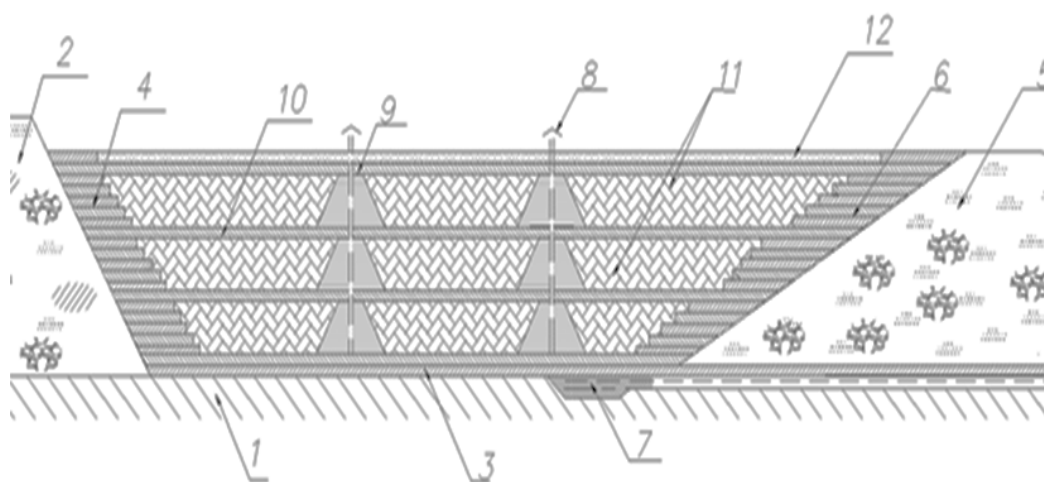


Рис.1 – Схема комплексного накопителя: 1 – основание, спланированное с уклоном $i \geq 0,01$ от борта 2; 3 – золобетонный экран; 4 – золобетонный экран борта карьера; 5 – ограждающая дамба; 6 – внутренний откос дамбы; 7 – горизонтальный пьезометр; 8 – газоотводящий дренаж; 9 – поверхностный золобетонный экран; 10 – промежуточные экраны из золошлаков; 11 – слой коммунальных отходов; 12 – грунтовый рекультивационный слой

Экологическая безопасность комплексного накопителя достигается путем изоляции ТБО в достаточно герметичных картах. Ограждающие и экранирующие элементы карт выполняются из золобетона, получаемого из высококальциевой золы. Промежуточные экраны, разделяющие слои ТБО, выполняются из менее прочного золобетона или из золошлаков, извлекаемых из ранее заполненной секции обычного гидрозолоотвала. Следует отметить, что при использовании таких промежуточных экранов в слоях отходов уменьшается объем пустот при проникновении в них золы и при ее уплотнении. Практическая значимость заключается в том, что зола используется в качестве вторичного ресурса – материала противифльтрационных экранов комплексных накопителей.

Новизна рассматриваемого конструктивно-технологического решения подтверждена Патентом 2455087 Российская Федерация, МПК В 09 1/100. Способ складирования отходов в накопитель [Текст] / Кузнецов Г.И., Балацкая Н.В., Бутачина О.Г.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования Сибирский

федеральный университет (СФУ) - №2011105589/13; заявл. 15.02.2011; опубл. 10.07.12, Бюл. №19 – 3 с.

Возведенный по предложенной технологии совместный накопитель ЗШО и ТБО обладает следующими достоинствами:

- накопитель отвечает суровым климатическим условиям, характерным для большинства энергосистем Красноярского края;
- фильтрационные утечки практически отсутствуют;
- достигается экономия привозных грунтов за счет использования отходов ТЭС, подлежащих захоронению;
- сокращаются площади, занимаемые золоотвалами и комплексными накопителями;
- возможен возврат земель в хозяйственный оборот после рекультивации.

Основываясь на положительных результатах экспериментальной проверки водопроницаемости образцов твердеющей золы, предлагается ее использование для создания надежных и экологически приемлемых экранов накопителей различных отходов.

Водоупорные свойства золобетонных экранирующих покрытий обеспечивают экологическую безопасность накопителей при совместном складировании золошлаковых и твердых бытовых отходов. Экспериментальные исследования прочности золобетона подтвердили его пригодность для экранирования днища накопителя.

Список литературы

1. Город: прошлое, настоящее, будущее. Экологически безопасные комплексные хранилища золошлаковых отходов ТЭС и твердых бытовых отходов. Кузнецов Г.И., Балацкая Н.В. [Текст]: сборник научных трудов / под ред. Р.М. Лобацкой, Л.И. Аузиной, О.Е. Железняк, А.В. Мироманова. – ИГТУ, 2004 – 184с;
2. Г.И. Кузнецов, Н.В. Балацкая, Д.А. Озерский. Накопители промышленных отходов: учеб. пособие - Красноярск : ИПК СФУ, 2008. - 180 с.
3. Кузнецов Г.И. природоохранная технология совместного складирования золошлаковых и коммунальных отходов / Г.И. Кузнецов, Н.В. Балацкая, О.Г. Бутачина // Экология и промышленность России. – 2012. - №10. – С. 7.
4. Указ Губернатора Красноярского края от 25 ноября 2013 г. №225-УГ «Об утверждении Концепции государственной политики Красноярского края в области экологической безопасности и охраны окружающей среды до 2030 года»



АВТОТРАНСПОРТ – ОСНОВНОЙ ПОСТАВЩИК ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ АТМОСФЕРЫ

Карабарин Р.П.

научный руководитель д-р техн. наук Кулагина Т.А.

Сибирский федеральный университет

Автомобильные дороги и движущийся по ним автотранспорт являются одними из основных источников загрязнения атмосферы, литосферы и гидросферы, а также разрушения естественного ландшафта на прилегающей территории. В местах их расположения происходит образование большого количества пыли в приземных слоях воздуха, так как при движении автомобилей происходит истирание дорожных покрытий и автомобильных шин, продукты износа которых смешиваются с твердыми частицами отработавших газов. К этому добавляется грязь, заносимая на проезжую часть с прилегающего к дороге почвенного слоя.

Интенсивные темпы развития автомобилизации по всему миру, расширение сетей автодорог, увеличение грузоподъемности и средней скорости движения транспортных средств, рост интенсивности движения вызывают усиление загрязнения окружающей среды.

Непрерывное увеличение транспортного загрязнения значительно изменяет качественный состав атмосферного воздуха, что влечет за собой ухудшение микроклимата в придорожной полосе. Эти изменения в крупных мегаполисах характеризуются повышением температуры окружающего воздуха, снижением ультрафиолетовой радиации до 30 %, ухудшением видимости, значительным увеличением облачности и осадков, изменением циркуляции воздуха.

Красноярск занимает второе место в России по показателю относительной автомобилизации города, то есть на 1000 жителей приходится 385 автомобилей. Согласно источнику [1], по данным УГИБДД ГУ МВД по Красноярскому краю в 2014 г. произошло снижение количества автотранспортных средств в черте города на 101,8 тыс. единиц по сравнению с прошлыми годами, и составило 1072738 единиц (Табл. 1). При этом численность легкового автотранспорта возросла, а грузового и автобусов – уменьшилась. Но, не смотря на это, доля выбросов от автотранспорта в суммарных общекраевых выбросах загрязняющих веществ составляет более 30%. Кроме того, на долю автомобильного транспорта приходится около 90% от общего объема вредных веществ, поступающих в атмосферу от всех видов транспорта.

Таблица 1 – Количество автотранспортных средств, состоящих на учете в Красноярском крае, и объемы выбросов от автотранспорта за 2013-2014 гг.

од	Всего, единиц	Вид автотранспорта			Выбросы автотранспорта, тыс. т
		Лег ковые	Груз овые	Авт обусы	
013	1036408	869 021	144 504	225 70	313,0
014	1072738	914 859	141 927	159 52	236,2

Из года в год для г. Красноярска остается актуальной проблема загрязнения окружающей среды продуктами сгорания топлива от автомобилей. Воздействие, оказываемое выхлопными газами на окружающую среду, выражается, в основном, в

эмиссии в атмосферу ядовитых веществ с отработавшими газами автомобильных двигателей и вредных веществ от стационарных источников, а также в загрязнении поверхностных водных объектов, образовании твердых отходов и воздействии транспортных шумов. Угарный газ, входящий в состав продуктов сгорания топлива, является причиной усталости, головной боли, низкой трудоспособности, раздражения. Сернистый газ оказывает влияние на генетический аппарат, приводит к бесплодию. Токсичные отходы нарушают рост растительности, приводят к потерям в животноводстве, к снижению урожая.

Каждое автотранспортное средство выбрасывает в атмосферу с отработавшими газами около 200 различных компонентов. Основные виды выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Состав выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта в 2014 г., тыс. т

Наименование региона	SO ₂	NO _x	ЛОС	СО	С	NH ₃	CH ₄	Всего
Красноярский край	1,2	25,9	24,9	182,1	0,4	0,7	0,1	236,2

Примечание: SO₂ — диоксид серы, NO_x — оксиды азота, ЛОС — летучие органические соединения, СО — оксид углерода, С — углероды (сажа), NH₃ — аммиак, CH₄ — метан

Картерные газы – это смесь части отработавших газов, проникшей через неплотности поршневых колец в картер двигателя, с парами моторного масла. Количество картерных газов в двигателе возрастает с увеличением износа. Кроме того, оно зависит от условий движения и режима работы двигателя. Испарения бензина в автомобиле имеют место при работе двигателя и в нерабочем состоянии. Они возникают не только в передвижных источниках, но и в стационарных, к которым, в первую очередь, следует отнести автозаправочные станции. Они получают, хранят и реализуют бензин и другие нефтепродукты в больших количествах. Таким образом, автозаправочные станции также являются серьезным источником загрязнения окружающей среды, как в результате испарения топлива, так и в результате разливов.

На сегодняшний момент существует значительное количество технологий, способствующих снижению количества выбросов вредных веществ от автотранспорта в окружающую среду, например применением катализаторов. Метод очистки основан на превращении токсичного газа, содержащегося в загрязненном воздухе, поверхностью металла (катализатора) в промежуточное вещество, которое распадаясь, становится продуктом регенерированного катализатора. К металлам, обладающим таким свойством поглощения, относится: платина, палладий, оксиды меди и марганца.

Сокращение уровней загрязнения окружающей среды и экономия бензина достигаются путем замены традиционных видов нефтяного топлива альтернативными видами моторного топлива, а также применением биотоплива.

Уменьшение эмиссии вредных веществ от автомобильного транспорта возможно за счет моделирования транспортных потоков в городской среде (в окрестностях перекрестков; со светофорным регулированием; в местах сужения дорог и т.п.).

В Красноярске за счет ввода в эксплуатацию четвертого моста через Енисей наблюдается оптимизация движения смешанного автотранспортного потока на многополосной дороге без маневров при минимизации расхода топлива.

Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2014 году», 2015. – 294 с.
2. Борисюк, Н. В. Автомобильно-дорожный комплекс в системе городской экологии / Н. В. Борисюк, С. М. Дмитриев // Экология и жизнь. – 2013. - № 1. - С.63-67.
3. Экологические проблемы городов [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ecoedu.ru/index.php?id=31&r=12>



**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ
ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЯ
АО «ВАНКОРНЕФТЬ»**

Карпенко А.С.

научный руководитель канд. техн. наук Комонов С.В.

Сибирский федеральный университет

В период строительства источниками образования отходов являются участки производства строительных работ.

Особенность обращения с отходами в период строительства состоит в следующем:

– отсутствие длительного накопления отходов вследствие того, что вывоз в места утилизации будет происходить параллельно графику производства строительных работ;

– технологические процессы строительства базируются на принципе максимального использования сырьевых материалов и оборудования, что обеспечивает минимальное количество отходов строительства;

– ремонт строительной техники и автотранспорта, а также заправка топливом, будут производиться в специально отведенных для этих целей местах.

Особенность обращения с отходами на этапе эксплуатации состоит в следующем:

– время воздействия на окружающую среду носит периодический характер;

– отсутствие длительного накопления отходов, вследствие того, что по мере накопления отходов производится их передача предприятию, имеющему лицензию на осуществление деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению опасных отходов.

С целью предотвращения загрязнения окружающей среды в результате эксплуатации объектов обустройства Ванкорского месторождения на площадках, относящихся к нему, предусматриваются следующие мероприятия:

– размещение проектируемых объектов вне водоохранных зон рек;

– устройство обвалования вокруг технологических резервуаров;

– канализация загрязненных производственных и бытовых стоков с дальнейшей очисткой;

– строительство системы очистных сооружений для очистки производственных и бытовых стоков;

– защита откосов насыпи от разрушительного воздействия атмосферных явлений - укрепление георешеткой с заполнением песком;

– устройство водопропускных труб под дорогами для предотвращения заболачиваемости и сохранения влажностного режима территории;

– ограждение площадок с целью предотвращения попадания животных на территорию промплощадок;

– после окончания строительства на промплощадках производится уборка строительного мусора, планировка территории, устройство газонов;

– восстановление вырубленного леса;

– рекультивация временной полосы отвода вдоль подъездных дорог и съездов на площадки с планировкой территории и посевом семян многолетних трав с предварительным внесением минеральных удобрений.

Для защиты нефтепровода при переходе через реку Большая Хета предусматриваются противозерозионные и берегоукрепительные защитные мероприятия.

Процессы обращения (жизненный цикл) с отходами включают в себя следующие этапы: образование, накопление и временное хранение, первичная обработка (сортировка, дегидрация, нейтрализация, прессование, тарирование и др.), транспортировка, вторичная переработка (обезвреживание, модификация, утилизация, использование в качестве вторичного сырья), складирование, захоронение.

Идентификация отходов осуществляется на основе данных инвентаризации источников образования и хранения отходов (далее – инвентаризация) в производственных структурных подразделениях, которая проводится не реже 1 раза в год.

Идентификация отходов должна осуществляться на основе данных инвентаризации источников образования и хранения отходов, а также на основе данных проектной документации на строительство объектов и иной проектной документации.

В целях установления и предотвращения вредного воздействия токсичных отходов на среду обитания и здоровье человека, необходимо проводить работу по отнесению видов отходов к классам опасности для здоровья человека расчетным или экспериментальными методами.

На основании Федерального закона от 04.05.2011 № 99-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности» деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, размещению отходов I - IV класса опасности (далее – деятельность по обращению с отходами) подлежит обязательному лицензированию.

Для получения лицензии на деятельность по обращению с отходами организуется работа по формированию пакета документации, указанного Постановлением Правительства от 26.08.2006 №524.

Общество 1 раз в год определяет в установленном порядке оптимальные способы обращения со всеми идентифицированными отходами.

Общество осуществляет отдельный сбор, сортировку, складирование, накопление образующихся и временно хранящихся отходов.

Места складирования, накопления отходов должны быть обустроены в соответствии с СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов», Правилами пожарной безопасности ППБ 01-03 и др.

Обезвреживание отходов должно осуществляться на специализированных установках, имеющие сертификаты соответствия и разрешенные к применению на территории РФ.

Общество может осуществлять транспортирование отходов в места их складирования, хранения, переработки и размещения собственными силами или силами подрядной организации.

Транспортирование отходов должна осуществляться способами, исключающими возможность их потери в процессе перевозки.

Учет в области обращения с отходами ведется на основании фактических измерений количества использованных, обезвреженных, переданных другим лицам или полученных от других лиц, размещенных отходов.

По мере накопления или хранения отходов, в соответствии с установленными лимитами на размещение, отходы на основании заключенных договоров, разовых срочных заявок или акта приема-передачи передаются специализированным организациям, имеющим лицензии на деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, размещению отходов I – IV классов опасности.



Общество должно обеспечить необходимый уровень профессиональной подготовки работников, занятых в сфере обращения с отходами, с целью выполнения требований в области санитарно-гигиенической безопасности.

Допуск работников к работам по обращению с отходами, прежде всего с опасными, осуществляется после прохождения им обучения и назначения приказом по Обществу.

В соответствии с природоохранным законодательством Общество обязано осуществлять производственный экологический контроль, в том числе производственный контроль в области обращения с отходами, включая контроль мест накопления и объектов размещения отходов, находящихся в собственности Общества.

Основными принципами производственного контроля являются, объективность, системность, комплексность.

Производственный контроль в области обращения с отходами должен быть направлен на выявление и регистрацию несоответствий требованиям законодательства Российской Федерации и требованиям, установленным самой Компанией в области обращения с отходами.

Согласно действующему природоохранному и санитарно-эпидемиологическому законодательству РФ Общество должно организовать и осуществлять мониторинг состояния окружающей среды в местах накопления и объектов размещения отходов.

Объектами мониторинга как системы наблюдения, оценки и прогнозирования степени негативного воздействия отходов на окружающую среду и уровня ее качества являются атмосферный воздух, поверхностные воды, подземные воды и почва, в зоне возможного влияния мест накопления отходов и объектов размещения отходов.

Для обеспечения деятельности предприятия в соответствии с требованиями экологической безопасности предлагается сформировать внутреннюю систему обращения с отходами производства и потребления, которая должна включать в себя:

- идентификацию образующихся отходов;
- определение и обоснование нормативов и количества образующихся отходов;
- установление и обоснование способов обращения с отходами;
- управление местами хранения и объектами размещения отходов;
- управление сбором, маркировкой и транспортированием отходов.

Список литературы

1. Безопасное обращение с отходами: сборник нормативно-методических документов, второе издание. – СПб, 1999. – 448 с.
2. Федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» с изменениями от 10.01. – 2003 г.
3. Оценка количеств образующихся отходов производства и потребления: методическая разработка. – СПб., 1997. – 27 с.
4. Гарин В.М., Хвостиков А.Г. Пути ликвидации твердых отходов // Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда и окружающей среды: Межвуз. сб. науч. тр. Вып.4 (междунар.) / Рост.-на-Дону гос. акад. с.-х. машиностроения. – Ростов-н/Д, 2000.
5. Кулагина Т.А, Матюшенко А.И, Комонов С.В, Писарева Е.Н, Козин О.А, Турутин Б.Ф. Управление промышленными и особо опасными отходами. Москва-Смоленск: Изд-во «Маджента», 2010. – 480с.



МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ГАЗОЧИСТКИ НА КРАСНОЯРСКОЙ ТЭЦ-1

Кириллова И.В.

научный руководитель канд. техн. наук Андруняк И.В.

Сибирский федеральный университет

Особое место в настоящее время занимает проблема охраны и защита окружающей среды от вредных выбросов. Одним из основных источников негативного воздействия на окружающую природную среду являются предприятия энергетического комплекса, выбросы которых оказывают негативное воздействие на атмосферный воздух.

Атмосфера, в свою очередь, оказывает интенсивное воздействие не только на человека и биоту, но и на гидросферу, почвенно-растительный покров, геологическую среду, сооружения и другие техногенные объекты. Поэтому охрана и защита окружающей среды является наиболее приоритетной проблемой экологии и ей необходимо уделять пристальное внимание.

По данным государственного доклада о состоянии и охраны окружающей среды в Красноярском крае, уровень загрязнения города Красноярска на протяжении пяти лет оценивается как «очень высокий», комплексный индекс загрязнения атмосферы по пяти приоритетным для города загрязняющим веществам, в том числе и взвешенными частицами составляет 17,5 (Рис. 1).

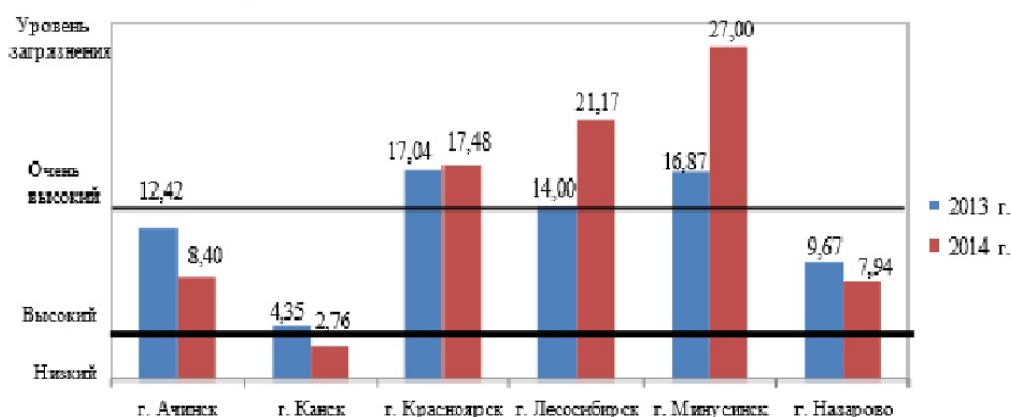


Рис.1 – Уровень загрязнения городов Красноярского края в 2013-2014 гг.

