

УДК 628.544

С.Ю. Воробьева, e-mail: stasyaing@gmail.com;

М.С. Шпинькова; И.А. Мерициди, к.т.н., РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина

ПЕРЕРАБОТКА НЕФТЕШЛАМОВ, БУРОВЫХ ШЛАМОВ, НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ГРУНТОВ МЕТОДОМ РЕАГЕНТНОГО КАПСУЛИРОВАНИЯ

Проблема утилизации отходов нефтегазовой промышленности – нефтешламов, буровых шламов, нефтезагрязненных грунтов (далее – шламов) – не нова и в настоящее время принимает более острый характер в связи с ужесточением законодательства в области экологии – увеличением платы за негативное воздействие на окружающую среду.

Требуется создание установок с производительностью, измеряемой миллионами тонн шламов в год, и их промышленное внедрение. На уровне лабораторных исследований многие технологии оказываются эффективными в решении данной проблемы, но практическая их реализация наталкивается на многочисленные сложности технического и экономического характера.

Создание надежного оборудования и обеспечение непрерывного процесса переработки – задача более трудная, чем разработка одной лишь технологии обезвреживания шламов. Основные требования к технике для переработки шламов – высокая производительность, надежность, экологичность, гибкость в управлении, устойчивость режима при изменении свойств перерабатываемых отходов, высокий уровень автоматизации [3].

Сегодня наиболее распространенная технология обезвреживания шламов (помимо захоронения, которое не решает экологической проблемы) – сжигание. Этот метод универсален: шлам не требует предварительной подготовки, то есть выделения из него растений, камней, мусора, нефтепродуктов. Объем переработанного продукта (золы)

в десятки раз меньше объема исходного шлама. Но при сжигании в атмосферу выделяется большое количество вредных газов, требующих очистки. Кроме того, как правило, влажность шламов очень высока, поэтому для их сжигания нужно большое количество энергии, т.е. сжигание – весьма дорогой процесс.

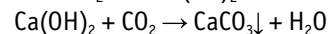
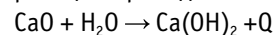
Предложение альтернативных методов переработки и обезвреживания шламов на уровне публикаций и исследований нарастает с каждым годом.

Предлагаются биологические методы, подразумевающие внесение бактерий, культур грибов, растений в загрязненную почву, позволяющие обеспечить наиболее полную очистку шламов от нефтепродуктов, но этот процесс длительный и требует обеспечения определенных условий – температуры, влажности и др.

Механические методы – отмыв шлама, разделение, сепарирование и др. – трудно реализовать в связи с многообразием свойств перерабатываемого сырья, его неоднородность и нестабильность очень негативно сказываются на эффективной работе оборудования и вообще на его работоспособности. Так, шлам, взятый из разных частей одного шламового

амбара, может иметь совершенно отличный состав: влажность и содержание углеводов могут достигать до 70% и более, содержание механических примесей различного происхождения с размерами от 5 до 500 мм – до 80% (камни, ветки, мусор).

Химические методы (обработка реагентами) обеспечивают получение из отходов товарной продукции, например строительных материалов. С этой точки зрения одна из наиболее эффективных технологий – реагентное капсулирование [1, 2, 4]. Она заключается в физико-механическом превращении отхода в нейтральный для внешней среды материал, каждая частица которого покрыта гидрофобной оболочкой из карбоната кальция, образующегося при гашении извести в присутствии воды и углекислого газа. Соответствующие химические реакции приведены ниже.



Реакция гашения извести – экзотермическая, температура смеси может достигать 80 °С, что вызывает испарение излишней влаги и гибель микроорганизмов и делает тем самым возможным обезвреживание отходов, оказывающих негативное бактериологическое



Рис. 1. Нефтешлам (слева) и обезвреженный продукт (справа)

воздействие на окружающую среду, например иловых осадков, отходов животноводства.

