

рами, каждый из которых обладает компетентностью по одной системе менеджмента. В первом случае время проведения аудита может сократиться до 10 %.

Компания, в которой внедрена и сертифицирована ИСМ, более привлекательна для всех: для страховых компаний, инвесторов, акционеров, российских и зарубежных партнеров, потребителей и т. д. Сертификация ИСМ значительно расширит перспективы её дальнейшего роста и позволит существенно укрепить позиции предприятия на внешнем и внутреннем рынках. Международный опыт доказывает, что только те компании, которые смогли внедрить интегрированные системы менеджмента, могут достичь устойчивого успеха в бизнесе.

#### **Список использованных источников**

1. Руководство к интеграции систем менеджмента. / Д. А. Марцынкевич, А. В. Владимицев, О. А. Марцынкевич. – Москва : Русский регистр, 2008. – 122 с.
2. СТБ ИСО 10013-2000 Руководящие указания по разработке руководства по качеству. – Минск : Госстандарт, 2000. – 21 с.
3. СТБ ИСО 19011 – 2003. Руководящие указания по аудиту систем менеджмента качества и/или систем управления окружающей средой. – Минск : Госстандарт, 2003. – 28 с.

УДК 665.65

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ**

**Проф. Журавский Г.И., с.н.с. Матвейчук А.С.**

*Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси*

**С.н.с. Лисай Н.К.**

*ДП «Мостовская сельхозтехника»*

Основным отходом при добыче и переработке нефти, а также при транспортировке, хранении и использовании нефтепродуктов являются нефтесодержащие отходы (нефтешламы), которые при всем своем многообразии в соответствии с условиями их образования могут быть разделены на три основные группы – грунтовые, придонные и резервуарные. Первые образуются в результате проливов нефтепродуктов на почву в процессе производственных операций либо при аварийных ситуациях. Придонные шламы образуются при оседании нефтяных разливов на дно водоемов, а нефтешламы резервуарного типа – при хранении и перевозке нефтепродуктов в емкостях различной конструкции.

В последние годы нефтешламы – отходы II класса опасности – не принимаются на захоронение из-за переполнения полигонов промышленных отходов и накапливаются в специальных хранилищах, использующих нефтепродукты предприятий.

Поскольку данные виды отходов образуются в результате взаимодействия с конкретной по своим условиям окружающей средой и в течение определенного промежутка времени, то одинаковых по составу и физико-химическим характеристикам нефтешламов в природе не существует, их плотность составляет  $830 - 1700 \text{ кг}/\text{м}^3$ , а температура вспышки – диапазон от 35 до 120 °C. В нефтешламах резервуарного типа соотношение нефтепродуктов, воды и механических примесей (частицы песка, глины и др.) колеблется в широких пределах: 5 – 90 %, 1 – 52 % и 0,8 – 65 %, соответственно.

Для эффективного обезвреживания любого вида отходов интерес представляют технологии, наносящие минимальный экологических ущерб природной среде, имеющие низкие капитальные затраты и позволяющие получать вторичные ресурсы.

Все известные технологии переработки нефтешламов можно разделить на следующие группы: термические (сжижение, газификация, пиролиз); механические (перемешивание и физическое разделение); химические (экстрагирование с помощью растворителей, от-

вердение с применением добавок); физико-химические (электромагнитные, ультразвуковая обработка, воздействие ультрафиолетовым излучением) и биологические (микробиологическое разложение в почве непосредственно в местах хранения, биотермическая деструкция).

Сжигание – наиболее отработанный и используемый способ, осуществляется в печах различных конструкций при температурах не менее 1200 °С. В результате сгорания органической части отходов в отходящих газах присутствуют CO и CO<sub>2</sub>, пары воды, оксиды азота и серы, аэрозоль и др., а зола имеет в своем составе неподвижную форму тяжелых металлов. Сжигание нефтешламов в целях уменьшения их количества не является эффективным вследствие больших затрат и негативного влияния на окружающую среду. Компании многих стран мира, занимающиеся сжиганием отходов, сталкиваются с проблемой превышения нормируемых показателей содержания в выбросах опасных химических соединений (бенз(а)пирена и др.).

В качестве примера оборудования для сжигания жидких нефтесодержащих отходов можно привести российские трубобарботажные установки "Вихрь-1" и "Вихрь-2" производительностью 0,1 – 0,3 и 3 т/ч отходов, соответственно, работающие в комплексе с системами утилизации тепла и очистки дымовых газов.

Сжигание в псевдоожженном слое – относительно новая технология обезвреживания нефтешламов. Основными операциями данного вида переработки являются: удаление крупных частиц из отходов, обезвоживание до 50%-ной влажности, измельчение отходов, сушка, сжигание, очистка отходящих газов. Технология является перспективной, однако оборудование требует в 2-3 раза более высоких капитальных затрат по сравнению с обычными вращающимися печами.