Одной из самых загрязненных считается промышленная зона города Красноярск, находящаяся под влиянием выбросов предприятия ОАО «Красноярская ТЭЦ-1», расположенная в Ленинском районе. Данная станция является наиболее мощной в краевом центре тепловой энергоцентрали. Она входит в десятку крупнейших предприятий Красноярского края, выбрасывающих в атмосферу около 93% его валовых загрязнений. Основное воздействие обусловлено выбросами из дымовых труб продуктов сгорания органического топлива, оказывающее негативное воздействие на окружающую природную среду не только Ленинского района, но и города Красноярска в целом.

Красноярская ТЭЦ-1 работает на твердом топливе, при сгорании которого образуются такие выбросы как твердые частицы, сернистый и сернистый ангидрид, оксиды азота и угарный газ. Одним из основных загрязнителей является пыль неорганическая (70-20%) SiO_2 .

По результатам расчета рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе, который производился по методике ОНД-86 (Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий), было выявлено, что выбросы загрязняющих веществ на санитарно-защитной зоне для пыли неорганической составляют 2,9 долей ПДК, на жилой застройке – 2,9 долей ПДК, на максимальном расстоянии – 3,0 долей ПДК. Валовые выбросы пыли неорганической составили 917,390 т/год.

Исходя из полученных данных расчета можно сделать вывод об износе технологического оборудования, поэтому целесообразно провести модернизацию газоочистного оборудования, что решит проблему превышения приземных концентраций пыли неорганической в атмосферном воздухе. На примере котла БКЗ-320 предложено установить газоочистное оборудование путем замены существующей системы очистки дымовых газов в первой ступени циклона НИИОГАЗ и во второй ступени БЦУ на электрофильтр ЭГВ 2-20-4-4-3.

Применение электрофильтров обусловлено их универсальностью и степенью очистки газов до 99,95% при достаточно низких энергетических затратах. Принципиальных ограничений степени очистки нет, поскольку эффективность может быть повышена путем увеличения продолжительности пребывания частиц в электрофильтре. Электрофильтры способны улавливать частицы размером от 0,01 мкм до десятков мкм, даже мельчайшие частицы субмикронного диапазона улавливаются эффективно, поскольку и на эти частицы действует достаточно большая сила.

Принцип очистки газов в электрофильтре универсален. В нем могут улавливаться твердые или жидкие частицы, так как все они способны иметь электрический заряд и, следовательно, должны осаждаться в электрическом поле.

Особенностями электрофильтра типа ЭГВ 2-20-4-4-3 являются умеренное потребление энергии и малое сопротивление потоку газа, гидравлическое сопротивление электрофильтра не превышает 100-150 Па.

Проведение реконструкции газоочистного оборудования котла БКЗ-320, приведет к сокращению выбросов пыли неорганической и, как в следствии этого, уменьшению платежей станции за выбросы загрязняющих веществ. Разработанные природоохранные мероприятия позволят улучшить экологическую ситуацию части Ленинского района и города Красноярска в целом.

Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2014 году», 2015. – 294 с.
2. Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты пылеочистки. Учебное пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. – 210 с.
3. Ветошкин, А. Г. Защита окружающей среды от энергетических воздействий: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Инженерная защита окружающей среды» направления подготовки «Защита окружающей среды» / А. Г. Ветошкин. – Москва: Высшая школа, 2010. – 382 с.
4. Егоренков, Л. И. Охрана окружающей среды: учебное пособие / Л. И. Егоренков. – Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. – 256 с.



ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ООО «ШИНОРЕМОНТНЫЙ ЗАВОД»

Колобова Т. А.

научный руководитель канд. техн. наук Андруняк И.В.

Сибирский федеральный университет

Проблемы охраны природы и рационального использования природных ресурсов в Российской Федерации отнесены к числу важнейших государственных задач. Одним из основных источников экологически негативного воздействия на окружающую природную среду являются предприятия энергетического комплекса.

Энергетические предприятия влияют на состояние окружающей среды отходами своего производства: загрязняют воздушный бассейн продуктами сгорания органического топлива, вызывают тепловое загрязнение атмосферы, загрязнение водных объектов сточными водами, оказывают электромагнитное влияние. При этом происходят значительные изменения в естественных экологических процессах и равновесие в их протекании.

Ситуация усугубляется тем, что в атмосферу попадают выбросы других промышленных предприятий, а также моторизованного транспорта и прочих источников загрязнения, связанного с деятельностью человека, в результате чего во многих крупных городах и промышленных центрах наблюдается превышение уровня 10 ПДК в разовых или суточных измерениях примесей (Рис. 1) [1]. В зоне действия предприятий теплоэнергетического комплекса образуется повышенный уровень загрязнения воздуха окислами азота, сажей, бенз(а)пиреном и другими веществами. Кроме воздушного бассейна и поверхностных вод в результате деятельности теплоэнергетических предприятий воздействию подвергаются и другие элементы биосферы.

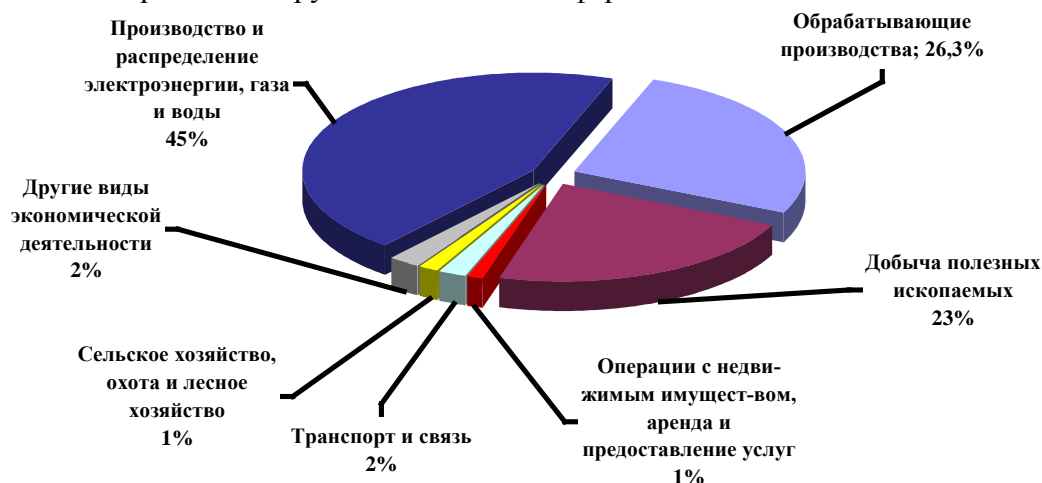


Рис.1 - Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу отраслей промышленности края (без учета Норильского промрайона) в 2014 г.

Котельный цех ООО «Шиноремонтный завод» является основным источником негативного воздействия на объекты окружающей среды в Железнодорожном районе города Красноярск. Основное воздействие обусловлено выбросами из дымовых труб газо-аэрозольных продуктов сгорания органического топлива в котлоагрегатах цеха. К неорганизованным источникам на промышленной площадке предприятия относят очаги выделения угольной пыли на топливоподаче: места пересыпки с конвейера на

конвейер, оборудование дробильных установок, загрузочные и разгрузочные щели бункеров и открытый склад угля, транспортные средства.

Котельная скомпонована на основе двухбарабанного водотрубного котла типа КЕ 6,5/14 номинальной паропроизводительностью 6,5 т/час. Каждый котел имеет камерную топку с пневмомеханическим забрасывателем и поворотной колосниковой решеткой. В топке происходит слоевое сжигание топлива, а именно бурого угля Ирша-Бородинского разреза. Ввиду того, что котельный агрегат предназначен для сжигания бурых углей и выработки насыщенного пара 250°С при температуре питательной воды 100°С, его избыточное давление равно 1,3 МПа. Расход топлива для 4 котлов равен 13440 т/год.

Расчет рассеивания вредных веществ в атмосферу, который производился по методике ОНД-86 (методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий) и с помощью программного комплекса «ЭРА», выявил превышение ПДК по пыли неорганической (табл. 1). В связи с этим необходима реконструкция газоочистного оборудования путем дополнения существующей системы очистки дымовых газов в циклонах второй ступенью очистки дымовых газов электрофильтрах марки УВВ-8.

Таблица 1 – Выбросы загрязняющих веществ до мероприятия

Источники выделения загрязняющих веществ	Кол-во котлов, шт	Источник загрязнения	Наименование ГОУ до мероприятий	Наименование вещества	Выбросы загрязняющих веществ до мероприятия			ПДК мг/м ³
					г/с	т/год	мг/м ³	
Котел КЕ 6,5/14 №1, №2	2	0001	Циклон БЦ 2-5 х (3+2)	Пыль неорганическая (70-20%) SiO ₂	1,2980	13,195	0,2040	0,3
Котел КЕ 6,5/14 №3, №4	2	0002	Циклон БЦ 2-5 х (3+2)	Пыль неорганическая (70-20%) SiO ₂	2,3670	25,396	0,2120	

Электрофильтры серии УВВ – унифицированные вертикальные пластинчатые сухие электрофильтры для улавливания из газов угольной пыли при температуре 120 °С. Применение электрофильтров обусловлено их универсальностью и высокой степенью очистки газов при сравнительно низких энергетических затратах; способны улавливать частицы любых размеров, в том числе субмикронные, при концентрации частиц в газе до 50 г/м³ и выше. Особенностью электрофильтров является очистка больших объемов газа. Преимущество применения электрофильтров состоит в том, что уловленные твердые частицы находятся в готовом состоянии, в отличие от мокрого газоочистного оборудования, где имеют место проблемы гидрозолоудаления и дальнейшей переработки золошлакового материала. Степень очистки такой установки может достигать 98-99%.

После предложенных мероприятий расчет показал, что запыленность воздуха снижается в 6,5 раз. Следовательно, электрофильтр УВВ-8 удовлетворяет требованиям очистки пылегазового потока.

Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2014 году», 2015. – 294 с.
2. Соколов, Б. А. Паровые и водогрейные котлы малой и средней мощности: учеб. пособие для высш. учеб. заведений / Б. А. Соколов. – 3-е изд., стер. – Москва: Издательский центр «Академия». 2011. – 128 с.

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ РИСКИ В ОХРАНЕ ТРУДА

Колот Д.В.

научный руководитель канд. техн. наук Колот В.В.

Сибирский федеральный университет

Почему все чаще в сфере охраны труда звучит словосочетание - оценка профессиональных рисков? В пожарной безопасности, да и в промышленной безопасности оценка риска уже достаточно давно и широко нашла свое место, а в системе управления охраной труда больше разговоров, за редким исключением (социальное страхование – актуарные расчеты [1, 2]), чем конкретного применения столь важного инструмента в обеспечении безопасности труда.

Очень важно для понимания сути оценки профессиональных рисков вспомнить термины и определения, наиболее часто применяемые при общении с профессиональными рисками [3 - 5].

риск - математическая концепция, отражающая ожидаемую тяжесть и/или частоту неблагоприятной реакции организма человека на данную экспозицию вредного фактора производственной среды (ВОЗ);

оценка риска - общий процесс проведения анализа и оценивания риска;

анализ риска - систематическое использование имеющейся информации для выявления опасностей и количественной оценки риска;

допустимый (приемлемый) риск - риск, который в данной ситуации считается приемлемым при существующих общественных ценностях;

остаточный риск - риск, остающийся после принятых защитных мер;

годовой профессиональный риск - уровень обобщенного профессионального риска, отнесенный к трудовому стажу;

обобщенный уровень риска - безразмерная величина, обратная обобщенному уровню безопасности, отражающая вероятность нанесения вреда здоровью трудящегося при данных фактически измеренных и оцененных факторах производственной среды на конкретном рабочем месте;

прогностический (априорный) профессиональный риск - прогнозируемый уровень профессионального риска нанесения вреда здоровью трудящегося;

ретроспективный (апостериорный) профессиональный риск - фактический имеющийся уровень профессионального риска нанесения вреда здоровью трудящегося;

опасность - источник или ситуация, которая потенциально может привести к ухудшению здоровья, нанесению ущерба собственности, повреждению окружающей среды рабочего места или сочетанию всего этого.

Традиционно управление охраной труда основывалось на детерминированной оценке опасности, то есть жесткой регламентации значений параметров опасных и вредных факторов, имеющих в рабочей зоне. Это огромное количество нормативных правовых актов (ФЗ, ГОСТы, нормы и правила, СанПиНы, ГН, ПОТы, СНиПы и т.д.), надзор за исполнением которых довольно трудно организовать и осуществить, учитывая возросшее в разы и порядки количество организаций и предприятий различных форм собственности.

Поэтому в настоящее время на первый план выходит актуальность реформирования всей системы управления охраной труда путем создания всеобъемлющей сквозной системы управления профессиональными рисками, которая охватит все рабочие места вне зависимости от размера и формы собственности предприятия или организации. Под этим понимается применение количественной оценки опасности, оценки вероятности происшествя несчастного случая. Эта оценка

более трудоемкая по сравнению с регламентированием опасных и вредных факторов, но при этом значительно объективнее.

Основной платформой реформируемой современной системы управления охраной труда, да и системой управления промышленной безопасностью является концепция приемлемого риска.

Эта концепция позволяет унифицировать технические основы управления безопасностью, который состоит в идентификации рисков (распознавании опасностей), анализе рисков (оценивания их величины), управления рисками (принятия мер по ликвидации или ограничению степени их воздействия и последствий).

Объектом изучения профессиональных рисков служит рабочее место, где проявляет себя рискованная ситуация. Например, на рабочем месте на работника могут воздействовать факторы риска химической, физической и биологической природы, а также факторы риска трудового процесса (тяжесть, интенсивность и монотонность труда).

По данным ВОЗ, свыше 100 тыс. химических веществ (зачастую называют цифры 500-600 тыс. химических веществ и более), 200 биологических веществ, около 50 физических факторов и 20 факторов трудового процесса, воздействуя на человека в многообразных сочетаниях и экспозициях, формируют различные по видам и уровню рискованные ситуации. Проявляются данные ситуации в зависимости от принимаемых мер защиты работников по-разному: уровень производственного травматизма, профессиональной и производственно обусловленной заболеваемости и тяжесть их последствий существенно варьируются [6, 7].

Столь значительное многообразие производственных факторов неизбежно предусматривает постепенный переход от реагирования на несчастные случаи с работниками к управлению процессами снижения рисков повреждения их здоровья, т.е. предупреждению несчастных случаев [8, 9].

Данную цель, как уже отмечалось, можно достичь построением системы управления профессиональными рисками на основе современных методов их выявления и оценки на уровне конкретных организаций и рабочих местах. Но при этом необходимо отметить три основные проблемы:

1. отсутствие в настоящее время нормальной статистической базы,
2. отсутствие соответствующего правового поля (нормативных документов),
3. отсутствие требуемых профессиональных компетенций в данном вопросе у специалистов сферы охраны труда, в том числе государственных надзоров.

Расчет рисков – это кажется легко и правильно, но чаще в теории, а не на практике. Оказалось, что уверенно и достоверно рассчитать риски на каждом рабочем месте и по каждому случаю не всегда представляется возможным. Те методы, которые применяются в пожарной и промышленной безопасности, как правило основываются на статистике отказов или произошедших авариях и инцидентах, либо на анализе дерева событий.

Узость и скудность статистической базы для оценки и управления профессиональными рисками заставляет вспомнить, что каждый смертельный несчастный случай венчает сотни и тысячи более незначительных событий. И при существующей системе профессиональных осмотров, разрыве причинно-следственной связи между условиями труда и возникновением нарушений состояния здоровья работников, которое раньше довольно объективно отражалось при наблюдении в специализированных медучреждениях, основная надежда возлагается на плановую диспансеризацию населения, разумеется и трудоспособного.

В связи с этим возникает необходимость, для того чтобы иметь надежный статистически измеримый показатель, вовлечь в оценку риска и его анализ все

травмы, включая микротравмы, все заболевания, а не только профессиональные, и даже инциденты.

Так же следует не забывать об очень важных инструментах, применяемых при оценке и управлении профессиональными рисками, таких как специальная оценка условий труда и производственный контроль, позволяющих объективно фиксировать существующие условия труда на рабочем месте.

Таким образом, при условии устранения выше перечисленных проблем, оценка и управление профессиональными рисками приведет работодателя к необходимости ориентироваться на предупреждение случаев производственного травматизма и профессиональных заболеваний, невольно заставит заниматься профилактикой любых связанных с работой случаев травматизма и заболеваемости, т.е. рассчитывать априорные риски и, тем самым уйти от ретроспективного профессионального риска, уйти от минимизации затрат на компенсацию вреда пострадавшим работникам.

Как можно заметить, государство понимая, что эффективность осуществления государственного контроля в связи с большим количеством субъектов хозяйственной деятельности и касающейся безопасности труда, довольно низкая, предлагает предпринимателям своеобразный механизм саморегуляции – механизм оценки рисков.

Главная цель этого предложения – перераспределение ответственности за нанесение вреда или причинение ущерба между государством и работодателями, у которых в ходе своей деятельности работники могут получить ущерб своему здоровью.

В настоящее время практическое применение оценки и управления профессиональными рисками реализуется в виде методик по оценке и анализу рисков, разработанных предприятиями, как правило, у которых существуют условия труда с неустраняемыми опасными и вредными производственными факторами, или в виде стандартов предприятий с теми же целями, а так же в виде руководств и гигиенических критериев [9, 10].

Список литературы

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. N 193-ФЗ.
2. Федеральный закон от 24 июля 1998 г. Г 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний».
3. ГОСТ Р 51898-2002 «Аспекты безопасности. Правила включения в стандарты».
4. ГОСТ Р 50897-2011 Менеджмент риска. Термины и определения.
5. OHSAS 18001:1999 «Системы управления безопасностью труда и охраной здоровья. Требования».
6. OHSAS 18002:2000 «Системы менеджмента профессиональной безопасности и здоровья. Руководство по применению».
7. Пашин Н.П. Система управления профессиональными рисками. Справочник инженера по охране труда. – Москва. 2008. – № 8. – С.5-8.
8. ГОСТ Р 12.0.230-2007 «Системы управления охраной труда. Общие требования».
9. Р 2.2.1766-03 Руководство по оценке риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии.
10. Гигиенические критерии оценки и классификации условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. Руководство Р 2.2.2006-05.



УПРАВЛЕНИЕ ОСОБО ОПАСНЫМИ ОТХОДАМИ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

Кормич А. И.

научный руководитель д-р техн. наук, проф. Кулагина Т.А.

Сибирский федеральный университет

Одной из наиболее важных проблем современного мира, является экологическое состояние окружающей среды и ее защита. Развитие ядерной энергетики, создание ядерного оружия, широкое внедрение ядерно-физических методов во все области науки и техники привели к образованию совершенного нового типа техногенных отходов – радиоактивных, которые, из-за содержания в них радионуклидов, нельзя безопасно ни уничтожить, ни захоронить. Хотя количество радиоактивных отходов по сравнению с другими техногенными отходами ничтожно мало (приблизительно 0,5% от всех промышленных отходов), их специфика требует разработки особых технологий обращения с ними и применения специальных методов обеспечения безопасности для человека и биосферы.

Опасные отходы – это отходы, которые содержат вредные вещества и обладают опасными свойствами (токсичностью, взрывоопасностью, пожароопасностью, высокой реакционной способностью), или содержат возбудителей инфекционных болезней, либо могут представлять непосредственную или потенциальную опасность для окружающей среды и здоровья человека самостоятельно или при вступлении в контакт с другими веществами [1].

Опасные отходы классифицируются исходя из степени и необратимости собственного воздействия на окружающую среду:

- чрезвычайно опасные. Это вещества, которые обладают очень высокой степенью опасности. Такие вещества способны вызвать необратимые нарушения в экологической системе, исключая любую возможность восстановления даже по истечении любого срока времени;

- высокоопасные. Это вещества, имеющие высокую степень опасности, способные вызывать серьезные нарушения в экологической системе, которые могут быть восстановлены только после полного устранения источника вредного воздействия и то по истечении 30 лет;

- умеренно опасные. Это вещества, которые обладают средней степенью опасности, способные вызывать сильные нарушения в экологической системе, период восстановления – не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника;

- малоопасные. Это вещества, имеющие низкую степень опасности для экологической системы. Воздействие их может нарушить экосистему, однако она сама сможет восстановиться но для этого потребуется не менее 3 лет;

- практически неопасные. Это вещества, которые можно назвать практически не опасными. Такие вещества практически не воздействуют на экологическую систему.

К особому виду отходов относятся отходы ядерно-топливного цикла. Они содержат большое количество радионуклидов (в том числе особо опасных), обладающих весьма разнообразными ядерно-физическими, радиационными и физико-химическими свойствами. Проблемой является то, что для каждого из них необходимо найти такой способ обращения, который гарантировал бы его безопасность для внешней среды на протяжении всего времени его существования [1].