Технически метод реализуется в перемешивании отхода с реагентом – негашеной известью – и модификаторами в смесителе или смесителе-грануляторе. Образующиеся гранулы после вызревания в течение суток и более обладают высокой прочностью, и скорость выделения содержащихся в капсуле загрязняющих веществ (углеводородов, тяжелых металлов) в окружающую среду снижается в сотни раз по сравнению с исходным шламом. Принцип технологии – герметизация загрязняющих веществ – делает ее применимой ко многим видам отходов промышленности, коммунального хозяйства и других сфер деятельности человека – нефтешламам, буровым шламам, нефтезагрязненным грунтам, иловым осадкам, отходам животноводства. В результате шлам превращается в сыпучий материал, каждая частица которого покрыта мелкокристаллической коркой (оболочкой) из карбоната кальция (рис. 1).

В ОАО «Северные магистральные нефтепроводы» в г.Ухта Логуновой Ю.В., Гержбергом Ю.М. в 2003 году проводилось исследование на устойчивость капсулированных нефтезагрязненных материалов различного срока хранения (до 6 лет) при воздействии на них природных и техногенных факторов. Капсулированный материал, полученный при обезвреживании нефтепарафиновых осадков ОАО «Северные магистральные нефтепроводы», был использован в качестве подсыпки под резервуары для нефти типа РВС. Опре-

делялась стойкость капсул в течение длительного времени при воздействии на них основных природных факторов – морозов, нахождения в воде, кислотных дождей, а также оценивалось их влияние на окружающую среду. В результате выяснилось, что прочность карбонатных оболочек растет со временем, механического разрушения и выделения нефтепродуктов не происходит, токсичность отсутствует. Это свидетельствует о высокой эффективности метода реагентного капсулирования и о перспективности его использования для обезвреживания нефтесодержащих отходов.

Необходимое соотношение шлама и негашеной извести определяется путем лабораторных экспериментов и составляет, по данным источников [1, 2, 5], $1:0,8 \div 1,2$, то есть для обезвреживания тонны шлама необходима в среднем тонна извести. Стоимость извести высока – от 4,5 тыс. рублей за тонну, и этот фактор создает экономические затруднения при внедрении технологии реагентного капсулирования. Проблему можно решить, заменив часть дорогого компонента (извести) на более дешевый, но не снижающий эффективность обезвреживания, например золу уноса ТЭЦ (зольную пыль). Содержащиеся в ней оксиды кремния и алюминия способствуют гранулообразованию.

По рекомендациям [6, 7] соотношение шлама и извести составляет $1:0,08 \div 0,30$, но предъявляются более высокие требования к качеству реагента (степени помола, активности и химической чистоте) и к качеству перемешивания. Соблюдение этих требований – также

один из возможных путей снижения стоимости переработки шламов.

Исследователями кафедры машин и оборудования нефтяной и газовой промышленности и кафедры промышленной экологии Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина была проведена серия лабораторных экспериментов по обезвреживанию нефтешлама. После химического анализа продукта переработки образца нефтешлама с заменой части извести на золу уноса ТЭЦ были получены следующие результаты (табл. 1) (анализ продукции проводился в АНО «Независимый институт экспертизы и сертификации»).

Как видно из таблицы, эффективность обезвреживания нефтешлама очень высока, содержание углеводородов в водной вытяжке переработанного продукта не превышает предельно допустимой концентрации, что делает технологию реагентного капсулирования не только экологически, но и экономически эффективной.

Как уже было сказано, свойства обезвреженного продукта зависят от качества перемешивания с реагентами в смесителе и качества самих реагентов, т.к. использование извести низкой реакционной способности приводит к снижению температуры реакции и, соответственно, эффективности обезвреживания.

В лабораторных условиях обеспечить гомогенизацию смеси шлама с реагентами не так сложно, как при практической реализации технологии.