Отличительная особенность газификации от сжигания состоит в том, что в реакторе газовая фаза имеет восстановительные свойства, что подавляет образование оксидов азота и серы, а после газификаторов образуется значительно меньшее количество вредных химических соединений в газообразных выбросах, чем после печей сжигания.

Газификация осуществляется в вихревых реакторах или печах с кипящим слоем при температурах 600 – 1100 °С в атмосфере газифицирующего агента (воздух, кислород, водяной пар, CO<sub>2</sub> или их смесь). В результате реакции образуются синтез-газ (H<sub>2</sub> и CO), туман из жидких смолистых веществ и др. Зола, остающаяся после газификации, может содержать остаточный углерод и соли тяжелых металлов, растворимые в воде. После проверки золы на отсутствие, диоксинов и тяжелых металлов в подвижной форме она может быть направлена на захоронение.

Пиролиз нефтесодержащих отходов проводят при температуре 600 – 800 °С с вакуумированием реактора. При этом протекают реакции коксо- и смелообразования, деструкции высокомолекулярных соединений на низкомолекулярные (в жидком и газообразном виде), а при наличии в отходах серы – реакции образования H<sub>2</sub>S и меркаптанов. Процесс пиролиза чувствителен к влажности нефтешламов и размерам находящихся в них абразивных частиц, что сказывается на стоимости переработки и возможности ее применения.

Процесс пиролиза нефтеотходов активно исследовался в России во Всероссийском НИИ железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ), в Германии – в Тюригенском университете и в научном секторе фирмы ALFA LAVAL (Франция).

Многосекционная установка пиролизного обезвреживания нефтесодержащих отходов, разработанная ВНИИЖТ, оборудована гидросепаратором для предварительной сортировки нефтеотходов (мусор, загрязненный нефтепродуктами, ветошь, нефтешлам моечных машин, отработанные масла и смазки и т. д.). Производительность пиролизной установки – 50 кг/ч по исходному сырью. Температура в первой секции реактора при получении углеродного адсорбента – 900 °С. Выход нефтяного конденсата от исходного количества нефтешлама – 20 %, пиролизного газа – 10 %, адсорбента – 50 %.

Механическая переработка нефтесодержащих отходов подразумевает извлечение из них нефти, воды и твердых остатков с последующим использованием отделенных компонентов, например, твердых остатков в химической или дорожно-строительной промышленности в качестве сырья. Механическое обезвоживание производится в различного ро-

да уплотнителях и разделочных резервуарах, а также при помощи фильтрования, гидроциклонирования, центрифугирования.

Сложность обработки нефтешламов объясняется тем, что шлам представляет собой эмульсию, трудно подвергающуюся сепарированию, и является весьма неоднородным продуктом, состав и свойства которого варьируются в зависимости от места и способа его образования. В настоящее время наметилась четкая тенденция по раздельной переработке и утилизации эмульсионных и донных нефтешламов. Первые предварительно деэмульгируются на различных аппаратах.

Химические методы обезвреживания нефтесодержащих отходов основаны на использовании химических реагентов, которые также должны полно и достаточно просто регенерироваться с небольшими энергозатратами. Известно использование в качестве растворителей фреонов, спиртов, водных растворов ПАВ. Конечными продуктами химических методов переработки являются регенерированные нефтепродукты (дизтопливо, мазут и др.) или химические составы с меньшим классом опасности, пригодные дальнейшего использования. Например, в Японии разработан способ химического обезвоживания жидких нефтесодержащих отходов, основанный на добавлении к ним порошкообразного реагента, содержащего 85,4 – 91,4 % негашёной извести, 7,2 – 10,5 % силиката кальция, 1,2 – 3,9 % силиката алюминия и 0,2 % красителя. Полученную смесь после сушки применяют в производстве строительных материалов.

Физико-химические методы не обладают универсальностью, однако могут дать наивысший результат, используя отходы как сырье для получения полезного продукта. Например, электромагнитный способ обработки основан на термическом эффекте при взаимодействии электромагнитного излучения с веществом. В сверхвысокочастотных полях происходит быстрый и равномерный прогрев отходов, при этом протекают реакции дегидратации, диссоциации карбонатов, окисления и даже плавления.

Также эффективен для очистки грунта от нефтепродуктов и ультразвук. При кавитационных разрывах жидкости происходит ионизация и активация молекул, стимулирующие окисление и полимеризацию углеводородных молекул.

Нефтешламы содержат тяжелые фракции нефтепродуктов, не подвергающиеся эмульгированию в воде при обычных условиях. Использование биологических способов для переработки таких отходов позволяет десорбировать тяжелые углеводороды и перевести их в водные эмульсии. Однако более быстрым и экономически выгодным способом является предварительное растворение нефтешламов в жидком парафине, который одновременно является стимулятором роста микроорганизмов. Биотехнология относится к числу наиболее перспективных технологий обезвреживания и переработки отходов.