Управление особо опасными отходами на территории Красноярского края осуществляется в соответствии с ФЗ № 190 «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

В соответствии со статьей 4 ФЗ №190 предусмотрена следующая классификация радиоактивных отходов (РАО):

1. Удаляемые радиоактивные отходы - радиоактивные отходы, для которых риски, связанные с радиационным воздействием, иные риски, а также затраты, связанные с извлечением таких радиоактивных отходов из пункта хранения радиоактивных отходов, последующим обращением с ними, в том числе захоронением, не превышают риски и затраты, связанные с захоронением таких радиоактивных отходов в месте их нахождения;

2. Особые радиоактивные отходы - радиоактивные отходы, для которых риски, связанные с радиационным воздействием, иные риски, а также затраты, связанные с извлечением таких радиоактивных отходов из пункта хранения радиоактивных отходов, последующим обращением с ними, в том числе захоронением, превышают риски и затраты, связанные с захоронением таких радиоактивных отходов в месте их нахождения [2].

По удельной активности твердые РАО, содержащие техногенные радионуклиды, за исключением отработавших закрытых радионуклидных источников, подразделяются на 4 категории приведенные в таблице 1.

Таблица 1 - Классификация твердых радиоактивных отходов

Категория ТРО	Удельная активность, кБк/кг			
	тритий	бета-излучающие радионуклиды (исключая тритий)	альфа-излучающие радионуклиды (исключая	трансурановые радионуклиды
Очень	до 10^7	до 10^3	до 10^2	до 10
Низкоактивные	от 10^7 до 10^8	от 10^3 до 10^4	от 10^2 до 10^3	от 10 до 10^2
Среднеактивные	от 10^8 до 10^{11}	от 10^4 до 10^7	от 10^3 до 10^6	от 10^2 до 10^5
Высокоактивные	более 10^{11}	более 10^7	более 10^6	более 10

Для предварительной сортировки твердых РАО рекомендуется использование критериев по уровню радиоактивного загрязнения (таблица 2) и по мощности амбиентного эквивалента дозы (МАЭД) гамма-излучения на расстоянии 0,1 м от поверхности при соблюдении условий измерения в соответствии с утвержденными методиками:

- очень низкоактивные РАО - от 0,001 мЗв/ч до 0,03 мЗв/ч;
- низкоактивные РАО - от 0,03 мЗв/ч до 0,3 мЗв/ч;
- среднеактивные РАО - от 0,3 мЗв/ч до 10 мЗв/ч;
- высокоактивные РАО - более 10 мЗв/ч [3].

ФГУП "Горно-химический комбинат" в городе Железногорске является организацией имеющей большой опыт работы с особо опасными радиоактивными отходами. Радиоактивные отходы образуются на предприятии регулярно в результате текущей эксплуатации и в результате вывода из эксплуатации объектов использования атомной энергии. В систему обращения с твердыми радиоактивными отходами (ТРО) на предприятии заложен основной руководящий принцип радиационной безопасности - локализация, удержание и изоляция от окружающей среды.

Безопасность при обращении с ТРО обеспечивается на основе применения системы физических барьеров на пути распространения ионизирующего излучения и радиоактивных веществ в окружающую среду. Система обращения с ТРО на

предприятия включает их сбор, сортировку, упаковку, транспортирование и временное хранение. Сортировка ТРО направлена на разделение ТРО различных категорий и материалов, загрязненных радионуклидами.

Таблица 2 - Классификация твердых РАО по уровню поверхностного радиоактивного загрязнения

Категория РАО	Уровень поверхностного радиоактивного загрязнения, част/(см ² -мин)	
	бета-излучающие радионуклиды	альфа-излучающие радионуклиды
Очень низкоактивные	от 500 до 10 ³	от 50 до 10 ²
Низкоактивные	от 10 ³ до 10 ⁴	от 10 ² до 10 ³
Среднеактивные	от 10 ⁴ до 10 ⁷	от 10 ³ до 10 ⁶
Высокоактивные	более 10 ⁷	более 10 ⁶

Сбор ТРО производится непосредственно в местах их образования отдельно от обычных отходов с учетом: категории отходов; агрегатного состояния (твердые, жидкие); физических и химических характеристик; природы (органические и неорганические); периода полураспада радионуклидов, находящихся в отходах (менее 15 суток, более 15 суток); взрыво- и огнеопасности; принятых методов переработки отходов.

На сегодняшний день место строительства первого пункта захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО) определено достаточно условно. Это Нижне-Канский массив в Красноярском крае на расстоянии 4,5 км от реки Енисей и 4 км. от территории Горно-химического комбината в Железногорске было выбрано место для строительства подземной исследовательской лаборатории в которой будут проводиться исследования поведения пород, их потенциального взаимодействия с РАО различных классов, а также поведения радионуклидов в системе инженерных и природных барьеров. Планируется, что исследования будут выполняться около пяти лет, после чего будет приниматься решение о том, насколько данный участок и предлагаемые технологии пригодны для строительства ПЗРО.

Если данный участок окажется непригодным, то в любом случае необходимо будет искать площадку для строительства глубинного ПЗРО, чтобы разместить в нем накопленные в России высокоактивные и среднеактивные долгоживущие РАО. По сегодняшним данным, в глубинном ПЗРО необходимо будет разместить 4,5 тыс. м³ радиоактивных отходов 1-го класса (высокоактивных тепловыделяющих) и 155 тыс. м³ радиоактивных отходов 2-го класса (высокоактивных нетепловыделяющих и среднеактивных долгоживущих) [4].

Список литературы

1. Управление промышленными и особоопасными отходами: монография / Т.А. Кулагина, А.И. Матюшенко, С.В. Комонов [и др.]. - Смоленск, 2010 - 480 с.
2. ФЗ № 190 Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации. Введ. 11.07.2011
3. СП 2.6.6.1168-02 Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами. - Введ. 01.01.2003. Москва: Минздрав России, 2003. - 89 с.
4. Никитин, А. Закон о РАО: промежуточные итоги / А. Никитин // Экология и право. - 2015. - № 1 (57). – С. 26-29.

ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ СНЕГА СЕВЕРНЫХ МЕГАПОЛИСОВ

Корниенко Б.В.

научный руководитель канд. техн. наук Кулагина Л.В.

Сибирский федеральный университет

Улучшение экологической ситуации регионов северных мегаполисов на современном этапе развития общества становится жизненно необходимым. Развитие крупного города, в особенности расположенного в северной области, неизбежно приводит к необходимости утилизации снега и борьбы с обледенением дорог. Борьба с обледенением осуществляется, в большинстве случаев, химическими методами, вследствие этого, в водные бассейны и на почвенные массивы региона мегаполиса поступают большие массы химических реагентов, которые загрязняют поверхностные и подземные воды и создают угрозу для растительного и животного миров и человека.

Правильный подход к проблеме защиты окружающей среды и обеспечение экологической чистоты водных систем крупного мегаполиса в настоящее время является актуальной задачей для всего мирового сообщества и, в особенности, для стран, расположенных в северных широтах земного шара.

Применение противогололедных реагентов в больших количествах и разнообразии поступающих с ними химических соединений приводит к значительным изменениям химического состава основных компонентов окружающей среды, что неизбежно ведет к изменению и деградации видового состава обитающих в них организмов. Применительно к городу Красноярск особенно опасным является загрязнение открытой водной системы реки Енисей.

При исследовании загрязненности снега в Московском регионе, кроме основного физико-химического состава определяется полный перечень тяжелых металлов, ароматических углеводородов, хлорированных углеводородов, нефтепродуктов. Среднее значения характерных загрязняющих веществ в убираемом с дорог снеге приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Средние значения характерных загрязняющих веществ в снеге

Вещества	Размерность	Показатели
Взвешенные вещества	мг/л	159–952
БПК ₅	мгО ₂ /л	4,46–10,37
Аммоний	мг/л	0,90–11,82
Хлориды	мг/л	2125–5980
Натрий	мг/л	2071–5894
Калий	мг/л	27,2–130,9
Железо	мг/л	0,870–2,759
Марганец	мг/л	0,214–0,906
Цинк	мг/л	0,037–0,119
Свинец	мг/л	24,7–45,73
Нефтепродукты	мг/л	3,12–57,20
СПАВ	мг/л	0,633–1,623

В процессе уборки дорог города в зимний период мы сталкиваемся с необходимостью вывоза больших объемов загрязненного снега. Красноярск расположен в зоне континентального климата с продолжительной холодной зимой,

поэтому объемы вывоза загрязненного снега измеряются миллионами кубических метров и возникает проблема утилизации этой снежной массы. При решении этой проблемы необходимо учитывать целый ряд факторов, как экономических, так и экологических, к которым относится стоимость перевозки снега и предотвращение воздействия загрязнений, имеющихся в снеге на окружающую среду.

Различные технологии утилизации загрязненного снега определяются способом его перевода в жидкое агрегатное состояние (таянием) - естественным на «сухих» снегосборных пунктах в весенний период или принудительным на снегоплавильных установках (снеготаялках) - за счёт использования энергии различных теплоносителей.

«Сухие» снегосвалки являются наиболее простым и экологичным методом снегоудаления, при этом они должны быть оборудованы сооружениями для сбора и очистки талой воды. «Сухие» снегосборные пункты на территории города должны быть размещены в промышленных зонах вблизи канализации и водосточных сетей. Также снегосборные пункты не должны располагаться в водоохраных зонах водных объектов города.

Снегосплавные пункты на коллекторах канализации оборудованы снабженной молотковыми дробилками камерой, для приема загрязненного снега. Молотковые дробилки обеспечивают механическую загрузку снега в снегоплавильную камеру, предварительно измельчая снежноледянную массу и содержащиеся в ней примеси. Измельченный снег смешанный со сточными водами попадает в очистные сооружения. На этой стадии происходит осаждение взвесей до 96%, после чего смесь сточной и талой воды сбрасывается в канализационные каналы.

Технология снегосплавных пунктов на сбросных водах ТЭЦ подобна технологии снегосплавных пунктов на канализации, но имеет ряд особенностей: необходимо чтобы степень очистки воды была более высокой, поскольку вода после снегосплавных пунктов сбрасывается в водоотводящую сеть или напрямую в водные объекты; вода ТЭЦ, применяемая для плавления снега является достаточно чистой и в отдельных случаях может быть использована для разбавления загрязнений талого снега в целях снижения концентрации до допустимого уровня.

Также известен способ плавления снега за счет использования дизельного топлива. Принцип действия таких снеготаялок основан на использовании погружных горелок, которые обеспечивают сгорание топлива и воздуха ниже уровня воды. Продукты сгорания смешиваясь с водой поступают вверх через специальную систему. Охлажденные в верхней части газы уходят в атмосферу, в то время как теплая вода, разбрызгиваясь по снегу способствует дальнейшему снеготаянию. В результате этого процесса происходит перемешивание и взбалтывание.

Сравнивая технические и экономические показатели методов и технологий утилизации снега, можно сказать, что наиболее эффективной переработкой убираемого с дорог снега на снегосплавных пунктах, расположенных на канализационных коллекторах. Данный способ требует меньших затрат и обеспечивает наименьшее негативное воздействие на водные объекты.

Возможно применение альтернативного способа утилизации снега, который основан на использовании мобильных снеготаялок на дизельном топливе, плавление снега осуществляется на месте образования, а талая вода сбрасывается в имеющиеся канализационные сети или водостоки. Этот способ позволяет исключить этап перевозки снега и использовать освободившиеся средства на приобретения топлива.



Список литературы

1. Систер В.Г. Корецкий В.Е. Инженерно-экологическая защита водной системы северного мегаполиса в зимний период: Учебное пособие по курсу «Инженерная защита окружающей среды» - Москва. 2004 – 159с.
2. Никитин А.В. «Снеготаялки» Издательство Министерства коммунального хозяйства РСФСР 1952 – 80с.



РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАЩЕНИЯ С ОПАСНЫМИ ОТХОДАМИ НА ПОЛИГОНЕ «СЕРЕБРИСТЫЙ» БАЗОВОЙ КАФЕДРЫ «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Крылышкин Р.Н.

научный руководитель д-р техн.наук, проф. Кулагина Т.А.

Сибирский федеральный университет

В 2010 году на предприятии ЗАО «Зеленый город» была открыта базовая кафедра «Техносферная безопасность» Сибирского федерального университета с целью привлечения студентов к активному участию в научно-исследовательской и производственной деятельности, что позволило поднять качество и уровень практической подготовки будущих специалистов.

Основными направлениями деятельности компании являются: сбор, транспортировка, размещение и обезвреживание отходов 1-3 классов опасности и оказание услуг по ликвидации ЧС, в том числе безопасное размещение пестицидов и агрохимикатов с истекшим сроком годности; безопасное размещение отходов, содержащих ПХБ (полихлорированные бифенилы); безопасное обращение с ртутьсодержащими отходами 1-го класса опасности; обезвреживание нефтесодержащих отходов; устранение последствий аварий, связанных с разливами нефтепродуктов и других химических веществ силами собственного аттестованного аварийно-спасательного формирования. За период с 2006 по 2015 гг. с целью последующего обезвреживания, было принято более 300 тонн ПХБ-содержащих отходов и 200 тонн пестицидов и ядохимикатов.

Для решения вопросов по устранению последствий экологического вреда, нанесенного в результате ранее проведенной и осуществляемой в настоящее время хозяйственной деятельности в Арктической зоне в июне 2015 началась подготовка к формированию цеха по уничтожению стойких органических загрязнителей, состоящего из: пункт приема и временного хранения отходов, для обезвреживания; зона приготовления и подачи реакционной смеси; реакторная зона; операторская;

Пункт приема и временного хранения отходов 1-3 класса опасности, представляет собой склад с широкими воротами, для возможного заезда автотранспорта и разгрузки отходов на бетонированном покрытии. Отходы 1 класса накапливаются в герметизированной таре (контейнеры, бочки). Отходы 2 класса в закрытой таре (закрытые ящики, полиэтиленовые мешки, металлические котейнера).



Зона приготовления и подачи реакционной смеси состоит из сборника конденсата, теплообменника, емкости хранения нейтрализующих реагентов (NaOH), емкости с трансформаторным маслом и эмульгатором для получения эмульсии. с последующей подачей приготовленной смеси в реакторную зону на установку СКГО 10-ЭЭТ.



В реакторной зоне располагается установка и происходит реакция гидротермального окисления-восстановления эмульсий уничтожаемых веществ в технологических реакторах, образуемая парогазовая смесь из верхней части реактора подается в теплообменник, в котором происходит конденсация воды, а газообразные продукты реакции удаляются в атмосферу.

Твердые отходы (взвесь солей и оксидов) выводятся в нижней части реактора в сборник. Тепловая энергия утилизируется в теплообменных аппаратах.

Установка может эксплуатироваться в двух режимах – периодическом и непрерывном. При этом она может работать с использованием одного реактора, а другой является резервным.

Управление установкой осуществляется из операторской в основном с использованием автоматизированной системы контроля и управления технологическими параметрами:

- продолжительность цикла – 15...90 секунд;
- производительность – до 10 т/сутки;
- степень обезвреживания органических веществ – не менее 99,9 %;
- рабочее давление в реакторе – 220 атм;
- рабочая температура в реакторе – 375 °С;
- габариты – не более 2×2,5×2,5 м.

Перечень допустимых отходов к обезвреживанию:

- отходы производства пестицидов и прочих агрохимикатов;
- отходы оборудования и прочей продукции, содержащей стойкие органические загрязнители;
- отходы масел гидравлических, содержащих галогены и потерявшие потребительские свойства;
- отходы конденсаторов, содержащих стойкие органические загрязнители;
- отходы галогенсодержащих растворителей на основе ароматических углеводородов;
- прочие отходы нефтепродуктов;
- смеси нефтепродуктов;
- отходы щелочей и их смесей и др.

Метод сверхкритического гидротермального окисления основан на уникальных свойствах воды при сверхкритических параметрах температуры и давлении. При температуре выше 375 °С и давлении более 220 атм вода переходит в сверхкритическое состояние, которое называется флюидом. При этих условиях вода приобретает особые свойства, отличные от свойств жидкой и газообразных фаз. Вода из полярной жидкости превращается в неполярную среду и способна растворять гидрофобные химические соединения. При обработке водных смесей органических и неорганических соединений, содержащих вредные вещества не менее 99% опасных соединений в исходной смеси (пхб, пестицы и т.д.) переходят в экологически безвредную воду, азот и диоксид углерода.

УТИЛИЗАЦИЯ ОРГАНОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Лазаренко А.А.

научный руководитель д-р. техн. наук Кулагина Т.А.

Сибирский федеральный университет

Проблема защиты окружающей среды – одна из важнейших задач современности. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоемы и недра на современном этапе развития науки и техники достигли таких размеров, что в ряде районов, особенно в крупных промышленных центрах, уровни загрязнений в несколько раз превышают допустимые санитарные нормы.

Проблема охраны окружающей среды является комплексной проблемой и имеет глобальный характер. Дальнейшее развитие человечества невозможно без комплексного учета социальных, экологических, технических, экономических, правовых и международных аспектов проблемы применительно не только к конкретному производственному циклу, но и в масштабах регионов, стран и всего мира.

В настоящее время не существует строгого определения органосодержащих отходов. Большинство специалистов определяют органосодержащие отходы как кислотные и щелочные жидкости; препараты фармацевтической отрасли; изделия, в составе которых содержится кадмий, бериллий, ртуть, свинец, сурьма; электролиты, остатки от катализаторов с содержанием хлорида или цианида меди, травильные жидкости, в составе которых присутствует медь; пестициды, гербициды и так далее.

Один из способов базируется в технологии смешивании продуктов органического синтеза и специальных микроорганизмов, которые разлагают такие вещества. Для их разложения используют бактериальный препарат, состоящий из консорциума микроорганизмов. Подобный препарат для разложения просроченных пестицидов создается путем культивирования на минеральной среде исходной культуры микроорганизмов. Этот метод предполагает использование специального биологического реактора.

Отходы пестицидов, которые могут быть обезврежены с помощью термического метода, как правило, обладают высокой токсичностью и имеют достаточно сложный химический состав. Поэтому в большинстве случаев переработка пестицидов в полезные продукты с экономической точки зрения нецелесообразна, а их удаление в отвалы становится причиной загрязнения окружающей среды.

Использование термического метода обезвреживания пестицидов позволяет получать почти нетоксичные продукты полного окисления в газообразном состоянии, которые выводятся в атмосферу, а также минеральную часть, которая впоследствии удаляется в отвалы или поступает на переработку.

В некоторых случаях, в зависимости от химического состава пестицидов, дым может содержать окислы азота, фосфора, серы, хлористый водород. Уничтожение пестицидов этого ряда происходит с применением специальных нейтрализаторов и ловителей токсичных компонентов. Если в составе какого-либо отхода обнаружены органические вещества, необходимо проведение теста на допустимую устойчивость к биологической деградации. Такой тест необходим, если нужно выбрать наименьший класс опасности. Чтобы правильно определить устойчивость конкретного отхода к

биологической деградации, следует определить способность отдельных компонентов его состава и всего вещества в целом разлагаться под действием микроорганизмов [1,2].

В различных странах принимаются меры для уменьшения отходов. Наибольшее внимание уделяется этому в странах ЕС. Наиболее безопасными и эффективными являются следующие мероприятия:

- создание безотходных технологий;
- изготовление изделий многократного использования;
- использование отремонтированных средств вместо покупки новых;
- конструирование изделий, требующих меньшее количества сырья;
- уменьшение количества отходов, поступающих для захоронения.

В странах Европы производится переработка почти 60 % отходов. Например, в Швеции захоронению подлежит всего 4 % отходов. Большая часть отходов в Швеции перерабатывается в электроэнергию. Эффективность программы такова, что Швеция импортирует 80 000 тонн мусора из других стран, которые за эту переработку платят Швеции деньги.

По экспертным оценкам, в странах бывшего СССР скопилось около 40 000 тонн неиспользованных пестицидов (*запрещенных к применению и (или) с просроченными сроками хранения*), примерно столько же, сколько химического оружия. Однако, если к проблеме химического оружия привлечено внимание не только российского общества, но и мирового сообщества, проблема ненужных запасов пестицидов (*по существу столь же опасных для людей*) остается без должного внимания [3].

В целях повышения экологической безопасности и ликвидации потенциального источника возникновения чрезвычайных экологических ситуаций в 2006 году ЗАО «Зелёный город» был введен в эксплуатацию уникальный объект регионального значения по безопасному размещению отходов 1-3 класса опасности, полигон «Серебристый».

В числе отходов, которые могут быть приняты на полигон, основное место занимают химические отходы, в том числе просроченные и запрещенные к применению пестициды.

Размещение отходов на полигоне производится по технологии, соответствующей требованиям «Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов».

Отходы поступают на захоронение в герметичных специальных металлических контейнерах. Не допускается складирование отходов разных химических групп, несовместимых между собой, в одном контейнере, т.е. которые при совместном захоронении могут образовывать более вредные и взрывопожароопасные вещества, а также, если при этом происходит газообразование.