Лидером в производстве смесительного оборудования для переработки шламов

Таблица 1. Результаты анализов нефтешлама и переработанного продукта

| ТИП ПРОДУКТА | РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВОДНОЙ ВЫТЯЖКИ | | | | ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ, % | |
|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------|--------------|
| | pH | Щелочность, мг•экв/кг | ХПК, мг/кг (O ₂) | Углеводороды, мг/кг | ХПК | Углеводороды |
| Исходный | 7,8 | 26,6 | 15484 | 210,0 | - | - |
| После 30 суток карбонизации | | | | | | |
| Переработанный | 11,8 | 615 | 4300 | 0,6 | 72,2 | 99,7 |

методом реагентного капсулирования является немецкая компания Lödige. Их смесители периодического и непрерывного действия типа «Плужный лемех» обеспечивают тщательное перемешивание отходов с реагентами и образование гранул. Существует мобильная установка для смешивания сточных шламов: на базе грузовика на роллинг-раме смонтированы приемный бункер, шнековый транспортер, смеситель, система дозирования и подачи реагентов. Ее производительность – от 1 до 15 м³/час в зависимости от типоразмера. Недостатком данной установки являются жесткие требования к входному шламу, в частности не допускается попадание в смеситель мусора и частиц размером более 5 мм из-за небольшого зазора между внутренней стенкой смесителя и поверхностью рабочего органа – лемеха.

Это требование предъявляется и к смесителям других типов, использование которых возможно для гомогенизации смеси шлама с реагентами, например шнековым, ленточным, лопастным, т.к. попадание крупных включений может привести к заклиниванию рабочего органа.

Авторами статьи [1] Логуновой Ю.В., Гержбергом Ю.М. была предложена опытно-промышленная установка для обезвреживания основных видов нефтезагрязненных материалов методом реагентного капсулирования, состоящая из механического классификатора шлама, реактора-смесителя СШ-2В-700, резервуаров и бункеров хранения шлама, воды и реагента, дозаторов и устройств загрузки-разгрузки продуктов (шнековый и ленточный транспортеры).

В Институте экологической безопасности, г. Курск, был разработан механизированный мини-завод переработки нефтемаслоотходов и нефтешлама «ЭКО-5» (Механизированный мобильный промышленно-технологический комплекс ПТК-ИНСТЭБ-ЭКО-5) на основе смесителя КРОТ-5, предназначенный

для утилизации жидких, пастообразных нефтемаслоотходов и нефтезагрязненных земель с помощью препарата «Эконафт» и включающий в себя силос на 30–60 т для хранения извести, спиральный конвейер для измельчения и подачи «Эконафта» в смеситель, дозатор модификатора, погружной нефтешламовый насос, измельчитель нефтешлама, ленточный транспортер для выгрузки обезвреженного продукта, электрощит с системой управления и автоматизации и другое оборудование.

На Западе технология реагентного капсулирования известна как технология DKR. Опыт ее использования есть у австрийской компании «Фёст-Альпине ГмБХ»: в частности, разработчиками компании создана мобильная установка по переработке нефтесодержащих отходов производительностью до 20 т в час. Она состоит из гомогенизатора, реактора гидратации, дозатора реагента и устройств для подачи и отвода загрязненного материала.

Оборудование предложено, но на российском рынке так и нет ни одной реально работающей установки по обезвреживанию шламов методом реагентного капсулирования (по крайней мере, нет публикаций об их работе). Почему? С нашей точки зрения, причина кроется в огромном разнообразии составов и физико-химических и механических свойств отходов и, следовательно, необходимости выработки рецептуры обезвреживания и технологического режима обработки для каждого конкретного вида отхода. В условиях промышленной переработки невозможно для каждого вида отхода подбирать количество реагента и воды, время перемешивания, т.е. технологический режим смесителя, особенно в случае непрерывного процесса. Поэтому первым этапом в переработке шламов методом реагентного капсулирования является стабилизация физико-механических характеристик шламов, т.е. доведение

их до одинакового состояния перед подачей в смеситель.