Комплексные схемы обработки нефтесодержащих отходов применяются в случае невозможности достижения одностадийности процесса. Комплексная переработка может включать ряд последовательных операций: отстаивание, флотацию, дегазацию, кондиционирование, осушку, обработку коагулянтами и флокулянтами, уплотнение, разделение и др.

Эффективным способом переработки нефтесодержащих отходов является технология парового термолиза нефтешламов, разработанная в Институте тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларусь. Конечными продуктами переработки являются горючие газы и жидкие углеводороды, пригодные для использования в качестве сырья (аналога нефти).

Для реализации вышеуказанного процесса разработан технологический процесс и оборудование, состоящее из реакторного модуля, блока очистки и охлаждения вырабатываемого горючего газа и жидких углеводородов, энергетического модуля и системы кондиционирования продуктов переработки.

Выполненные в Институте работы показали принципиальную возможность и перспективность использования парового термолиза для переработки различных видов нефтесодержащих отходов, а также для повышения качественных показателей высоковязкой нефти.

Таким образом, мероприятия, связанные с переработкой нефтешламов, имеют два аспекта – экологический и экономический. Несмотря на важность и необходимость восстановления окружающей среды, предпочтение отдается технологиям, обеспечивающим покрытие затрат на переработку отходов и приносящим прибыль за счет использования выходных продуктов в виде тепла, строительных или каких-либо других материалов.

#### Список использованных источников

1. Аристархов, Д. В. Паровой термолиз органических отходов / Д. В. Аристархов [и др.]. – Минск : ИТМО НАНБ, 2001. – 135 с.
2. Рожновский, И. А. Термические технологии переработки органических отходов / И. А. Рожновский, А. С. Матвеичук. – Минск : Юнипак, 2005. – 120 с.

УДК 628.39:685.34

## УЛАВЛИВАНИЕ И УТИЛИЗАЦИЯ КОЖЕВЕННОЙ ПЫЛИ ОБУВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Студ. Титова Ю.Н., доц. Потоцкий В.Н.*

УО «Витебский государственный технологический университет»

Аспирационные системы вентиляции являются одними из действенных средств защиты воздушной среды производственных помещений и окружающей атмосферы. Правильно спроектированные и грамотно эксплуатируемые пылеулавливающие системы способствуют снижению профессиональных заболеваний, повышению производительности труда, улучшению качества продукции, а также позволяют обеспечить пожаро- и взрывобезопасность, увеличить срок службы технологического оборудования.

Операции фрезерования, взъерошивания, шлифования деталей относятся к самым запыленным. Так, при фрезеровании затяжной кромки верха обуви образуется, кроме стружки, легкая, долго витающая пыль. Причем пылевые частицы, витающие в воздухе, имеют размеры от 0,5 до 2 мкм, содержание которых в рабочей зоне может достигать 20–30 мг/м<sup>3</sup>. Наиболее важными характеристиками пыли являются дисперсность и пожаро-взрывоопасность, а для разработки оптимальной конструкции аспирационных устройств – плотность и дисперсность. Важным свойством кожевенной пыли является ее сильно развитая поверхность, которая и определяет адсорбционную способность пыли, склонность к электризации и в значительной степени, ее химическую активность. Наиболее взрывоопасными являются фракции кожевенной пыли до 250 мкм, а иногда и до 500 мкм. При взъерошивании верха обуви образуется до 30 % такой пыли.

Способность адсорбировать пары растворителей, а также кислород, адсорбированный на пылевых частицах, облегчает процессы окисления-восстановления пылевоздушных аэрозолей, что значительно повышает пожаро- и взрывоопасность пылевидных отходов. В производственных условиях значительную опасность представляет не только взвешенная, но и осевшая пыль. При возникновении даже самой небольшой локальной вспышки осевшая пыль быстро переходит во взвешенное состояние, что приводит к образованию вторичного, более сильного пылевого взрыва. Взрывная ударная волна, опережая фронт пламени, приводит во взвешенное состояние по пути своего движения все большее и большее количество пыли, вызывая тем самым более сильные взрывы.

Для улавливания и удаления пыли при взъерошивании верха обуви, которая ранее оседала, и за счет компонентов «пурпур», налипала на оборудование, внутренние части воздуховодов, была разработана система пневмотранспорта с пылеприемником местного отсоса пыли. Принцип действия системы состоит в том, что при взъерошивании заготовки обуви при помощи фрезы пыль попадает в зону разреженного воздуха и всасывается в отверстие пылеприемника. Фреза приводится в движение пневмтурбиной от компрессорного воздуха. Пылеприемник состоит из двух частей, одна из которых вращается относительно другой, что облегчает прочес взъерошивания при сложном профиле заго-