Токсичные отходы загружаются в контейнер в индивидуальной упаковке (*бумажных мешках, полиэтиленовых и др.*). После проверки на полигоне целостности индивидуальной упаковки производится герметичное закрытие контейнера путем поочередного и симметричного стягивания болтов до обжатия резиновой прокладки. Для каждого вида отходов предусматривается отдельный склад. Емкость склада составляет 16 контейнеров, при установке контейнеров в 2 яруса. После полной загрузки отсека закрывается железобетонными плитами восстанавливается гидроизоляция и защитное асфальтовое покрытие отсека, согласно «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления» [4].

Важность проблемы, несмотря на достаточное количество путей решения, определяется увеличением уровня образования и накопления промышленных отходов. Неиспользованные отходы являются источником поступлением в биосферу тонн различных химических веществ, наносящих природной среде непоправимый вред.



Поэтому проблема размещения пестицидов и их утилизации с каждым днем становится все актуальнее. Строительство новых полигонов может решить одну из главных проблем.

Список литературы

1. Лукашов В.П., Янковский А.И. Переработка и обезвреживание промышленных и бытовых отходов с применением низкотемпературной плазмы. //Муниципальные и промышленные отходы: способы обезвреживания и вторичной переработки - аналитические обзоры. Новосибирск, 1995, серия Экология.

2. Наркевич И.П., Печковский В.В. Утилизация и ликвидация отходов технологии органических веществ. М.: Химия, 1984.

3. Утилизация опасных отходов [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://greenologia.ru/othody/utilizaciya-i-pererabotka/opasnix-othodov.html>

4. Полигон «Серебристый» [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.zgorod.ru/>



РИСКИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ШЛАМОХРАНИЛИЩА ОАО «РУСАЛ Ачинск»

Лунева Н. Ю.

научный руководитель проф., д-р техн. наук Кузнецов Г. И.

Сибирский федеральный университет

Глиноземный комбинат ОАО «РУСАЛ Ачинск» является крупнейшим предприятием России, осуществляющим комплексную переработку нефелиновой руды с получением глинозема и другой сопутствующей продукции, по величине валовых выбросов в атмосферу является предприятием I категории.

Шламохранилище ОАО «РУСАЛ Ачинск» расположено в Ачинском районе Красноярского края, в непосредственной близости от городской застройки г. Ачинска. В географическом отношении район шламохранилища относится к краевой части Западно-Сибирской низменности.

Целью работы является оценка влияния шламохранилища намывного типа высотой около 100 м на гидрогеологический режим в основании сооружения и на прилегающей местности методами натурных наблюдений и численного моделирования геофильтрационных процессов в системе основания-шламохранилища.

Рассмотрим возможные **риски** эксплуатации гидротехнических сооружений.

Таблица 1 – Факторы риска, виды аварий, последствия разрушения гидротехнических сооружений

Факторы риска (опасные явления)	Стихийные: экстремальный сток, ледовые явления, опасные метеорологические явления (бури, ураганы, ливни, снегопады, смерчи и т.д.), долговременные изменения климата, землетрясения, оползни, обвалы, снежные лавины и сели. Антропогенные: ошибки проектирования, несоблюдение строительных норм и правил эксплуатации сооружений, непрофессионализм, халатность обслуживающего персонала, военные действия, террористические акты.
Виды аварий	Сверхнормативный сброс воды. Перелив через гребень дамбы. Повреждение или размыв тела дамбы и сопряжений с основанием. Нарушение фильтрационной прочности гидросооружений. Нарушение устойчивости или чрезмерные перемещения сооружений. Неисправность, повреждение технологического оборудования.
Последствия	Формирование волн прорыва, затопление и подтопление местности в нижнем бьефе. Опорожнение шламохранилищ. Вытеснение воды из шламохранилищ при оползнях и обвалах, заполнение их наносами. Потери на фильтрацию через тело дамбы.
Сопутствующие процессы	Активизация геодинамических процессов: интенсивная эрозия в нижнем и верхнем бьефах, обрушение берегов соседних водотоков, деформация их русел и пойм. Возникновение «местных» очагов техногенной сейсмической активности. Залповое поступление загрязняющих веществ и наносов из

	разрушенных складов и хранилищ опасных токсичных веществ. Формирование застойных зон в мелководных отчленениях речных долин, возникновение экстремальных бактериологических ситуаций
Экологическая обстановка	Загрязнение поверхностных и подземных вод техногенными водами Нарушения жизни животных и растений на почвенном покрове

Одна из крупных экологических катастроф произошла на алюминиевом заводе в Венгрии г.Айка 2010г. на крупном заводе *Ajkai Timfoldgyar Zrt* В результате взрыва, на заводе была разрушена плотина, сдерживающая резервуар с ядовитыми отходами. Таким образом, произошла утечка 1,1 млн.м³ токсичного вещества – т.н. «красного шлама». Общее число пострадавших в результате разлива ядохимикатов превысило 140 человек.

Красный шлам - побочный продукт производства алюминия, опасный для окружающей среды и человека, - в его состав входит щелочь и тяжелые металлы.

Не менее катастрофические последствия для окружающей среды имела авария в 2000 году г.Бая-Маре Румыния золотодобывающая компания «Augul». При которой в р. Сомеш было сброшено 100 тыс. м³ высокотоксичного цианида из предприятия. Это привело к массовой гибели рыбы и отравлению источника снабжения питьевой водой свыше 2 млн. человек.

Шламохранилище АГК является высоконапорным гидротехническим сооружением, что обуславливает неизбежные фильтрационные потери и безусловное влияние на подземную гидросферу и поверхностные воды. Динамика фильтрации проток в процессе заполнения карт шламохранилища постоянно меняется за счет увеличения и перераспределения напоров, а также уплотнения и консолидации грунтов и шламов за счет возрастания статического давления.

Шламохранилище состоит из трех огражденных дамбами карт (рис.1). Карты №2 и №3 расположены в пределах пойменной террасы р. Чулым, карта №1, на I-ой надпойменной террасе, примыкая на юго-восточном участке ко II-ой надпойменной террасе.

Специфика состояния карты №1 определяется высоким напором фильтрующихся вод в период намыва шламов и отрывом депрессионной поверхности зоны насыщения от прудка-водоема в период орошения поверхности шламового материала, в ходе которого основное движение вод происходит в вертикальном направлении. Это обуславливает снижение гидродинамических воздействий внутри массива шламов. Естественно, что при этом снижается расход воды через дамбу и основание, и как следствие, снижается активность негативных процессов, таких как, высачивание на низовой откос ограждающей дамбы и подтопление основания дамб и прилегающей территории.

В настоящий момент карта №2 шламохранилища характеризуется наращиванием ограждающих дамб. В секцию карты №2 осуществляется сброс шламов из системы гидрошламоудаления всего предприятия. Предусматривается дальнейшее наращивание сооружения дамбами, выполняющимися из шламов, осушенных в пляжной зоне секции. Особенностью эксплуатации второй карты является существование экранирующего слоя в её основании и по борту внешнего откоса карты №1, служащего внутренним ограждающим элементом для карты №2.

Карта №3 данного сооружения профилируется для приема шламовой пульпы от основного производства глиноземного комбината. Для этого в настоящее время ведутся работы по устройству ложа будущего накопителя, создается непроницаемый экранирующий слой из полимерного материала (пленка), в дальнейшем планируется возвести ограждающие дамбы из осушенных шламовых материалов, после чего карту №3 планируется запустить в работу. Необходимо отметить, что внешние откосы карт №1 и №2, являющиеся также внутренними откосами карты №3, также будут

экранированы по той же технологии. Предусмотрена система отвода фильтрационных вод путем создания обводной дренажной канавы и экранированных внешних дамб.

На данный момент по внешнему контуру карт ведется строительство открытой дренажной канавы, которая позволит добиться понижения уровней в аллювиальном водоносном горизонте. В дальнейшем по результатам ввода эксплуатацию дренажной канавы, карты №3 и при установлении стационарного режима фильтрации в основании сооружения необходимо продолжить изучение гидрогеологического режима.

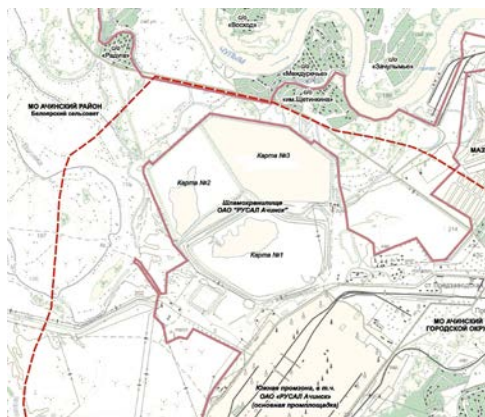


Рис.1 – План-схема размещения шламохранилища

Систематизация и анализ результатов инженерных изысканий, а также учет выполненных работ позволили выделить в теле сооружения характерные расчетные сечения, позволяющие достаточно достоверно обобщить получаемые результаты наблюдений и расчетов, следовательно в дальнейшем необходимо:

- провести численное моделирование геофильтрационных процессов для расчетных сечений предполагается выполнить в плоско-вертикальной постановке по известной схеме Дюпюи на основе метода конечных разностей;
- дать предварительную оценку на основании результатов возможности поступления фильтрующих вод в аллювиальный водоносный горизонт основание шламохранилища;
- провести прогностические расчеты объемов улавливаемой воды проектируемым внешним дренажом и объемы возможных утечек, позволяющие обоснованно подобрать технические решения по обустройству внешнего дренажа;
- подобрать конструкцию крепления низового откоса дамбы путем присыпки из материала с высоким коэффициентом фильтрации (щебень).

На основе прогнозных оценок гидрологических условий в ближней и дальней локализации шламохранилища порекомендовать возможное расширение системы с использованием водопонижающих скважин.

Список литературы

1. Кузнецов Г. И. Накопители промышленных отходов: учеб. Пособие / Г. И. Кузнецов, Н. В. Балацкая, Д. А. Озерский. – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – 180с.
2. Кузнецов Г. И. Основы природоохранной гидротехники: учеб. Пособие / Г. И. Кузнецов, Н. В. Балацкая, Ю. М. Гончаров. – Красноярск: ИПК СФУ, 2011. – 315 с.
3. Озерский Д. А., Балацкая Н. В., Кузнецов Г. И., Технический отчет «Оценка влияния воздействия шламохранилища на гидрогеологический режим в основании сооружения и на прилегающей местности». – Красноярск: ЗАО «МОНИТЭК», 2011. – 70 с.

СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ОКСИДОВ АЗОТА НА КРАСНОЯРСКОЙ ТЭЦ-2

Меркулова Д.А.

научный руководитель канд. техн. наук Андруняк И.В.

Сибирский федеральный университет

Источниками поступления оксидов азота в атмосферу Земли являются природные процессы и антропогенные выбросы. Количество оксидов азота, образующихся в результате антропогенных процессов значительно меньше (менее 10 %), однако они наиболее опасны, так как сосредоточены на территориях крупных городов.

Исследования состава атмосферного воздуха в районах расположения крупных ТЭС показывают, что большая часть в общем загрязнении воздуха приходится на долю оксидов азота [1].

Общее количество предприятий Красноярского края в отрасли производства и распределения электроэнергии, газа и воды составило в 2014 г. 182 единицы. Суммарный объем выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников предприятий составил 234,6 тыс. т, что по данным Красноярскстата на 3,6 тыс.т больше, чем в 2013 г. К числу основных источников антропогенного воздействия на атмосферный воздух среди предприятий топливно-энергетического комплекса края относится Филиал «Красноярская ТЭЦ-2» ОАО «Енисейская ТГК (ТГК-13)». Всего энергетическими предприятиями края в атмосферу выброшено 151,5 тыс. т, загрязняющих веществ, в числе которых 37,7 тыс. т. оксидов азота.

Оксиды азота – газообразные вещества: монооксид азота NO и диоксид азота NO_2 объединяются одной общей формулой NO_x . Оксиды азота образуются при всех процессах горения, причем большей частью в виде оксида. Оксид азота довольно быстро окисляется до диоксида, представляющего собой красно-белый газ с неприятным запахом, оказывающий негативное действие на слизистые оболочки человека.

Выбросы оксидов азота при сжигании органического топлива связаны с окислением азота воздуха в высокотемпературном газовом факеле. При сжигании угля определяющим является окисление азота топлива, выделяющегося в начальном участке факела при термическом разрушении связанного азота топлива. Особенностью образования топливных NO_x является наличие «конкурирующих» реакций: образующиеся при выходе летучих промежуточные радикалы (амины NH_i и цианиды CH_i) при избытке окислителей (O , OH) переходят в NO , а при недостатке, т.е. в среде, обогащенной топливом, образуют прочную молекулу N_2 .

Оксид азота может образовываться в зоне горения всех топлив по известным механизмам: 1) термическому, в результате диссоциации молекул на атомы и радикалы и последующего окисления молекул азота; исходит из значительной зависимости выхода NO от температуры; 2) «быстрому», действующему в начале зоны горения, в основу которого положены реакции с участием радикалов CH , CH_2 , определяет минимальный выход NO при горении топлива, слабо зависит от температуры и сильно от структуры молекулы топлива; 3) «топливному», зависящему от содержания азота в топливе и избытка воздуха в топочной камере.

Одной из важнейших задач теплоэнергетической промышленности в области защиты окружающей среды является снижение концентраций оксидов азота в дымовых газах электростанций. На предприятиях энергетического профиля ведутся различные работы, по уменьшению выбросов оксидов азота в атмосферный воздух. К одному из

основных способов сокращения концентраций окислов азота относится ступенчатое сжигание топлива.

На основании этого, предложена модернизация котла Е-500 на Филиале «Красноярская ТЭЦ-2» ОАО «Енисейская ТГК (ТГК-13)», предусматривающая внедрение двухступенчатого сжигания топлива. Использование такого метода на данном предприятии позволит сократить концентрации оксидов азота в уходящих дымовых газах, снизить загрязнение окружающей среды не только района расположения предприятия, но и города в целом, что положительно скажется на качестве воздуха и благоприятно отразится на здоровье людей (Табл. 1).

Снижение образования оксидов азота достигается путем уменьшения коэффициента избытка воздуха в зоне воспламенения топлива. Этот способ называется двухступенчатым или нестехиометрическим сжиганием топлива. Отрицательной стороной этого метода является возможность увеличения шлакования поверхностей нагрева и повышения потерь тепла с механическим недожогом.

Таблица 1 – Максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ до реализации мероприятия и после с учетом фонового загрязнения атмосферы

Загрязняющие вещества наименование	Максимальная приземная концентрация в долях ПДК					
	до мероприятий			после мероприятий		
	X_m	СЗЗ	ЖЗ	X_m	СЗЗ	ЖЗ
Азот (IV) оксид (Азота диоксид)	0,9143	0,8083	0,9142	0,7892	0,6825	0,7888
Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,2004	0,1916	0,2004	0,1281	0,1395	0,1284

Выводы: 1. Для котла Е-500 Красноярской ТЭЦ-2 разработаны технические решения по организации двухступенчатого сжигания углей Канско-Ачинского бассейна, включающие: ступенчатую подачу горячего воздуха в зону активного горения через боковые тангенциальные сопла третичного дутья на уровне горелок 2 и 3 ярусов; подачу воздуха в зону дожигания через специальные сопла верхнего третичного дутья.

2. Валовые выбросы после внедрения схемы двухступенчатого сжигания уменьшаются для диоксида азота с 3370,9230 т/г до 3664,0462 т/г, для оксида азота с 595,3106 т/г до 547,6863 т/г.

3. Предусмотренная реконструкция котла Е-500, на Филиале «Красноярская ТЭЦ-2» ОАО «Енисейская ТГК (ТГК-13)», позволит снизить техногенную нагрузку на окружающую среду от выбросов загрязняющих веществ, образующихся при сжигании твердого топлива. За счет этого снизится плата за загрязнение окружающей среды окислами азота, а величина предотвращенного экологического ущерба, по предварительным расчетам, составит 1430074,0 рублей.

Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2014 году», 2015. – 294 с.
2. Котлер, В.Р. Оксиды азота в дымовых газах котлов. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 144 с.
3. Дубровская, О. Г. Ресурсосберегающие технологии обезвреживания и утилизации отходов предприятий теплоэнергетического комплекса Красноярского края: монография / О. Г. Дубровская, Л. В. Приймак, И. В. Андруняк. – Сиб. федер. ун-т, Инж.-строит. ин-т. - Красноярск : СФУ, 2014. - 163 с.

БИОТОПЛИВО В ЭНЕРГЕТИКЕ**Молоков С.Е.****научный руководитель канд. физ.-мат. наук Истягина Е.Б.***Сибирский федеральный университет*

Переход на альтернативные виды топлива движется стремительно по всему миру. Ведь цены на невозобновляемые источники энергии растут, а их запасы уменьшаются. Для экономии энергетических ресурсов и решения экологических проблем необходимо внедрять производство твердого биотоплива. В настоящее время широкое распространение получило пеллетное биотопливо. Пеллеты – топливные гранулы, которые по своим характеристикам не уступают традиционному топливу, что обеспечивает довольно широкую область их применения. Наиболее распространенными являются древесные пеллеты. Они выглядят как маленькие цилиндры, диаметром 6 - 14 мм и длиной 0,5 см - 2 см. Сырьём для пеллет служат: опилки, стружка, горбыль, некачественная древесина, кора (лесопилки просто выбрасывают сырьё), а также отходы сельского хозяйства (солома, коistra льна и торф). Пеллеты экологически чистый материал, так как, в отличие от угольного топлива, выдают в атмосферу ровно столько CO₂, сколько впитало дерево во время роста. Зола, образующаяся при сжигании пеллетных гранул составляет, как правило, до 1% по массе, причем ее можно использовать как удобрение [1].

Всего в мире по статистике Faostat в 2013 году произведено около 21629 тыс. тонн топливных гранул, рост за год составил 9%. Интересно отметить, что производство древесных топливных гранул (пеллет) увеличилось более чем в 10 раз за последнее десятилетие, главным образом, благодаря увеличению спроса в секторе биотоплива в Европе. Так, например, по итогам 2002 году мировое производство древесных топливных гранул составило всего 2 миллиона тонн против 21,7 млн. тонн в 2013 году.

Низшая теплота сгорания составляет $Q_n^p = 20$ МДж/кг [2], что сопоставимо с низшей теплотой сгорания бурого угля 15 МДж/кг [3], каменного угля 32–37 МДж/кг и антрацита 34–36 МДж/кг. Поэтому пеллеты могут конкурировать с этими видами топлива.

В этой связи, производство биотоплива и переход котельных на пеллетное топливо является актуальным. Поэтому было принято решение разработать технологический процесс перевода котельной на альтернативное и экологически чистое пеллетное топливо.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- определение тепловой нагрузки на отопление и горячее теплоснабжение поселка;
- определение расхода топлива;
- расчет вспомогательного оборудования котельной;
- экономическое обоснование предлагаемой замены.

Исходными данными для расчета являются: количество жителей поселка – 15000 человек; вид системы теплоснабжения – закрытая; продолжительность отопительного периода – 235 суток; самая низкая температура за пять дней, $t_{н,о} = -40^{\circ}\text{C}$; средняя, самого холодного месяца, $t_{н,о} = -40^{\circ}\text{C}$; средняя, за отопительный период, $t_{н,о} = -40^{\circ}\text{C}$; температура начала отопительного сезона, $t_{н,о} = +8^{\circ}\text{C}$;

На котельной работают три котла КВ-ТС-10 теплопроизводительностью 11,63 МВт, предназначены для получения горячей воды, расходуемой, главным образом на теплофикационные нужды.

Котел КВ-ТС (котел твердотопливный водогрейный, слоевой) предназначен для сжигания твердого топлива в слое за исключением высокозольных, высоковлажных бурых углей, отходов углеобогащения и углей с теплотой сгорания $Q_H < 12722$ КДж/кг, а также сланцев, торфа и других видов твердого топлива с содержанием серы $S_{кр} > 0.2 \cdot 10^{-3}\%$ кг/ккал.

Расход тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение определяется по всем категориям зданий отдельно, и затем находится суммарная тепловая нагрузка по каждому параметру [4], все значения сведены в табл. 2.

Таблица 1 – Расход тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение

Тип здания	Объем здания по наружному обмеру V_n , м ³	Число потребителей горячей воды n , чел:	Расход тепла на отопление Q_0 , МВт	Расход тепла на вентиляцию Q_v , МВт	Расход тепла на горячее водоснабжение $Q_{ГВС}$, МВт
Жилые дома	714450	15000	13.81	0	8.73
Адм. здания	10500	75	0.277	0.046	0.021
Гостиницы	7500	75	0.204	0	0.44
Кинотеатры	11250	750	0.274	0.143	0.218
Столовая	15000	750	0.366	0.571	0.034
Дет.сад	18750	750	0.474	0.114	0.218
Ясли	7500	375	0.211	0.049	0.054
Школы	45000	3000	1.103	0.183	0.611
Больницы	9000	75	0.241	0.149	0.036
Бани	6750	150	0.156	0.454	0.052

Определим суммарный расход тепла на поселок, тепловую нагрузку, расход тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение по методике [4].