Исследования, проведенные в Российском государственном университете нефти и газа имени И.М. Губкина, показали, что получить товарный продукт в виде гранул или песка при обезвреживании шлама можно, обеспечив постоянные свойства сырья на входе в смеситель, в частности влажность и гранулометрический состав. Оптимальным подготовленным шламом (сырьем) является смесь без крупных комьев, мусора, с влажностью до 50% (по результатам лабораторных экспериментов). Если влажность сырья превышает указанную, то переработанный продукт имеет вид пластичной массы, что замедляет его последующее высыхание и вызревание. Попадание в смеситель крупного мусора, как уже говорилось ранее, может вызвать поломку оборудования. Поэтому подготовка шлама к подаче в смеситель необходима и является еще более сложной задачей, нежели тщательное перемешивание. Возможно, отсутствие эффективного оборудования, позволяющего решить данную задачу, и является одной из причин неудач при внедрении технологии реагентного капсулирования российскими производителями.

Как показывает опыт, применение только механических классификаторов (грохотов, сит) не способно обеспечить отделение посторонних включений из шлама. Эффективнее разбавлять шлам водой, разбивая струей комки. Всплывающие углеводороды и щепки, ветки, растения следует собирать с водной поверхности и подвергать утилизации. Фактически шлам подвергается отмыву. Далее следует снизить влажность сырья примерно до 50%, например в шнековом прессе или другом отжимном устройстве, т.к. гашение извести произойдет быстрее, чем она успеет распределиться рабочими органами смесителя в массе шлама, если в нем будет много воды.

После этого сырье готово к подаче в смеситель для реагентного капсулирования. Обеспечение на входе смесителя постоянных свойств подготовленного шлама позволит унифицировать процессы обезвреживания, использовать отработанную технологию и упростить управление комплексом. Переработанный продукт используется в качестве строительного материала для

отсыпки дорог: ГеоГранулята согласно ТУ 5711-004-81436713-2011, рекультиванта – ГеоРекультиванта согласно ТУ 2189- 006- 81436713- 2011, удобрения для кислых почв – ГеоКальцита согласно ТУ 2189 -002-81436713-2011. Комплексное воздействие, состоящее из отмыва шлама (подготовки к смешиванию) и реагентного капсулирования, обеспечит экологически

и экономически эффективную переработку нефтезагрязненных материалов, производство товарной продукции, а также ликвидацию накоплений другого отхода – золы уноса ТЭЦ, используемой в качестве дополнительного реагента в процессе капсулирования отходов, усиливающего прочность каркаса капсул и снижающего стоимость переработки шлама.

Литература:

1. Гержберг Ю.М., Цхадая Н.Д., Попов А.Н., Овчар З.Н. Реагентное обезвреживание отходов нефтегазовой промышленности. Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. №3, 2003 г.
2. Литвинова Т.А., Винникова Т.В., Косулина Т.П. Реагентный способ обезвреживания нефтешламов. Экология и промышленность России. Октябрь 2009 г.
3. Парфенюк А.С., Веретельник С.П., Кутняшенко И.В., Топоров А.А., Мельниченко А.Г. Проблема создания промышленных агрегатов для утилизации твердых углеродистых отходов. «Кокс и химия». №3, 1999.
4. Техника и технология локализации и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов: Справ./ И.В. Ботвиненко, И.С. Дубинова, В.Н. Ивановский и др.; под ред. И.А. Мерициди. – СПб.: НПО «Профессионал», 2008.
5. Ягудин Н.Г. Современные направления переработки шламов предприятий нефтехимии и нефтепереработки. М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2005.
6. ΑΣΒΕΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΙΑΥΩΝ ΑΠΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ Α. Ανδρεαδάκης1, Δ. Μαμάνης1, Γ. Ντινοπούλου2 και Α. Τζίμας3, 1Εργαστήριο Υγειονομικής Τεχνολογίας, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, ΕΜΠ, Ηρώων, 2009.
7. The estimation quicklime, mixing up for oil correction, has polluted soils. V. Schifano, K. Makleoda, H. Xedloub. Journal of Hazardous Materials (2007) 395.