Расчет расхода топлива, объема теоретического количества воздуха и продуктов сгорания, при сжигании бурого угля по методике [5].

Исходные данные

Топливо: Ирша-Бородинский уголь;

Состав топлива:

$W_p = 33\%$; $A_p = 6,0\%$; $S_k = 0,2\%$; $S_{op} = 0,2\%$; $C_p = 43,7\%$; $H_p = 3\%$; $N_p = 4,6\%$;
 $O_p = 13,5$;

Определяем массовый выброс летучей золы, количество оксидов серы в пересчете на SO_2 , количество окислов азота, выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами котельных установок.

Таблица 2 – Выбросы вредных веществ для одного котельного агрегата

Вид выбросов	Единицы измерения, г/с
Массовый выброс летучей золы	0,084
Количество оксидов серы в пересчете на SO ₂	0,072
Количество оксидов азота в пересчете на NO ₂	$2,9 \cdot 10^{-7}$

Расчет расхода топлива, объема теоретического количества воздуха и продуктов сгорания, при сжигании пеллет.

Исходные данные: топливо пеллеты;

Состав топлива:

W_p = 10%; A_p = 0,8%; S_{op} = 0,03%; C_p = 46 %; H_p = 5,27%; N_p = 0,6%; O_p = 37,3

Низшая теплота сгорания: Q_н = 20 МДж/кг.

Расчет аналогично углю. Данные по количеству выбросов вредных веществ приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Выбросы вредных веществ для одного котельного агрегата (пеллет)

Вид выбросов	Единицы измерения, г/с
Массовый выброс летучей золы	0,0007
Количество оксидов серы в пересчете на SO ₂	0,0009
Количество оксидов азота в пересчете на NO ₂	$2,9 \cdot 10^{-7}$

Экономический эффект рассчитан по методике [6]. Результаты приведены в табл. 4.

Таблица 4 – Экономический расчет предлагаемой реконструкции

Наименование величины	Уголь, млн.руб/год	Пеллеты, млн.руб/год	Разница, млн.руб/год
Плата за топливо, млн.руб/год	29,0	30,2	Повышение на 1,2
Плата за выбросы, млн.руб/год	0,088	0,078	Снижение на 0,01
Плата за э/э,(собственные нужды) млн.руб/год	6,77	5,41	Снижение на 1,36
Предотвращенный экологический ущерб, млн.руб/год	-	0,22	Снижение на 0,22

Заключение

По результатам расчета видно, что при переходе с бурого угля на альтернативный вид топлива (пеллеты), произошло снижение выбросов золы в 120 раз, оксида серы в 80 раза, оксида азота, без изменений, что уберегает окружающую среду. Экономия топлива составит 0,49 г/с для одного котлоагрегата, следовательно, природные ресурсы сохраняются. Расчет экономической эффективности применения альтернативного топлива показал снижение платы за выбросы вредных веществ. Еще

одним значительным плюсом именно пеллетного топлива является удобство в «эксплуатации». Все вышеперечисленные факты позволяют сделать прогнозы, что популярность и распространение пеллет еще не достигли своего пика. Будущее топливного рынка – за биотопливом, и пеллетами в частности. Выгодно использовать пеллеты в западной части России, которая удалена от угольных разрезов.

Список литературы

1. Обзор рынка биотоплива: пеллеты [электронный ресурс] URL: <http://eubp.ru/news-obzor-rynka-biotopliva-pellety-2.html> (дата обращения: 10.10.2015).
2. Твердое топливо и его классификация [электронный ресурс] URL: <http://kotelnoe-oborudovanie.kz/solid-fuel-classification.html> (дата обращения: 10.10.2015).
3. Расчетные характеристики топлив [электронный ресурс] URL: <http://xn--80aaeisrudafe3a9e.xn--p1ai/calculated-characteristics-fuels.html> (дата обращения: 10.10.2015).
4. Бойко Е.А. Котельные установки и парогенераторы (тепловой расчет парового котла): Учебное пособие / Е.А. Бойко, И.С. Деринг, Т.И. Охорзина. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005. 96 с.
5. Указание по расчету рассеивания в атмосфере вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий.- М: Энергия, 1976-144с.
6. Техничко-экономические показатели проектируемой котельной. Методические указания - Красноярск 1997.



ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТЫ УСТАНОВКИ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ И ПРЕССОВАНИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Попякова Н.П.

научные руководители д-р техн. наук Скуратов А.П., Потапенко А.С.

Сибирский федеральный университет

Промышленная безопасность, охрана труда и экология составляют приоритетную стратегию в металлургии и машиностроении, где используется высокотемпературное энерготехнологическое оборудование. В частности, к такому оборудованию относится установка, реализующая новый инновационный процесс непрерывного литья и прессования цветных металлов [1].

Результаты опытных и расчетных исследований работы установки показали, что в процессе трения о стенки кристаллизатора и пластической деформации металла выделяется большое количество теплоты и стальная матрица, в которой происходит процесс прессования алюминиевого сплава, раскаляется до температуры 660 °С [2].

Нагревающиеся в процессе работы элементы установки непрерывного литья-прессования является источником теплового (инфракрасного) излучения длиной волны λ от 0,76 до 1000 мкм. Инфракрасное излучение, как одна из составляющих микроклимата, является одним из основных неблагоприятных факторов производственной среды, которое может оказать негативное влияние на здоровье работников цеха. Наибольшую опасность инфракрасные лучи оказывают на глаза, так как могут вызвать ряд патологических изменений: конъюнктивит, помутнение хрусталика глаза. Длительное воздействие (10–20 лет) на глаза инфракрасного излучения длиной волны менее 2,5 мкм может вызвать поражение хрусталика – инфракрасную (тепловую) катаракту – вследствие того, что лучи свободно проходят через роговую и радужную оболочки, не повреждая их, и в значительной степени адсорбируются хрусталиком, что приводит к его перегреву.

Известно, что тела с температурой выше 100 °С, являются источником инфракрасного излучения, диапазон которого состоит из трех областей: коротковолновой ($\lambda = 0,74–2,5$ мкм), средневолновой ($\lambda = 2,5–50$ мкм) и длинноволновой ($\lambda = 50–1000$ мкм). Чем выше температура рабочего тела, тем короче длина волны и глубже может проникать в ткани организма инфракрасное излучение. С уменьшением температуры нагретого тела увеличивается длина волны инфракрасного излучения и соответственно уменьшается проникающая способность его вредного воздействия на человека.

К мерам по профилактике неблагоприятного влияния инфракрасного излучения на работников относятся: внедрение современных механизированных процессов, автоматизации и дистанционного управления; использование отражающих (поглощающих) экранов и средств индивидуальной защиты; применение воздушного душирования рабочих мест; оборудование специальных мест для отдыха; перерывы при выполнении работ с повышенной интенсивностью теплового излучения и др. [3].

Для снижения воздействия вредных факторов и достижения термостабильной работы установки непрерывного литья и прессования предложено организовать принудительный отвод теплоты от матрицы [2]. В одном из вариантов системы охлаждения матрица конструируется с внутренними горизонтальными каналами, через которые под давлением подается охлаждающий агент. Расчеты показали, что водяное

охлаждение снижает температуру нижней поверхности матрицы, контактирующей с обрабатываемым металлом, на 506 °С (от 660 до 154 °С).

На основе законов Планка и Вина проведен сравнительный анализ интенсивности инфракрасного излучения от матрицы существующей конструкции и оборудованной принудительной системой охлаждения (рисунки 1 и 2).

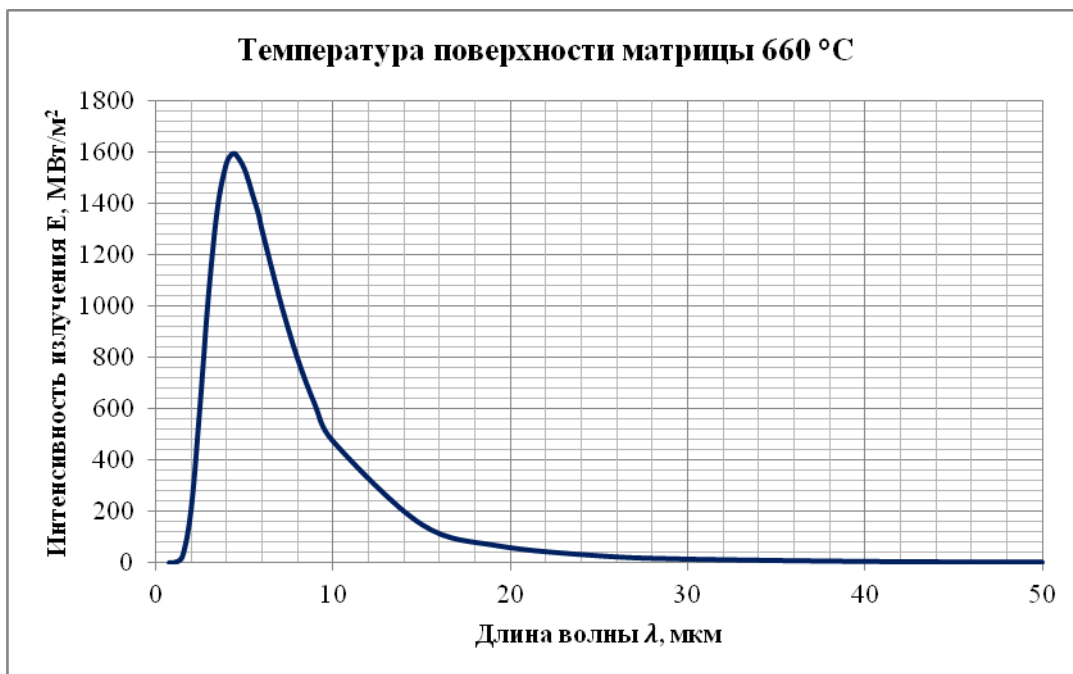


Рис.1 – Распределение интенсивности излучения на инфракрасном участке спектра в варианте без охлаждения матрицы



Рис.2 – Распределение интенсивности излучения на инфракрасном участке спектра в варианте с охлаждением матрицы

Как видно, при достижении температуры поверхности матрицы 660 °С, максимальная интенсивность инфракрасного излучения соответствует $\lambda_{max} = 4,6$ мкм и составляет 1593 МВт/м². При наличии же системы охлаждения температура поверхности матрицы составляет 154 °С, а максимальная интенсивность излучения соответствует $\lambda_{max} = 19,3$ мкм и снижается до 1,0 МВт/м². В области наиболее опасного диапазона коротких длин волн ($\lambda = 0,76$ мкм) интенсивность инфракрасного излучения составляет при температуре 660 и 154 °С соответственно 492 и 1,88 МВт/м², т. е. многократно снижается и практически не оказывает негативное воздействие на организм человека.

Список литературы

1. Пат. 102550 Российская Федерация, МКП В 21 С 23/08. Установка для непрерывного литья, прокатки и прессования металла / С.В. Беляев, С.Б. Сидельников, Ю.В. Горохов [и др.]; опубл. 10.03.2011, Бюл. № 7.
2. Скуратов, А.П. Расчетное исследование теплового режима установки совмещенного литья и прессования цветных металлов /А.П. Скуратов, Ю.В. Горохов, А.С. Потапенко // Сборник тезисов докладов шестого международного конгресса цветные металлы и минералы, 2014. – С. 336.
3. Оценка условий труда литейщиков по инфракрасному (тепловому) излучению / А.М. Лазаренков, С.А. Хорева // Литье и металлургия, 2010. - №3(57) – С. 144 – 147.



БЕЗОПАСНОСТЬ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Попков В.А.

научный руководитель д-р техн. наук Кулагина Т.А.

Сибирский федеральный университет

Наиболее широко используемым в настоящее время процессом отверждения жидких радиоактивных отходов (ЖРО) низкого и среднего уровней активности является включение их в неорганические вяжущие (процесс цементирования).

Образующийся при цементировании продукт обладает целым рядом достоинств: высокой механической прочностью, является не горючим, радиационно и химически устойчив. Высокая плотность цементных материалов способствует уменьшению внешнего излучения.

В рамках исследований специалистами ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» и Радиохимического завода ФГУП «Горно-химический комбинат» (г. Железногорск) проводили работы по обработке радиоактивной пульпы ультразвуком, с целью изменения гранулометрического состава, и ее отверждение в виде цементного компаунда с использованием воды из ППВ (техническая) и после кавитационного воздействия.

Снижение размерности частиц РАО позволяет достигнуть более равномерного распределения в структуре компаунда. На стадии смешения цементного раствора мелкие частицы РАО, обладающие более низкой скоростью седиментации, не успевают осесть под действием силы тяжести и сконцентрироваться в придонной зоне. Ультразвуковой Диспергатор УЗД1-0,063/22 предназначен для создания в жидкостях интенсивной кавитирующей зоны и состоит из ультразвукового генератора, выполняющего роль источника питания и ультразвукового пьезокерамического преобразователя, преобразующего электрическую энергию генератора в энергию механических ультразвуковых колебаний рабочего инструмента.

В соответствии с программой проведения экспериментальных работ по выбору состава цементного компаунда и технологических режимов цементирования для приготовления цементного компаунда использовали:

- портландцемент марки ЦЕМ I 42,5Б, ГОСТ 31108-2003 (по прежней классификации ПЦ 500-Д0), ОАО «Мордовцемент»;
- сорбционная добавка - молотый клиноптилолит Холинского месторождения ТУ 2163-002-12763074 следующего фракционного состава (% по массе): более 1 мм _ 2,55; до 0,5 мм _ 13,74; до 0,25 мм _ 12,20; до 0,125 мм _ 34,19; до 0,1 мм _ 15,23; до 0,05 мм _ 20,03; менее 0,05 мм _ 2,06;
- вода из ППВ (техническая) и вода после кавитационного воздействия (табл. 1);
- нерастворимые остатки гидроксидной пульпы.

Таблица 1 - Характеристика используемой воды

Образец воды	Значение показателя	
	рН	солесодержание, мг/л
Вода из ППВ	7,5	310
Обр. № 1	7,8	3,01
Обр. № 2	7,7	2,64
Обр. № 4	7,6	0,65

Обработка воды (образцы 1, 2) проводилась в гидродинамическом кавитационном реакторе. Образец №1 – дистиллированная вода, скорость вращения ротора 10 тыс.

об/мин., время обработки 5 мин. Образец №2 – дистиллированная вода, скорость вращения ротора 10 тыс. об/мин., время обработки 3 мин. Образец №4 – дистиллированная вода.

Образец цементного компаунда после его приготовления заливали в цилиндр, установленный на ровную горизонтальную поверхность в центре стекла, поверхность раствора выравнивали с краями цилиндра. Потом резким движением поднимали цилиндр снизу вверх; при этом цементный компаунд разливался на стекле в лепешку. Растекаемость определяли с помощью линейки, как среднее арифметическое двух измерений. Регламентированная растекаемость изолирующего материала – 190 ч 200 мм.

Механическую прочность образцов определяли по отраслевой инструкции «Цементные компаунды на основе радиоактивных отходов. Определение предела прочности на сжатие на испытательной машине марки TESTING ОИ 001.725-2011». Измерение предела прочности цементных компаундов основано на определении максимальной нагрузки, которую образец выдерживает, не разрушаясь.

Таблица 2 – Исходная механическая прочность цементных компаундов

Показатель		Механическая прочность компаунда через 28 суток, МПа							
В/Ц	В/В	С пром. водой		С водой обр. № 1		С водой обр. № 2		С водой обр. № 4	
0.5	0.41	36,0	32,5	27,4	27,7	39,2	45,2	52,2	43,0
		Средн. 34,2		Средн. 27,5		Средн. 42,2		Средн. 47,6	

Примечание: В/Ц – отношение массы воды в компаунде к массе цемента, использованного на приготовление компаунда; В/В – отношение массы воды в компаунде к массе вяжущих компонентов компаунда (в данном случае «цемент+клиноптилолит»).

Испытания на морозостойкость проводили по отраслевой инструкции «Цементные компаунды. Определение морозостойкости. Методика проведения испытаний ОИ 001.730-2011» (ГОСТ 10060-2012).

Таблица 3 – Результаты испытаний образца цементного компаунда

№	Механическая прочность, МПа	Среднее значение, МПа	Морозостойкость, МПа	Среднее значение, МПа	Изменение механической прочности после морозостойкости, %
1-1	36,0	34,2	32,8	29,8	-12,9
1-2	32,5		26,8		
2-1	27,4	27,5	21,3	21,6	-21,5
2-2	27,7		22,0		
3-1	39,2	42,2	50,7	42,4	0,5
3-2	45,2		34,1		
4-1	52,2	47,6	52,9	48,4	1,7
4-2	43,0		44,0		

Одним из основных факторов, определяющих надежность длительного хранения и захоронения радиоактивных отходов, является скорость выщелачивания радионуклидов. Согласно ГОСТ Р 51883-2002 скорость выщелачивания радионуклидов (цезия-137 и стронция-90) из цементной матрицы не должна превышать $1 \cdot 10^{-3}$ г/(см²·сут.).

Таблица 4 – Скорость выщелачивания цезия-137

№ образца	Удельная активность компаунда, Бк/г	Скорость выщелачивания цезия-137, г/(см ² ·сутки)							
		1 сутки	3 суток	7 суток	10 суток	14 суток	21 суток	28 суток	56 суток
1-1	5850	1,03E-2	2,47E-3	2,93E-4	2,00E-4	1,88E-4	1,26E-4	9,46E-5	4,89E-5
1-2	980	9,4E-2	2,78E-2	3,04E-4	2,17E-4	1,55E-4	1,33E-4	9,01E-5	5,67E-5
2-1	1840	6,12E-2	1,51E-2	2,01E-3	1,13E-3	8,08E-4	5,77E-4	4,95E-4	2,52E-4
2-2	3840	6,69E-2	3,29E-2	1,87E-3	1,16E-3	8,47E-4	5,83E-4	5,09E-4	2,34E-4
3-1	2050	5,07E-2	2,82E-2	1,83E-3	1,45E-3	7,03E-4	6,18E-4	5,23E-4	2,55E-4
3-2	3150	7,95E-2	4,36E-2	2,16E-3	1,67E-3	7,31E-4	6,62E-4	5,18E-4	2,71E-4
4-1	3680	7,34E-2	3,78E-2	2,86E-3	1,91E-3	1,81E-3	7,97E-4	6,96E-4	3,20E-4
4-2	1400	1,22E-1	6,07E-2	3,45E-3	2,13E-3	1,74E-3	8,41E-4	7,19E-4	3,57E-4

СНИЖЕНИЕ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРУ ОТ КИРПИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ФКУ ИК-16 ГУФСИН РОССИИ ПО КРАСНОЯРСКОМУ КРАЮ

Попкова Д.В.

научный руководитель канд. техн. наук Андруняк И.В.

Сибирский федеральный университет

Охрана атмосферного воздуха – одна из наиболее актуальных проблем современности. Ежедневные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу приводят к ухудшению экологической обстановки России в целом и Красноярского края в частности. В атмосферу выбрасываются такие загрязняющие вещества как оксиды и диоксиды азота, сернистый ангидрид, бенз(а)пирен, сажа, оксиды углерода, предельные углеводороды, кислоты, различные виды пыли и многие другие вещества. Актуальным для современной экологической политики в промышленности является сокращение количества выбросов вредных веществ, а в некоторых случаях невозможность образования этих веществ на стадии технологического процесса, так как многие из них, воздействуя на организм человека, вызывают различные заболевания.

По данным государственного доклада в Красноярском крае в 2014 г. суммарные выбросы от стационарных источников в целом по краю составили 2355,8 тыс. т (в 2013 г. по уточненным данным Красноярска – 2497,3 тыс. т), без учета Норильского промрайона (1841,3 тыс. т) – 514,5 тыс. т (в 2013 г. по уточненным данным Красноярска – 571,4 тыс. т). На территории Красноярского края на 2014 г. насчитывается 1029 предприятий, имеющих 23687 стационарных источников выбросов вредных веществ. Не все из этих предприятий обладают необходимой степенью очистки отработанных газов от загрязняющих веществ. На некоторых из них система очистки газов вовсе отсутствует. Поэтому целью является уменьшение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, что приведет к постепенному улучшению качества воздушного пространства. Этого можно достичь снижением количества выбрасываемых вредных веществ от каждого стационарного источника.

Одним из предприятий-загрязнителей в Красноярском крае является кирпичный завод Федерального казенного учреждения «Исправительной колонии №16 ГУФСИН России по Красноярскому краю», находящегося в Уярском районе в п. Громадск. Кирпичный завод имеет три стационарных источника загрязнения атмосферы – это трубы сушильных и туннельной печей. Отработанные газы из данных труб поступают в окружающую среду без очистки. С помощью методики ОНД – 86 была произведена оценка количества выбросов семи загрязняющих веществ, результаты которой представлены в таблице 1.

В результате проверки условия $C_i + C_{\phi i} / ПДК_{\text{мр}} \leq 1$ выявлены превышения по трем веществам: сажа, бенз(а)пирен и пыль неорганическая: 70-20 % двуокиси кремния (шамот, цемент, пыль цементного производства – глина, глинистый сланец, доменный шлак, песок, клинкер, зола, кремнезем и др.).

Расстояние, на котором наблюдается максимальная приземная концентрация, для сушильной печи №1 – 212 м для газообразных веществ и 106 м для твердых частиц, для сушильной печи №2 – соответственно 259 м и 129 м, для туннельной печи – соответственно 126 м и 63 м. Жилая зона расположена на расстоянии 260 м от предприятия.

Таблица 1 – Максимальная приземная концентрация загрязняющих веществ от всех источников выделения, мг/м³

Наименование загрязняющего вещества	Сушильная печь №1	Сушильная печь №2	Туннельная печь
Азота диоксид	0,001608	0,026931	0,034066
Азота оксид	0,000245	0,004344	0,005591
Сажа	0,008259	0,145949	0,135217
Ангидрид сернистый	0,002481	0,043872	0,040705
Углерод оксид	0,029655	0,524721	0,485837
Бенз(а)пирен	$0,182 \cdot 10^{-7}$	$3,384 \cdot 10^{-7}$	$0,327 \cdot 10^{-6}$
Пыль неорганическая: 70-20 % двуокси кремния (шамот, цемент, пыль цементного производства – глина, глинистый сланец, доменный шлак, песок, клинкер, зола, кремнезем и др.)	0,027965	0,496487	0,458584

Наиболее целесообразными предложениями по сокращению выбросов от стационарных источников являются:

1. Снижение организованных выбросов пыли неорганической: 70-20 % двуокси кремния осуществимо путем применения совокупности следующих технологических решений:

- использование рукавных фильтров в технологических операциях, сопровождаемых большим пылеобразованием;
- периодическая очистка сушил, предотвращение накопления в них пыли и проведение соответствующего обслуживания;
- снижение выбросов пыли с дымовыми газами при обжиге путем использования малозольного топлива (природного, сжиженного и сжатого газа, легкого мазута) и снижения образования пыли при садке заготовок в печь.

2. Снижение бенз(а)пирена:

- основным способом снижения выбросов бенз(а)пирена в атмосферу может быть повышение эффективности улавливания летучей золы в золоуловителях, особенно ее мелкодисперсных фракций, на которых наиболее активно сорбируется бенз(а)пирен по мере охлаждения продуктов сгорания;
- вторым способом является оптимизация подачи воздуха на горение (максимальная подача воздуха должна быть обеспечена в период процесса горения топлива для предотвращения образования бенз(а)пирена).

3. Снижение количества сажи:

- замена твердого топлива газообразным резко сокращает в отходящих газах содержание сажи;
- способом предотвращения образования сажи может служить оптимизация подачи воздуха на горение.
- технологическим мероприятием для улавливания сажи является циклонов и рукавных тканевых фильтров.

Список литературы

1. Проект нормативов предельно-допустимых выбросов ФКУ «ИК №16» ГУФСИН по Красноярскому краю (п. Громадск). – 2011 г.
2. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86.

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОТЫ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ОТ СЖИГАНИЯ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Пугаева А.Д.

научный руководитель канд. тех. наук Кулагина Л.В.

Сибирский федеральный университет

В настоящее время энергосбережение является важной стратегической задачей государственного масштаба. На многих предприятиях имеют место значительные энергетические потери за счет не достаточного использования теплоты в технологических процессах. В том числе, теплота газа, нагретого в процессе того или иного производства, используется не эффективно, и нагретый газ выбрасывается в атмосферу. Это приводит к большим энергетическим потерям в объемах предприятия, а также приводит к различным проблемам экологического характера. Решением данной проблемы является рекуперация теплоты уходящих газов [4].

В данной работе представлен один из способов рекуперации теплоты уходящих газов на примере рассмотрения работы установки УЗГ-1М.

Установка УЗГ-1М предназначена для термической утилизации твердых включений нефтешламов ≥ 2 мм и замазученного грунта.

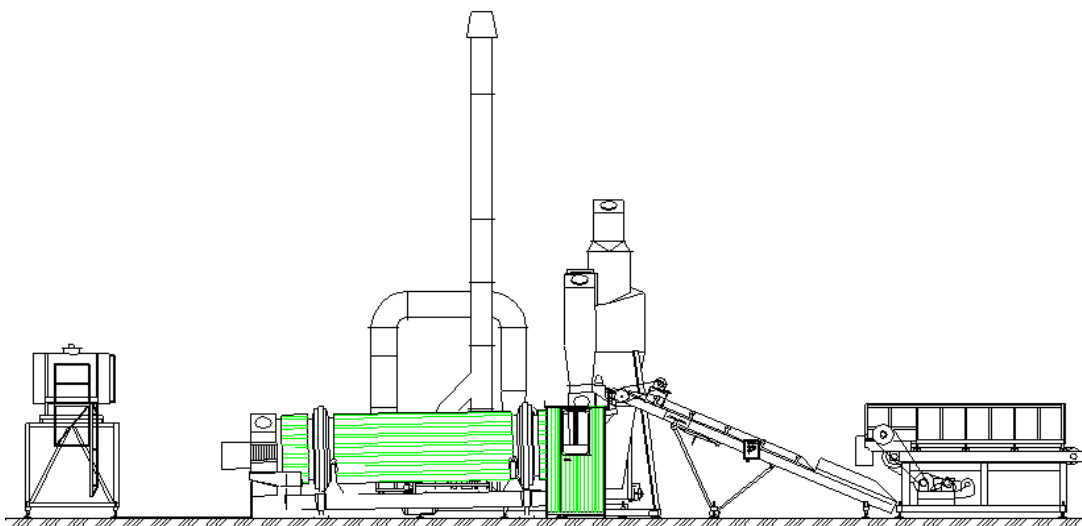


Рис.1 – Принципиальная схема установки УЗГ-1М

Новизна данной работы заключается в установке металлического короба повторяющего форму загрузочного бункера. Загрузочный бункер помещается вокруг металлического короба, так чтобы между ними было расстояние, в которое будут поступать отходящие дымовые газы за счет которых и осуществляться теплопередача.

Теплопроводностью или теплопередачей называется перенос теплоты от горячего теплоносителя к холодному через разделяющую их стенку, то есть, между непосредственно соприкасающимися телами или частицами тел с различной температурой [3].

При нагревании тела кинетическая энергия его молекул возрастает. Частицы более нагретой части тела, сталкиваясь при своем беспорядочном движении с соседними частицами тела, сообщают им часть своей кинетической энергии. Этот процесс постепенно распространяется по всему телу.

Перенос теплоты теплопроводностью зависит от физических свойств тела, его геометрических размеров, а также разности температур между различными частями тела.

В данной работе более подробно рассматривается процесс теплопередачи через однослойную плоскую стенку [2].

Перенос теплоты от горячих дымовых газов к топливу (замазученных грунтов) через стенки загрузочного бункера, включающего в себя конвективную теплопередачу от горячих дымовых газов к внешней стенке, теплопроводность в стенке и конвективную теплоотдачу от горячих дымовых газов к внешней стенке, теплопроводность в стенке и конвективную теплоотдачу от внутренней поверхности стенки к топливу.

Особенности протекания процесса заключается в том, что на границах стенки при теплопередачи характеризуется граничными условиями третьего рода, которые задаются температурами газа с одной стороны и другой стороны стенки, а также соответствующими значениями коэффициентов теплоотдачи.

Так как рассматривается стационарный режим, тогда тепловой поток пройдет путем теплопроводности через твердую стенку и будет передан от второй поверхности стенки к холодной среде (топливу) за счет теплоотдачи, который описывается тремя этапами [1].

Также бы произведен расчет теплопередачи через металлическую стенку от нагретых газов к нефтешламам. Конечная температура загрязненного грунта, после рекуперации, равна $62,9^{\circ}\text{C}$.

Таким образом, решаются сложные задачи утилизации тепла отходящих дымовых газов и улучшение процесса горения, так как замасученные грунты будут поступать в термодесорбер при более высокой температуре, что повлечет снижение экологического ущерба, наносимого выбросами отходящих дымовых газов.

Список литературы

1. Гусовский В.П., Ладыгичев М.Г., Усачев А.Б. Современные нагревательные и термические печи. Справочник. – М.: Теплотехник, 2007. – 656 с.
2. Ключников А.Д. Высокотемпературные технологические процессы и установки. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 336 с.
3. Учебник для студентов технических и технологических специальностей. 3-е изд. перераб. и доп. — Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2000. – 800с.
4. Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://economics.open-mechanics.com>



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАВИТАЦИИ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ГЕРМАНИЯ ИЗ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ

Ревидович А.В.

научный руководитель д-р техн. наук, проф. Кулагина Т.А.

Сибирский федеральный университет

В настоящее время германий является широко используемым материалом, однако, вплоть до второй половины двадцатого века практическая полезность германия была довольно узкой и ограниченной. Индустриальное производство металла началось лишь в результате промышленного производства полупроводниковой электроники.

Основные области применения германия: инфракрасная оптика, оптиковолоконные системы, катализаторы полимеризации, электроника и электрические солнечные элементы, металлургия и химиотерапия.

Элемент Ge дал начало не только эпохе микроэлектроники, но и новому научному направлению – геохимии ископаемых углей. В настоящий момент времени целесообразным является разработка новых способов добычи германия из недр земли, чтобы упростить процессы по его извлечению. В России активно ведутся поисковые работы по обнаружению новых мест скопления углей, содержащих, соединения германия и редких элементов. На территории Красноярского края расположено одно из крупнейших предприятий по производству полупроводникового германия, а так же соединений на его основе – АО «Германий», для которого немаловажным является наличие собственной сырьевой базы германия. Лигниты среднего течения реки Енисей, расположенные в пределах мезокайнозойских отложений Касской впадины, рассматриваются как новый перспективный источник германия в России. Общий ресурсный потенциал германиеносной площади в Касской впадине составляет 1112 т.

Лигнит или бурый уголь – горючее полезное ископаемое, занимает самую низкую ступень среди ископаемых углей, составляет промежуточное звено между каменным углём и торфом. Лигнит находится в природе в виде плотной, землистой, волокнистой или деревянистой углистой массы с 55-75% углерода и с немалым содержанием летучих веществ. В нём хорошо сохранилась растительная древесная структура; цвет варьируется от почти чёрного до светло-бурого; легко горит коптящим пламенем, выделяя при этом неприятный запах гари [1].

Обыкновенно, химические элементы в земной коре находятся в состоянии значительного рассеяния. О величине такого рассеяния можно судить по химическому составу горных пород слоя земной коры. При определении промышленной ценности руд учитывают современные научно-технические достижения в области их добычи, обогащения (концентрирования и разделения) и переработки до конечного продукта – металлов или химических соединений.

С точки зрения экономической целесообразности переработки допустимый минимум содержания металла в руде не менее 30% Fe для железных руд, 2% Zn для цинковых руд, 1% Pb для свинцовых руд. Но такой подход не может быть распространен на некоторые элементы, которые принято называть редкими элементами. В современных условиях редкие элементы (металлы) – это группа мало- и ультрамалокларковых (10^{-2} - 10^7 мас. %) естественных нерадиоактивных, неблагородных металлов и неметаллов, объемы промышленного применения которых увеличиваются с развитием высоких технологий.

Некоторые редкие металлы (Ge, Ga, In, Bi, и др.) не имеют собственных рудных месторождений, хотя и представлены в земной коре обширным кругом своих минералов. А

поэтому их производство неразрывно связано с добычей и переработкой руд других металлов. В последние годы приобретают значение и нетрадиционные сырьевые источники редких металлов:

- природные минерализованные воды (Li, Rb, Cs, Ge, Sr),
- битуминозные сланцы и песчаники (Re, V, Ge),
- лигниты – бурые угли, сохраняющие древесное строение – «окаменевшие деревья» (Ge),
- золошлаковые отходы (Sc, Y, Ga, Be, Li, Ge и др.).

Основная масса германия рассеяна в земной коре, а минералы германия встречаются редко. В высоких концентрациях, пригодных для промышленного извлечения, германий обнаруживается как попутный элемент в сульфидных рудах цветных металлов (сфалерите, халькопирите, теннантите и др.), в железных рудах (магнетите и др.), в некоторых окисных минералах (касситерите, рутиле), в некоторых силикатах. Кроме того, германий присутствует в некоторых месторождениях каменного и бурого угля и в некоторых месторождениях нефти.

Для извлечения германия, очень часто используют процессы с водными растворами. Гидрометаллургические процессы протекают при температурах до 300°C, наибольшее распространение получило осаждение германия неорганическими и органическими осадителями. Из неорганических применяют гидроокиси, сульфиды, соли щелочноземельных элементов [2].

Гидрометаллургические методы пригодны для извлечения металлов из сырья с низкими концентрациями металла и не поддающегося переработке традиционными методами, поэтому роль этих методов в условиях происходящего обеднения и ухудшения качества рудного сырья постоянно возрастает. По сравнению с пирометаллургическими методами переработка менее трудоёмкая. Применение гидрометаллургических методов также снижает загрязнение окружающей среды.

Авторы [3] предлагают гидрометаллургический способ извлечения германия, при котором водоугольную суспензию подвергают воздействию ультразвуковых волн. Продолжительность обработки составляет 20–40 минут. Диапазон частот применяемого ультразвука от 20 до 1200 кГц. После обработки ультразвуком уголь отделяется от суспензии, и далее германий выделяется из водного раствора. Извлечение германия из углей при данном способе составляет 40 %.

Существует способ выделения германия из угля, по которому его переход в жидкую среду осуществляют действием электрогидравлических ударов на уголь в специальном устройстве без предварительной обработки угля. Такой способ не требует больших затрат труда, позволяет повысить извлечение германия из углей и снизить его себестоимость. Выделение германия из угля происходит в результате электрического разряда в жидкой среде под воздействием, которого возникают высокие ударные давления, мощные ультразвуковые излучения и кавитационные процессы, вызывающие дробление угля и выделение из него германия и других редких элементов. Извлечение германия из угля превышает 50 % [4].

Известен способ извлечения германия из растворов его солей осаждением танином или дубовым экстрактом в присутствии серной кислоты. Способ обеспечивает осаждение германия из щелочных надсмольных вод и снижает себестоимость концентрата двуокиси германия. Извлечение германия 97–98 % [5].

Германиеносные лигниты залегают пластами на глубине до 100 метров, их разработка представляется затратной и экологически небезопасной. Для того чтобы не проводить извлечение лигнита из недр, было выдвинуто предположение, в основе которого лежит возможность создания буровых скважин, проходящих сквозь пласты лигнита и выходящих наружу. В скважину под давлением будет подаваться

модифицированная вода с определённой кислотностью. После выхода из скважины жидкость будет обогащена германием и другими необходимыми элементами.

В данной работе, в качестве модифицированного воздействия, предлагается использовать эффект пузырьковой кавитации, которая является высокоэнергетическим процессом. При схлопывании кавитационного микропузырька в локальном объёме вблизи него и внутри возникают поля высоких давлений (до 1000 МПа) и температур (до 1000-2000°С) [6].

После схлопывания пузырька в окружающей жидкости распространяется сферическая ударная волна, быстро затухающая в пространстве. При генерировании импульсных растягивающих напряжений в жидкости, присутствующие в ней зародыши кавитации (устойчивые паровые и газовые пузырьки малых размеров) начинают расти, образуя кавитационный кластер, форма и размеры которого определяются начальным спектром размеров кавитационных зародышей, характером прикладываемого напряжения и граничными условиями.

При коллапсе пузырька в жидкости генерируются волны разрежения-сжатия, а вблизи с твёрдыми границами потока образуются кумулятивные микроструи со скоростями движения 100-520 м/с. Кумулятивные струйки разрушают поверхностные слои и поверхность твёрдого тела за счёт кинетической энергии жидкости. Мелкие частицы твёрдого тела, размеры которых соизмеримы с поперечным сечением кумулятивных струек, захватываются и участвуют в процессе разрушения поверхностных слоёв и самих твёрдых частиц, находящихся в жидкости.

Гидродинамической кавитации сопутствуют процессы интенсивного турбулентного перемешивания, диспергирования жидких и твёрдых компонентов потока, различные химические реакции.

Почти половина всех затрат энергии в различных промышленных процессах идёт на механическое диспергирование. Сильную диспергацию даёт растворение, из растворителей наиболее распространёнными являются вода или водные растворы щелочей и кислот. Использование эффектов, связанных с кавитацией, способствует одновременно мелкому механическому диспергированию частиц (до 1 мкм и менее), интенсивному турбулентному перемешиванию и изменению свойств воды.

Построение технологического процесса извлечения германия, на принципе гидродинамической пузырьковой кавитации, представляется наиболее экономичным и производительным. В целом, кавитационная обработка даёт устойчивые повторяющиеся результаты, воспроизводимые независимо от места и времени их проведения [6].

Список литературы

1. Брокгауз Ф. А. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : словарь / Ф. А. Брокгауз, И. А. Ефрон – С-Петербург – 1891.
2. Шпирт М. Я. Химия германия: монография / М. Я. Шпирт, И. В. Танаев – Москва: Химия, 1967.
3. Пат. № 110500 СССР, Класс 40а, 46₅₀ Способ извлечения германия из углей / Б. И. Лосев, И. Х. Эльпинер, А. Н. Мельникова – заявл. 18.03.1957.
4. Пат. № 110688 СССР, МПК С22В41/00. Способ выделений германия из угля в жидкой среде / Б. И. Лосев, Л. А. Юткин, Ф. Я. Сапрыкин – заявл. 07.05.1957; опубл. 15.05.1983.
5. Пат. № 389702 СССР, МПК С22В41/00. Способ извлечения германия из водных растворов его солей осаждением / К. П. Медведев, Л. М. Харькина, В. М. Колесник, Л. Е. Семененко – заявл. 22.11.1971; опубл. 05.01.1977.
6. Ивченко В. М. Кавитационная технология: монография / В. М. Ивченко, В. А. Кулагин, А. Ф. Немчин – Красноярск: Изд-во КГУ, 1990.



РЕКОНСТРУКЦИЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ЗАО «РЯЗАНСКАЯ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩАЯ КОМПАНИЯ»

Суржикова Р. В.

научный руководитель канд. техн. наук Злобин В.С.

Сибирский федеральный университет

В последние годы наиболее остро стоит вопрос о качестве воды в природных источниках. Существует колоссальное количество промышленных предприятий негативно влияющих на состояние водных объектов. Одним из таких загрязнителей являются заводы нефтеперерабатывающей отрасли.

Нефтеперерабатывающие заводы вносят непоправимый вклад в разрушение водной системы регионов России. Это происходит за счет сброса недостаточно очищенных сточных вод в водные объекты от неэффективных очистных сооружений.

Проектные решения, используемые в 60-е годы при строительстве очистных сооружений в ЗАО «Рязанская Нефтеперерабатывающая Компания», не позволяют на выходе достигнуть норм, предъявляемых современным действующим законодательством. Сооружения были построены по традиционной (типовой) схеме, но имели ряд недоработок. В частности, отсутствовала емкость для усреднения стоков по количеству и составу загрязнений, аварийные емкости не справлялись с залповым поступлением промышленно-ливневых стоков. Несмотря на постоянный технический контроль и выполнение необходимых текущих и капитальных ремонтов, сооружения механической очистки имеют значительную степень износа. Очевиден недостаток мощностей существующих сооружений (с учетом развития НПЗ).

Без реконструкции очистных сооружений невозможно достигнуть нормативных величин сброса в открытый водоем (река Листвянка) после очистных сооружений.

Таблица 1 – Показатели качества очищенных сточных вод до реконструкции

Показатель	Концентрация загрязняющего вещества на выходе с очистных сооружений, мг/дм ³	Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, мг/дм ³
Нефтепродукты	10,0	0,05
Аммонийный азот	5,6	0,4
Сульфаты	115,0	100,0
Хлориды	305,0	300,0
Сульфиды	0,1	0,005
Фенолы	0,84	0,001

Реконструкция установки механической очистки промышленных стоков предполагает реализацию новой технологической схемы с использованием передовых современных технологий. Реализация реконструкции предполагает проведение работ на действующей установке без влияния на основной технологический процесс.

Цель реконструкции – внедрение в схему очистки ступенчатых автоматизированных решеток с прозорами 5÷6 мм; строительство радиальных

нефтеловушек; строительство буферных емкостей-усреднителей стоков по качеству и объему.

Ступенчатые автоматизированные решетки с прозорами 5÷6 мм

Благодаря плоскопараллельным круговым движениям подвижного пакета пластин загрязнения, задержанные на решетке, перемещаются вверх по ступеням до линии сброса и попадают на транспортирующее устройство или в мусороприемник. Интервалы между включениями зависят от используемой схемы автоматизации работы решеток. За счет ступенчатого принципа работы решетки на рабочей поверхности формируется слой загрязнений, создающий дополнительный процеживающий эффект, что позволяет удерживать на решетке с прозором 5 мм включения, значительно меньшие по размеру.