Ключевые слова: реагентное капсулирование, химическое капсулирование, нефтешлам, буровой шлам, переработка отходов, обезвреживание.

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

КОПЕЙСКИЙ ЗАВОД ИЗОЛЯЦИИ ТРУБ

НАНЕСЕНИЕ АНТИКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ (ДВУХ- И ТРЁХСЛОЙНЫХ) НА ОСНОВЕ ЭКСТРУДИРОВАННОГО ПОЛИЭТИЛЕНА НА НАРУЖНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ СТАЛЬНЫХ ТРУБ ДИАМЕТРОМ ОТ 159 ДО 1420ММ.

НАНЕСЕНИЕ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ НА НАРУЖНУЮ И ВНУТРЕННЮЮ ПОВЕРХНОСТЬ СТАЛЬНЫХ ТРУБ ДИАМЕТРОМ ОТ 159 ДО 1420ММ. ДЛЯ ПОДЗЕМНЫХ И НАЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ В СООТВЕТСТВИИ С ПРОЕКТОМ ИЛИ ТРЕБОВАНИЯМИ ЗАКАЗЧИКА.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ГНУТЫХ ОТВОДОВ МЕТОДОМ ХОЛОДНОГО ГНУТЬЯ ИЗ СТАЛЬНЫХ ТРУБ ДИАМЕТРОМ ОТ 219 ДО 1420ММ

ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ ТРУБ В СОБСТВЕННОЙ ЛАБОРАТОРИИ ПУТЕМ ПРОВЕДЕНИЯ:
 - НЕРАЗРУШАЮЩЕГО УЗК И РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ПРОКАТА;
 - СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МЕТАЛЛА;
 - МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ;
 - ГИДРОИСПЫТАНИЙ ТРУБ ДИАМЕТРОМ 720 И 1020 ММ.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТРУБ ВКЛЮЧАЕТ В СЕБЯ:
 - ОЧИСТКА ОТ НАРУЖНОЙ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБ Б/У ГИДРОКЛИНЕРОМ;
 - ВНУТРЕННЯЯ ОЧИСТКА ТРУБ Б/У;
 - ВИЗУАЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ;
 - МЕХАНИЧЕСКАЯ И ОГНЕВАЯ ТОРЦОВКА КОНЦОВ ТРУБ;
 - РЕМОНТ КОРРОЗИОННЫХ ДЕФЕКТОВ;
 - НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ;
 - ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ СВАЙ ИЗ ТРУБЫ ДИАМЕТРОМ 159-1420 ММ, ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЖИЛЫХ И НЕЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ, ДОРОЖНЫХ И ПОРТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ, А ТАКЖЕ В КАЧЕСТВЕ ОПОР ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ, КАК В ГРУНТЕ, ТАК И В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ С ПОГРУЖЕНИЕМ В ВОДУ.

ВСЯ ПРОДУКЦИЯ ООО «КОПЕЙСКИЙ ЗАВОД ИЗОЛЯЦИИ ТРУБ» СЕРТИФИЦИРОВАНА В СООТВЕТСТВИИ С ГОСТ Р ИСО 9001-2001 И СТО ГАЗПРОМ 9001-2001. ПРЕДПРИЯТИЕ ИМЕЕТ СЕРТИФИКАТ «ТРАНССЕРТ». ПРОИЗВОДСТВО НА ООО «КОПЕЙСКИЙ ЗАВОД ИЗОЛЯЦИИ ТРУБ» ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ НА ОСНОВАНИИ ТУ, СОГЛАСОВАННЫХ ОАО «ВНИИСТ» И ООО «ВНИИГАЗ».

ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛ., Г. КОПЕЙСК, УЛ. МЕЧНИКОВА, 1
 ТЕЛЕФОН/ФАКС: (35139) 20-981, (35139) 20-982
 E-MAIL: KZIT@KZIT.RU WWW.KZIT.RU