Ступенчатые автоматизированные решетки изображены на рисунке 1.



Рис.1 - Ступенчатая решетка HUBER STEP

Радиальные нефтеловушки

Радиальная нефтеловушка оборудована вращающимся механизмом с донными и поверхностными скребками. При использовании радиальных нефтеловушек обеспечивается экономия капитальных и эксплуатационных затрат, улучшается качество очистки воды и упрощается работа эксплуатационного персонала.

Радиальная нефтеловушка изображена на рисунке 2.



Рис2 – Радиальная нефтеловушка

Буферные емкости-усреднители стоков по качеству и объему

Усреднение производится путем создания буферной емкости (усреднителя) в которую вода поступает не равномерно, а отбирается с постоянным расходом. Расчет объема усреднителя расхода производится в зависимости от графика поступления.

Пример буферной емкости-усреднителя стоков представлен на рисунке 3.



Рис. 3 – Емкость-усреднитель

Показатели качества очищенных сточных вод после внедрения эффективного оборудования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели качества очищенных сточных вод после реконструкции

Показатель	Концентрация загрязняющего вещества на выходе с очистных сооружений, мг/дм ³	Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, мг/дм ³
Нефтепродукты	0,05	0,05
Аммонийный азот	0,4	0,4
Сульфаты	100,0	100,0
Хлориды	127,0	300,0
Сульфиды	0,005	0,005
Фенолы	0,001	0,001

Таким образом, используя данные внедрения для очистки стоков, показатели вредных загрязняющих веществ по сравнению с первоначальными показателями до реконструкции удовлетворяют нормативам качества воды водных объектов рыбохозяйственного назначения.

Список литературы

1. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебн. пособие для высш. учеб. заведений / 4-е изд., стер. – Москва: Издательство ассоциации строительных вузов. 2006. – 704 с.

2. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 г. № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения»

МЕРОПРИЯТИЕ ПО СНИЖЕНИЮ ПОТЕРЬ В СИСТЕМЕ НЕФТЕПРОДУКТООБЕСПЕЧЕНИЯ

Филатова С.П.

научный руководитель канд. тех. наук Комонов С.В.

Сибирский федеральный университет

Испарение паров топлива - одна из главных проблем на существующих на сегодняшний день АЗС. Финансовые потери владельцев АЗС при испарениях велики, но они несравнимы с теми разрушениями, которые оказываются при этом на окружающую среду.

Значительные потери горюче-смазочных материалов и соответствующее загрязнение атмосферы, почвы и воды, происходят в системе нефтепродуктообеспечения. Общие потери бензина при транспортировке автоцистернами могут достигать 1,0-1,5% объема перевозки, потери при хранении в резервуарах на АЗС и в АТП – 4-5% объема хранения, потери при заправке автомобилей – 1,5 % объема заправки. При этом наибольшая часть потерь (около 75%) приходится на испарение.

Потери топлива от испарения при транспортировании и хранении, а значит и загрязнение атмосферы углеводородами, обусловлены явлением, которое называют «дыханием». Дыхание может быть большим и малым. *Большое дыхание* — это вытеснение паров топлива и воздуха из газового пространства емкости при ее заполнении. В дневное время из-за повышения температуры воздуха и влияния солнечной радиации резервуар и нефтепродукт нагревается, а значит, концентрация паров топлива в газовом пространстве и давление растут. В результате открывается дыхательный клапан и происходит «*малое дыхание*» После насыщения вошедшего в емкость воздуха и соответствующего увеличения давления в газовом пространстве, происходит так называемый «*обратный выдох*».

На примере красноярской АЗС был произведен расчет потерь топлива.

В результате расчета было выявлено, что при хранении из резервуара РВС-5000, расположенного в городе Красноярск в летнее время за сутки от бензина марки АИ-95 испаряется около 73 кг бензина от «малого дыхания», 674 кг от «большого дыхания» и 146 кг вследствие «обратного выдоха», а за зимний период испаряется около 9 кг бензина от «малого дыхания», 253 кг от «большого дыхания» и 5,42 кг вследствие «обратного выдоха».

Анализ расчетных зависимостей определяющих размеры потерь нефтепродуктов при хранении, транспортировке и выдаче, позволяет сделать ряд важных выводов.

Увеличение нагрузки дыхательного клапана P_k , позволяет существенно сократить потери от «больших дыханий» и ликвидировать потери от «малых дыханий».

Если объем газового пространства резервуаре равен нулю, то потери от «малых дыханий» равны нулю.

Следует организовать работу так, чтобы нефтепродукт перекачивался меньшее число раз, а резервуары достаточно быстро заполнялись сразу после их опорожнения.

Таким образом, полностью потери топлива от испарения предотвратить нельзя, но можно значительно уменьшить их путем рациональной организации работ и применением современного технологического оборудования.

Для осуществления мероприятий по снижению негативного воздействия на практике необходимо соответствующее техническое оснащение АЗС устройствами, обеспечивающими снижение потерь топлива:

- дыхательные клапаны повышенного давления;
- резервуары с двойными стенками, пространство между которыми заполнено антифризом;
- системы улавливания паров топлива, вытесняемых из резервуара при его заполнении;
- газовая обвязка резервуаров в общую дыхательную систему;
- раздаточные краны, отсасывающие пары топлива из баков автомобилей;
- совершенные соединительные устройства, исключая утечки топлива.

Наиболее перспективным из выше перечисленных способов решения данной проблемы является установка на АЗС оборудования для улавливания и возврата (рекуперации) паров. Это не только помогает преодолеть экологические барьеры при проектировании АЗС, но и позволяет прилично сэкономить.

В настоящее время существует две системы газозаврата (рециркуляции):

- *вакуумная* - с использованием вакуумного электронасоса, откачивающего пары и имеющая широкое распространение ввиду наличия предложений от производителей оборудования;

- *балансовая* - уникальная по своей простоте, сущность которой состоит в вытеснении паров нефтепродуктов из бензобака давлением, создаваемым поступающим в него топливом.

Система отвечает всем современным требованиям, но не имеет применения вследствие отсутствия соответствующего оборудования.

Существующий процесс заправки автомобиля при помощи ТРК, заключается в открытии крышки бензобака и позиционировании в его горловине раздаточного крана топливораздаточной колонки.

ТРК выдает заданную дозу, при этом из бензобака в окружающее пространство выделяется паровоздушная смесь, которая была образована при использовании ранее находящегося в баке топлива. Во время процесса подачи бензина из емкости АЗС в ТРК и соответственно бензобак автомобиля, в самой емкости образуется небольшое вакуумметрическое давление и через дыхательный клапан пропускается свежий воздух, который в силу действия закона о парциальных давлениях, насыщается парами легких углеводородов до равновесного состояния.

Список литературы

1. Экологическая безопасность в системах нефтепродуктообеспечения и автомобильного транспорта: Учебное пособие. Коваленко В.Г., Фролов Ю.Н. – Москва: ООО «Центр ЛитНефтеГаз», 2004. – 176 с.

2. Константинов Н.Н. Борьба с потерями от испарения нефти и нефтепродуктов. Москва: Гостоптехиздат, 1961. – 250 с.

3. Автозаправочные станции. Ушаков А.И., Сафонов А.С. – СПб.: НПИКЦ, 2003. – 280 с.



ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ МАСЛОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ СИБИРИ

Шевцова А.А.

научный руководитель д-р техн. наук Кулагина Т.А.

Сибирский федеральный университет

Маслосодержащие отходы и отработанные масла представляют собой потенциальную опасность загрязнения окружающей природной среды, в том числе земельных и водных ресурсов. К основным источникам образования и аккумуляции маслосодержащих отходов можно отнести предприятия в состав которых входят котельные, склады и хранилища горюче-смазочных материалов, автохозяйства, железнодорожные депо, ремонтные мастерские, станции технического обслуживания, автозаправочные станции и т.п.

Отработанное масло и маслосодержащие отходы являются пожаро- и взрывоопасными, и кроме того относятся к категории легко воспламеняющихся отходов.

В крупных городах Сибири сосредоточены предприятия машиностроительной, химической, металлургической, электротехнической и нефтеперерабатывающей, судостроительной, пищевой и других отраслей промышленности, потребляющие значительные количества нефтепродуктов. Основную часть нефтеотходов, собираемых и накапливаемых на промышленных и транспортных предприятиях, составляют отработанные масла.

Регионы Сибири имеют свои отличительные особенности. Во-первых, они очень богаты природными ресурсами - большие запасы топливно-энергетических и минерально-сырьевых ресурсов, что определяет хорошие перспективы целого ряда отраслей. Во-вторых, наличие крупных гидроэлектростанций и тепловых станций, больших генерирующих мощностей, позволяющих обеспечить электроэнергией крупные производственные комплексы. Но несмотря на данные особенности у Сибири есть весомый минус. Это прежде всего – очень незначительное количество современных перерабатывающих и утилизирующих отходы предприятий.

Сибирь включает в себя большинство самых экологически загрязнённых городов России, в том числе самый опасный – Норильск. Согласно государственному докладу «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае» за 2014 год объёмы образования отходов в частности в городе Норильске составили 23045,9 тыс.т. В соответствии с вышеупомянутым докладом такие предприятия, как ЗАО «ЗК «Полюс», ЗАО «Разрез Березовский», ООО «Соврудник», АО «СУЭК – Красноярск», ОАО «Красноярсккрайуголь», ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель» занимают лидирующие позиции в списке основных источников образования отходов в 2010-2014 гг. в Красноярском крае. Некоторые из перечисленных предприятий осуществляют свою деятельность в районах Крайнего Севера, что порождает экологические риски и проблемы. А именно, предприятия, расположенные в Северных районах, сталкиваются с проблемой утилизации образовавшихся отходов отработанных масел, так как их передача специализированным организациям, имеющим лицензию на деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке и размещению опасных отходов, является достаточно дорогостоящим и трудоёмким процессом. По этой причине предприятия вынуждены накапливать маслосодержащие отходы с их последующим захоронением. Как например ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель», который среди приоритетных направлений реализации экологической политики

выделяет обустройство мест размещения отходов с целью снижения техногенной нагрузки на окружающую среду.

По этой причине имеет смысл повсеместное внедрение технологий, позволяющих использовать отработанное масло в местах их образования, так как это избавит предприятия от захоронения аккумулированных отходов, затрат на транспортировку и передачу сторонним организациям. Кроме всего прочего отходы масел представляют собой ценный вторичный ресурс, применение которого сэкономит природные и энергетические ресурсы за счет максимального вовлечения отходов в хозяйственный оборот.

Таким образом, глобальное внедрение малогабаритных регенерационных установок на предприятиях станет потенциальным решением некоторых проблем связанных с накоплением отходов такого рода.

Малогабаритные регенерационные установки могут стать эффективным инструментом для восстановления качества отработанных масел. Применение таких установок позволяет производить регенерацию отработанных масел в местах их потребления и, таким образом, исключается транспортировка их на пункты переработки, что связано со значительными потерями масла и загрязнением окружающей среды. Кроме того, при этом обеспечивается сбор и переработка масел по сортам и маркам, что является неременным условием получения качественных продуктов после регенерации.

Одной из распространённых малогабаритных установок является УПТМ-8К производительностью 240 л/ч и более, предназначенная для регенерации промышленных масел. Принцип работы УПТМ-8К основан на таких процессах, как отстаивание, фильтрация, коагуляция и выпаривание.

Другая установка УРММ-50, предназначенная для регенерации моторных масел, позволяющая перерабатывать в полноценные продукты промышленные и турбинные отработанные масла. Работа ее основана на последовательном сочетании методов коагуляции, отстаивания, фильтрации и адсорбции. Установка состоит из следующего оборудования: емкость для приготовления коагулянта, мешалка-отстойник, фильтроводоотделитель, фильтры грубой и тонкой очистки масла, насосы, расходные и накопительные емкости.

Для регенерации любых масел можно использовать установку УРМ-100М. Процесс регенерации в данной установке основан на коагуляции, отстаивании, выпаривании и фильтрации. В отличие от других установка УРМ-100М имеет узел подготовки и дозирования в регенерированное масло необходимых присадок. В состав установки входят мешалка-отстойник, электропечь, испаритель, холодильник, вакуум-насос, фильтр-пресс, накопительные и расходные емкости (в том числе емкость-мешалка для присадок и насос - дозатор), а также ряд насосов.

Для регенерации трансформаторных масел, в свою очередь, применима вакуумно-адсорбционная установка УРТМ-200, работа которой включает очистку отработанного масла от крупных частиц на фильтрах грубой очистки, нагревание, распыление с вакуумной осушкой и фильтрацию регенерированного масла. В дополнение к этому масло подвергается очистке с помощью адсорбентов в адсорберах. Установка состоит из фильтров, различных насосов, адсорберов сборника воды, маслосчетчика и приемной емкости для отработанного масла.

Для трансформаторных масел используется мобильную установку УРМ-1000, предназначенную для дегазации, термовакуумной сушки (удаления воды), фильтрации, снижения кислотности, а также для герметичного хранения, транспортировки и заливки трансформаторного масла под давлением в различное оборудование. В составе данной

установки имеются: блок термовакуумной сушки и блок подогрева масла, фильтр - адсорбер и многоразовый фильтр очистки масла.

Регенерация отходов в местах их образования предупреждает возникновение экологических проблем впоследствии. В процессе создания малогабаритных регенерационных установок следует выбирать наиболее эффективный, экологически безопасный и экономически оправданный метод восстановления отработанных масел. Вместе с тем установка должна быть достаточно универсальной и простой по конструкции, чтобы избежать существенных трудозатрат при техобслуживании и ремонте.

Список литературы

1. Афанасьев Д. Сборник инструкций по обращению с отходами: <http://eco-profi.info/>, 2008. – 65 с.
2. Лотош В.Е. Переработка отходов природопользования: фундаментальные основы природопользования, книга третья. Екатеринбург: Полиграфист, 2007.-503 с.
3. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2014 году» – Красноярск, 2015. – 294 с.



**ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА
ОЛИМПИАДИНСКОМ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОМ КОМБИНАТЕ ЗАО
«ПОЛЮС»**

Шкловец М.А., Шпилько И.В.
научный руководитель канд. техн. наук Андруняк И.В.
Сибирский федеральный университет

Месторождение «Олимпиадинское» расположено на территории Северо-Енисейского района Красноярского края. Рассматривая горнодобывающее предприятие, как фактор нарушения природных ландшафтов, определяется как прямое, так и косвенное его влияние на компоненты окружающей природной среды.

Прямое его влияние состоит в разрушении и преобразовании ландшафтов процессами техногенной денудации и аккумуляции, происходящими непосредственно при работе горнодобывающего производства, и опосредовано, при организации и эксплуатации компонентов инфраструктуры, обеспечивающей горное производство. Компоненты инфраструктуры включают в себя комплекс энергетических объектов, сетей транспорта и связи, объектов водоснабжения и водоотведения, включая сооружения водоочистки, иные объекты, необходимость которых диктуется особенностями технологии горного производства, обеспечения работающих на ГОКе необходимыми продуктами питания и другими материальными благами.

Косвенное воздействие горнодобывающего предприятия состоит в загрязнении природных объектов выбросами и сбросами, загрязнителями, рассеиваемыми при дефляции отвалов, эксплуатации энергетических объектов, цехов металлургического передела добываемой руды. Длительное или интенсивное воздействие на природные почвенно-растительные компоненты ландшафта вызывает их полную деструкцию и последующую активизацию природных экзогенных процессов, водной или ветровой эрозии, приводящих, в первую очередь, к нарушению земель, а в дальнейшем полному преобразованию существовавших ранее ландшафтов и потере ими былой биологической продуктивности.

Загрязнение атмосферного воздуха в период эксплуатации объектов ГОКа происходит в результате поступления в него: продуктов сгорания топлива при работе дизельной теплоэлектростанции и котельной; испарений из емкостей для хранения дизельного топлива, при его хранении и при закачке топлива в баки автомобилей на складах ГСМ и нефти ГОКа; газообразных, аэрозольных и взвешенных веществ при проведении технологических процессов извлечения золота из руды на золотоизвлекательной фабрике; выхлопных газов автомобильного транспорта и техники; газообразных, аэрозольных и взвешенных веществ при проведении взрывных работ на карьерах (залповые выбросы); пыли с поверхности отвалов, из узлов и погрузки, разгрузки вскрышных пород и руды; газообразных, аэрозольных и взвешенных веществ при проведении сварочных работ в ремонтных мастерских ГОКа.

Производственные стоки золотоизвлекательных фабрик (ЗИФ) – это хвостовая пульпа. Используемая на комплексе сорбционно-цианистая технология извлечения золота предопределяет присутствие в жидкой фазе сбросных хвостов определенного комплекса, высокотоксичных веществ, подлежащих обезвреживанию до установленного в технологическом регламенте уровня. Основными, вредными компонентами сбросной пульпы являются: цианиды, тиоцианаты (роданиды), цианистые комплексы металлов (медь, цинк, железо, ртуть и др.) и тиомочевина, поступающая в хвосты со стоками процесса регенерации ионообменной смолы.

Для обезвреживания цианистых соединений и тиомочевины на ЗИФ используется раствор гипохлорита кальция.

Повышения экологической безопасности будет достигнуто за счет снижения негативного воздействия на окружающую среду при обезвреживании цианосодержащей хвостовой пульпы переработки руды ЗИФ методом SO_2 /воздух.

Внедряемая технология обезвреживания хвостов позволит улучшить качество жидкой фазы хвостов по катионам металлов, цианидам и хлоридам, что приведет к улучшению экологической ситуации. Сорбционное цианирование или выщелачивание – это гидрометаллургический процесс растворения золота в щелочных цианистых растворах с одновременной его сорбцией на анионит (ионообменная смола или уголь).

Главным негативным экологическим фактором технологии выщелачивания является использование опасных химических реагентов. Около 90 % предприятий по извлечению золота в мире используют цианиды натрия или калия. За последние 50 лет в горнодобывающей отрасли только двенадцать из 67 инцидентов были связаны с попаданием цианидов в окружающую среду. Около 72 % произошедших аварий связаны с прорывом плотин хвостохранилищ, 14 % – транспортировкой цианидов и с прорывами трубопроводов.

Такими примерами могут служить прорыва плотины хвостохранилища цианидных отходов на Раменском ГОК в августе 2009 г. произошло отравление людей, гибель рыбы и растительности, так сброшенные в р. Курасан (Челябинская область) без очистки дренажные и ливневые воды привели к превышению ПДК меди в воде в 1380 раз, цинка – в 180 раз, ртути – в 110 раз, цианидов – в 1,4 раза. Погибшую рыбу находили в реке на расстоянии шести километров от места сброса. Цианиды, попавшие в озеро Иссык-Куль в 2004 г. в Киргизии, привели к срыву туристического сезона. В результате попадания 1762 кг цианида натрия в р. Барскоон (1998 г.) получили отравление 2577 чел, 850 чел. было госпитализировано с признаками тяжелого отравления. В Казахстане в октябре 2011 г. произошел прорыв противоплотинного экрана, однако своевременно принятые мероприятия позволили избежать серьезных экологических и социальных потерь. В 2008 г. на руднике по добыче золота в Wutong (Китай) при порыве трубопровода произошло попадание пульпы с высокой концентрацией цианидов в водохранилище, которое являлось источником питьевой воды в городе. В 2011 г. в Турции в провинции Кютахье в результате обильных дождей произошел размыв дамбы хвостохранилища и цианиды попали в окружающую среду. Крупные аварии произошли в Румынии (Бая-Мар), где из-за проливных дождей было размывто хвостохранилище и в р. Самош – смывто 20 т отходов цианида натрия, после чего отравленная вода попала в р. Тису дойдя до р. Дунай, и вызвала гибель тысячи тонн рыбы на протяжении 1200 км.

Таким образом, приведенные примеры свидетельствуют о том, что утечки цианидов неизбежно наносят вред окружающей среде. Такого рода инциденты носят, как правило, острый характер и влияют на водную флору и фауну. Опасность разливов технологических растворов обусловлена не только присутствием в них цианистых соединений, но и высоким содержанием тяжелых металлов, в том числе ртути, кадмия и др. В подземных водах или в грунтах, т.е. в зоне, обедненной кислородом, трансформация цианидов существенно замедляется, и они могут достаточно долго сохраняться в подземных горизонтах.

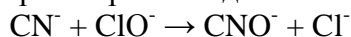
Цианиды обычно обезвреживают с помощью химических реагентов, при правильном выборе и применении технологий обезвреживания можно снизить вероятность серьезных экологических инцидентов. Наиболее известные методы обезвреживания – это окислительное хлорирование, обработка перекисью водорода H_2O_2 , озонирование O_3 , окисление диоксидом серы SO_2 /воздух («ИНКО»-процесс). Активность вещества как окислителя определяется величиной окислительного

потенциала. Из всех известных в природе окислителей первое место занимает фтор, который, однако, из-за высокой агрессивности не может быть использован на практике. Для других веществ величина окислительного потенциала равна: для озона – 2,07; для хлора – 0,88; для пероксида водорода – 0,68; для SO_2 – 0,45 .

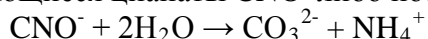
Основной целью обезвреживания хвостовых пульп является разрушение цианидов присутствующих в хвостах сорбции до концентрации менее 5 мг/л.

Технология обезвреживания, которая существует на ЗИФ, относится к методам окисления цианида и заключается в дозировании раствора гипохлорита кальция $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ в цианосодержащую пульпу (оборотную воду) при постоянном перемешивании.

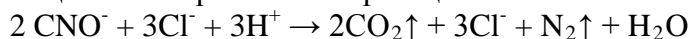
При взаимодействии гипохлорита кальция на цианистую пульпу окисление простых растворимых ядовитых цианидов происходит по реакции:



Образующиеся цианаты CNO^- либо постепенно гидролизуются по уравнению:



либо могут быть окислены до элементарного азота и двуокиси углерода CO_2 введением избыточного количества раствора гипохлорита кальция. В этом случае окисление цианатов протекает по реакции:



Хлор достаточно универсален и очищает сточные воды от большинства токсичных веществ (кроме ртути и ферроцианидов); степень очистки от мышьяка не превышает 70-80 %.

Главным недостатком этого метода является безвозвратная потеря дорогостоящего цианида натрия, в значительных количествах содержащегося в оборотных и сточных водах золотодобывающего предприятия, а также анализ гипохлоритного метода очистки на предприятии показывает, что: 1) очистка от цианидов идет неэффективно (как по данным ПАЛ, так и на реальных пульпах); 2) очистка от роданидов SCN^- на реальных пульпах, практически, не идет; 3) практически, все катионы цветных металлов остаются в растворе; 4) происходит значительное накопление хлоридов в системе оборотного водоснабжения, а также засоливание хвостохранилища; 5) при снижении концентрации раствора гипохлорита возможен прорыв цианистого натрия в хвосты; 6) необходимость дехлорировать остаточный активный хлор; 7) требуется большое реагентное хозяйство и значительные площади; 8) большой расход реагентов, а также высокая его стоимость; 9) требуется соблюдение особых мер безопасности.

Предлагаемый метод, включает замену гипохлоритного $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ метода обезвреживания цианосодержащих хвостовых пульп на более эффективный метод продувка сернистым газом SO_2 /воздух + получение серной кислоты H_2SO_4 – по методу INCO. Методы обезвреживания цианосодержащих сточных вод можно условно разделить на четыре основные группы:

- предварительная отгонка свободных цианидов
- окисление цианидов до нетоксичных цианатов;
- перевод цианидов в трудно растворимые осадки;
- связывание цианидов в нетоксичные комплексные соединения.

Предварительная отгонка свободных цианидов путем обработки хвостовых пульп серной кислотой (H_2SO_4) показана на рисунке 1. Результаты опытных работ показали (табл. 1), что обезвреживание хвостовой пульпы методом SO_2 /воздух идет стабильно и обеспечивает очистку от цианидов от начальной концентрации 200 мг/л до конечной концентрации <5 мг/л (эффективность метода составляет 97,5 %). Метод SO_2 /воздух позволяет обезвреживать хвостовые пульпы от катионов цветных металлов более

эффективно, чем при существующей технологии обезвреживания гипохлоритным методом.

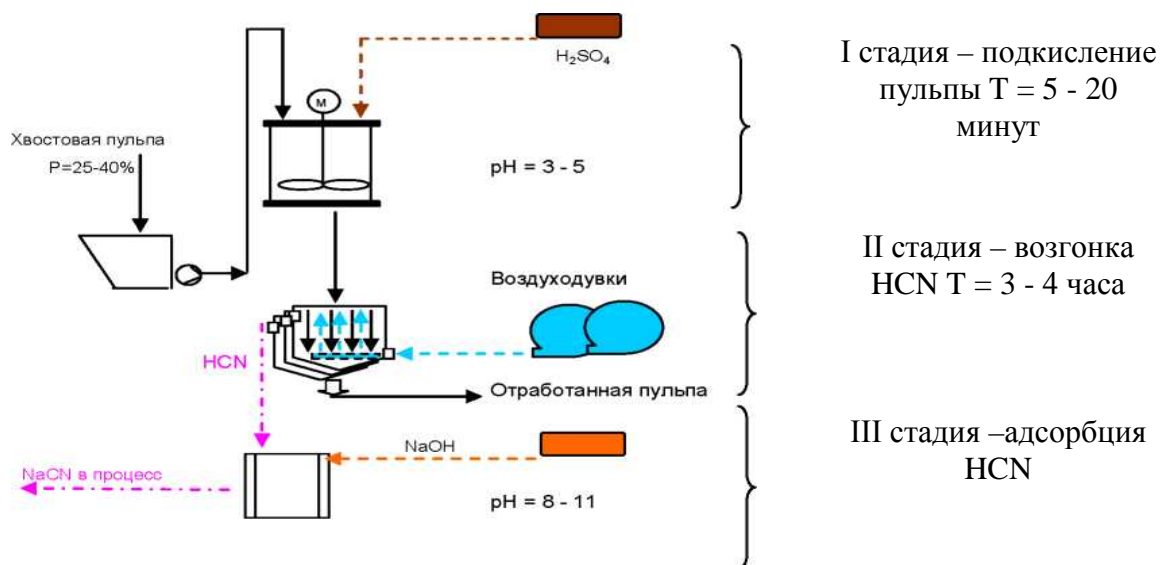


Рис.1 – Предварительная отгонка свободных цианидов путем обработки хвостовых пульп серной кислотой (H₂SO₄).

Таблица 1 – Сравнительный анализ двух методов обеззараживания хвостовой пульпы

Наименование вещества	Концентрация, мг/л	ПДК, мг/л
Обезвреживание методом гипохлоритом кальция		
Цинк	0,58	0,01
Никель	6,0	0,01
Цианиды	5,0	0,05
Роданиды	1,21	0,1
Хлориды	18210	300
Обезвреживание методом SO ₂ /воздух		
Цинк	0,028	0,01
Никель	0,25	0,01
Цианиды	3,6	0,05
Роданиды	1,49	0,1
Хлориды	622	300

Список литературы

1. Лабораторные испытания на реальных пульпах ЗАО «Покровский рудник», проведенные специалистами INKO INGINERING and TEHNIKAL SALS (Канада), отчет от 29.09.95.
2. Кучное выщелачивание благородных металлов /Под ред. М.И. Фазлуллина. – М.: Издательство Академия горных наук, 2001. – 647 с.: ил. – ISBN – 7892-0072-9.
3. Кофман В. Я. Обезвреживание цианистых стоков на золотоизвлекательных фабриках Канады// Цветные металлы. – 1986. – № 11. – С. 91 – 94.
4. А. с. 984178 SU, 5 С 02 F 1/30. Способ очистки сточных вод от цианидов и роданидов / Р.Г.Аршакуни, Е.А. Подзорова и др. – Оpubл. 15.08.94, Бюл. №15.
5. Кочанов А.А., Рязанцев А.А., Батоева А.А. Интенсификация массообменных процессов при обезвреживании технологических растворов цианирования// Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2002. – №4. – С.103-109.



БЕЗОПАСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНОЙ ВОДЫ В КАЧЕСТВЕ ПИТЬЕВОЙ

Щетникова В. В.

научный руководитель канд техн. наук Андруняк И. В.

Сибирский федеральный университет

Прописная истина гласит – «человек состоит из воды». В настоящее время система централизованного водоснабжения, доставляющая воду соответствующего качества, доступна далеко не для всех. Большое количество, как предприятий, так и жилых территорий, добывают воду в основном из подземных источников. Как правило, в наиболее существенных количествах в грунтовых водах содержатся: кальций, магний, железо и другие микроэлементы и организмы.

Согласно Государственному докладу «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2014 г» добыча подземной воды в Красноярском крае на 2014 год составляет 980,1 тыс.м³/сут. Вода используется для хозяйственно-питьевого водоснабжения объектов промышленности и населения. Интенсивность использования в основном зависит от хозяйственной освоенности и степени гидрогеологической изученности территории. Мониторинг качества подземных вод в Красноярском крае осуществляет МУП ЭМР «ГЦ «Эвенкиягеомониторинг».

Для выявления наиболее распространенного загрязнителя в воде был проведен анализ данных загрязнения подземных вод на основании данных [1].

Состояние подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения в крупных промышленных, сельскохозяйственных, и городских агломерациях показано на рисунке 1.

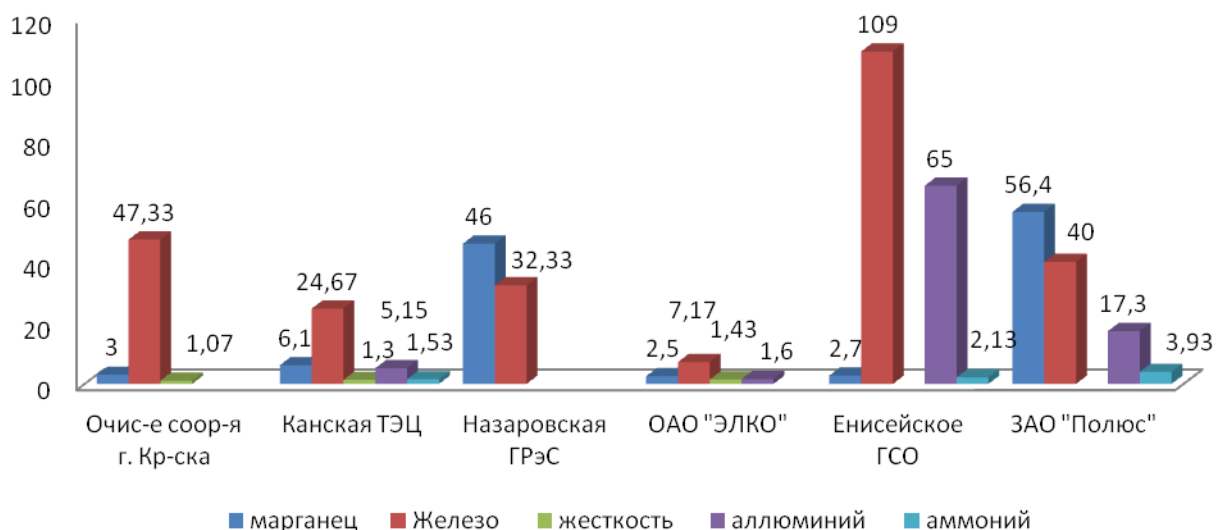


Рис.1 - Кратность превышения ПДК веществ подземных вод в крупных промышленных, сельскохозяйственных, и городских агломерациях

Анализ данных выявил, что наиболее распространенным элементом превышающим предельно-допустимую концентрацию является железо. Кратность превышения ПДК по железу является наиболее высоким показателем, так же и в укрупненных местах добычи таких предприятий как ОАО «Транссибнефть» и ОАО «РЖД».

Анализ состояния подземных вод в районах интенсивной добычи для хозяйственно-питьевого водоснабжения показан на рисунке 2.

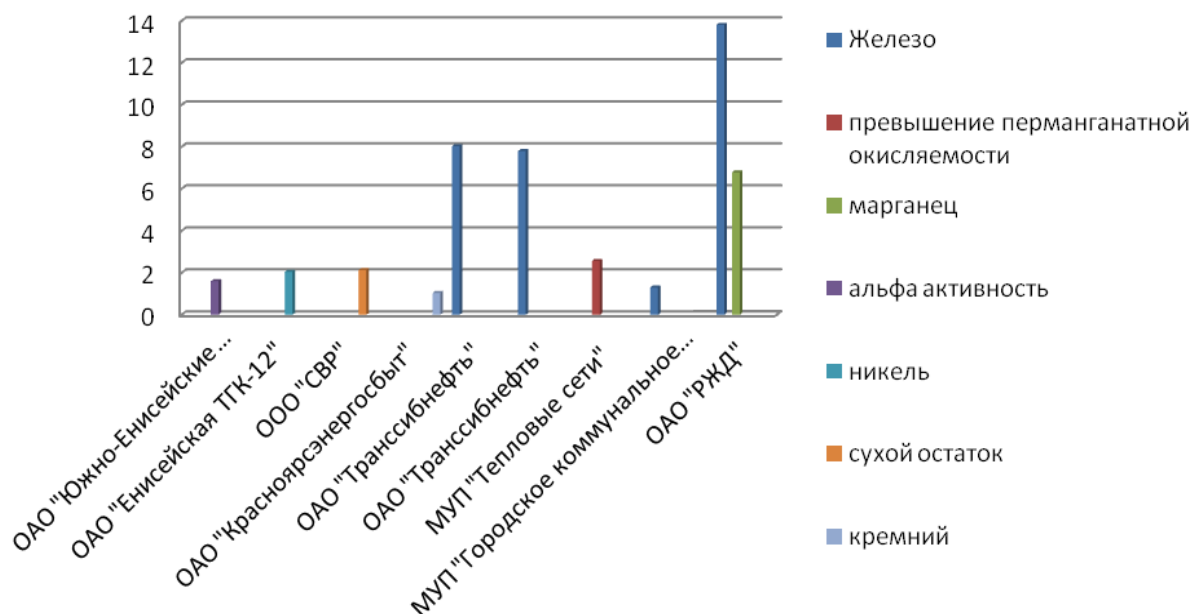


Рис.2 - Состояние подземных вод в районах интенсивной добычи для хозяйственно-питьевого водоснабжения

Для проведения оценки географических масштабов, был проведен анализ кратности превышения ПДК по железу в районах красноярского края (Рис. 3).

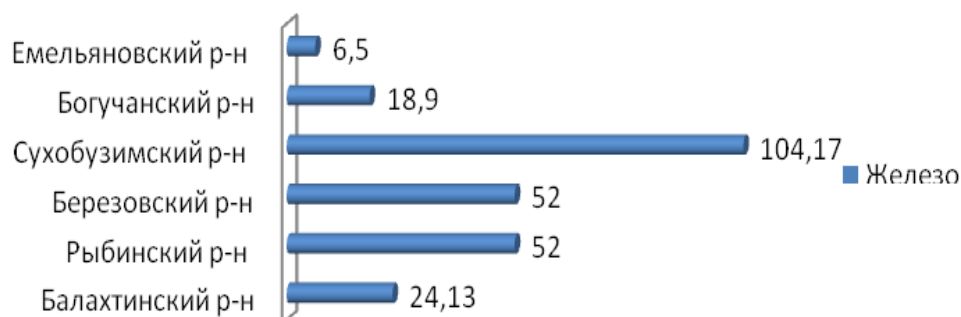


Рис.3 - Кратность превышения ПДК железа по районам в Красноярском крае

Из полученных результатов видно, что превышения по железу в районах Красноярского края являются очень высоким и достаточно распространенными. Проблема высокого уровня железа в подземной воде является весомой, следовательно стоит уделить особое внимание методу очистки воды из подземных источников от железа.

Наличие в подземной воде высоких концентраций железа не связано с техногенным загрязнением – это природное несоответствие качества воды установленным нормам.

Железо – это самый распространенный в земле минерал, и потому железо встречается в воде из скважин. Максимально допустимая концентрация железа в воде – 0,3 мг/л.

Если человек потребляет воду с высоким содержанием железа годами, этот химический элемент постепенно оседает в организме. Причём, сосредотачивается оно в самых важных внутренних органах – почках, печени, сердце, лёгких, кишечнике и поджелудочной железе. В итоге, в зрелом возрасте, повышенное содержание железа в воде может внести вклад в появление нервных патологий, развитие сахарного диабета, ухудшение работы суставов и затруднение умственной деятельности [2].

В настоящее время существует различные способы очистки воды от соединений железа, таких как: безреагентная очистка, реагентная очистка, очистка воды озоном, электромагнитным полем, обратным осмосом, аэрацией и др. В зоне Сибири и Дальнего Востока железо присутствует в подземных водах преимущественно в воде в двухвалентном состоянии Fe^{2+} в растворенной форме $Fe(HCO)_2$.

Обзор наиболее применяемых методов очистки воды от железа выявил, одним из простых и экономически целесообразных способов очистки природных вод от двухвалентного железа является окисление последнего кислородом воздуха с последующей очисткой от образовавшихся нерастворимых соединений трехвалентного железа с помощью разнообразных фильтров [3]. Но окисление достаточно долгий процесс, так как необходимо выдерживать в контакте с воздухом воду в течение суток, но для ускорения процесса можно использовать кавитационную обработку воды.

Данный метод также вызывает бактерицидный эффект, что позволяет чистить воду не только от химических элементов, но и от нежелательных микроорганизмов, такое свойство позволяет сэкономить на дополнительных степенях очистки.

Привлекательность применения волновой обработки для очистки воды связана в первую очередь с отсутствием необходимости использования химических реагентов, как результат – заметная экономия на постоянных расходах. Исследования, проведенные в [3] показали, что величина затрат при использовании кавитационного обеззараживания примерно в 10 раз ниже, чем при использовании озонирования, в три раза ниже, чем при хлорировании и в 1,6 раза ниже, чем при использовании ультрафиолетового облучения для обеззараживания.

По способу генерирования кавитация может быть акустической и гидродинамической. Для получения кавитации акустическим способом требуются дорогостоящие ультразвуковые генераторы, но гидродинамическая кавитация намного дешевле, что позволяет ее получать даже на не дорогих гидродинамических устройствах. Одним из примеров генерирования гидродинамической кавитации является прохождение потока жидкости через местное сужение с последующим резким расширением. После кавитационной обработки вода проходит через песчаный фильтр для удаления примесей и на выходе соответствует требованиям СанПиН 10-124 РБ 99.

При прохождении воды через волновое гидродинамическое устройство в жидкости реализуются волновые и кавитационные эффекты.

Физический эффект кавитационной обработки водных растворов заключается в следующем. В местах схлопывания кавитационных пузырьков локально возникают высокие давления (до 10000 атм), температуры (1000-10000 °С) и образуются волны разрежения-сжатия [6].

При наличии в кавитационном пузырьке достаточного количества кислорода или водорода могут осуществляться реакции трансформации радикалов. Присутствие радикалов Н и ОН при сонолизе воды было доказано методом «слиновых ловушек». Каждый из этих ультрахимических процессов осуществляется за время между двумя столкновениями частиц порядка 10-14 с [6]. В кавитационной камере появляется пероксида водорода и озон благодаря чему происходит так же деструкции и окислению органических загрязнений.

При волновой обработке вода максимально насыщается кислородом воздуха, что приводит к интенсификации процесса окисления ионов Fe^{2+} содержащихся в воде [7]. После того как ионы двухвалентного железа окислены, достаточно использовать фильтрующую систему образовавшихся соединений трехвалентного железа.

Стоимость очистки 1 м³ воды по описанному способу составляет около 14 рублей (не считая амортизационных затрат). Стоимость очистки 1 м³ воды на установках, осуществляющих аэрирование с последующей фильтрацией очищаемой воды через керамические мембраны, составляет 33 рубля (не считая амортизационных затрат) [4].

Таким образом, если использовать установку, приведенную в [4], для волновой обработки воды в режиме кавитации с последующей фильтрацией через песчаный фильтр, можно получить воду питьевого качества, без примеси железа наиболее экономичным методом. Использование данного метода очистки позволяет безопасно, и в то же время экономически целесообразно, использовать подземную воду в качестве питьевой.

Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2014 г». – Красноярск 2014. – 265 с.
2. Кулаков, В. В. Обезжелезивание и деманганация подземных вод: Учебное пособие / В.В. Кулаков, Е.В. Сошников, Г.П. Чайковский. – Хабаровск: ДВГУПС, 1998. 100 с.
3. Курбатов, А. Ю. Способы очистки воды от растворенного железа и марганца. Химическая промышленность сегодня / А.Ю. Курбатов, Н.А. Аснис, Т.А. Ваграмян Т.А. – Москва, 2012. № 4. – С.28-56.
4. Курбатов, А.Ю. Интенсификация процесса очистки воды от железа с применением волновых гидродинамических устройств, Дисс. ... канд. техн. наук. М. 2014. – 119 с.
5. Демиденко, Н. Д. Тепломассообмен и суперкавитация / Н.Д. Демиденко, В.А. Кулагин, Ю.И. Шокин, Ф.-Ч. Ли. – Новосибирск: Наука, 2015. – 436 с.
6. Демиденко, Н. Д., Кулагин В. А., Шокин Ю. И. Моделирование и вычислительные технологии распределенных систем: Монография, ред. чл.-корр. РАН А.М. Федотов. Новосибирск: Наука, 2012. – 424 с.
7. Николадзе, Г. И. Исследование процесса обезжелезивания вод в тонкослойных отстойниках, Повышение качества питьевой воды / Г.И. Николадзе, Г.И. Абдурасулов, В.М. Корабельников. – Москва, 1997. – С. 62-67.

