

УДК 665.6

Термический способ переработки нефтяных шламов

© Н.С. Филиппов¹, Е.В. Янчуковская²Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г. Иркутск, Российская Федерация

Актуальность данной работы обусловлена поиском экономичной и экологически чистой технологии утилизации нефтяных шламов как основного отхода нефтедобычи и нефтепереработки. Нефтешламы – это смеси нефтепродуктов, минеральных примесей и воды различных соотношений. Сравнение технологий их переработки и обезвреживания указывает на большую эффективность термического способа. Экологически безопасным и менее затратным экономически оказывается пиролиз. Показаны возможности применения СВЧ-излучения как способа подвода тепла для разложения нефтешламов. Предложена трехстадийная система очистки образующихся дымовых газов, разработанная для утилизации твердых бытовых отходов, иловых остатков сточных вод, отходов гидролизного производства.

Ключевые слова: экология, нефтяной шлам, обезвреживание, способы утилизации, пиролиз, СВЧ-излучение, дымовые газы, очистка

Thermal method for processing oil sludge

© Nikita S. Filippov, Elena V. Yanchukovskaya

Irkutsk National Research Technical University,
Irkutsk, Russian Federation

The relevance of this work is due to the search for an economical and environmentally friendly technology for the disposal of oil sludge as the main waste of oil production and refining. Oil sludge is a mixture of petroleum products, mineral impurities and water of various proportions. Comparison of technologies for their processing and neutralization indicates the greater efficiency of the thermal method. Pyrolysis is environmentally friendly and less expensive economically. The article shows the possibilities of using microwave radiation as method of supplying heat for the decomposition of sludge. The article proposes a three-stage flue gas purification system developed for the disposal of solid household waste, sewage sludge, hydrolytic production wastes.

Keywords: ecology, oil sludge, neutralization, methods of disposal, pyrolysis, microwave radiation, flue gases cleaning

Одно из основных направлений устойчивого развития общества – деятельность по обеспечению его экологической безопасности. Ситуация, сложившаяся в области использования, обезвреживания, хранения и захоронения отходов, ведет к опасному загрязнению окружающей среды, нерациональному использованию природных ресурсов, экономическому ущербу и представляет угрозу здоровью населения. Первоочередной задачей снижения негативного воздействия промышленных отходов на среду обитания человека является переработка и обезвреживание различных их видов и выбросов в атмосферу.

В частности, существует проблема утилизации нефтешламов, образующихся при нефтедобыче, нефтепереработке, транспортировке нефти, а также всевозможных авариях (разливах). Также должны утилизироваться нефтешламы, образующиеся при очистке емкостей, резервуаров, участков конденсатопроводов, шлам-реагентного обеззараживания сточных вод.

Нефтяные шламы – это сложные физико-химические смеси, разнообразные по составу и физико-техническим свойствам, представленные нефтепродуктами (10–56 масс. %), минеральными примесями (глина, окислы металлов, песок) (1,3–46 масс. %) и водой (30–85

¹ Филиппов Никита Сергеевич, студент группы ХТОбп-15-2 Института высоких технологий, e-mail: nikituan123@yahoo.com

Nikita S. Filippov, a student of High Technologies Institute, e-mail: nikituan@yahoo.com

² Янчуковская Елена Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры химической технологии Института высоких технологий, e-mail: lenyan@istu.edu

Elena V. Yanchukovskaya, Cand. Sci. (Technics), Associate Professor of Chemical Technology Department of High Technologies Institute, e-mail: lenyan@istu.edu

масс. %); их соотношение колеблется в широких пределах. Основной компонент нефтешламов (углеводородный) представлен различными соединениями, которые в результате длительного хранения преобразовываются в другие соединения, часто в токсические продукты органического происхождения [1].

В зависимости от способа образования и физико-химического состава нефтяные шламы делятся следующим образом: природные, образующиеся на дне водоемов после разлива нефти; образующиеся при бурении скважин, в процессе добычи нефти; резервуарные; грунтовые, являющиеся продуктом соединения почвы и пролившейся на нее нефти.

В России ежегодно образуется более 3 млн т нефтешламов. Их количество на отдельных предприятиях колеблется от 578 до 2510 т/г. Согласно официальным исследованиям, запасы нефтешламов в стране составляют 100 млн т. В мире объемы образования нефтяных отходов, куда входят и нефтешламы, достигают 10 млрд т. На площадках многих структур «Газпрома» накоплено большое количество нефтесодержащих отходов, которые нельзя рассматривать как вторичные материальные ресурсы и которые подлежат обезвреживанию. Наиболее крупнотоннажными отходами являются нефтешламы с избыточными активными илами водоочистных сооружений нефтеперерабатывающих и нефтехимических комбинатов.

Предприятия вынуждены хранить на своей территории нефтешламы из-за недостаточного количества специальных полигонов или из-за отсутствия установок по их переработке, что может привести к интенсивному загрязнению почвы, воздуха и грунтовых вод. Часто нефтесодержащие отходы сжигают на месте без очистки отходящих газов, загрязняющих атмосферу.

Законодательство многих стран, в том числе и России, стимулирует вовлечение промотходов в хозяйственный оборот в качестве вторичных сырьевых ресурсов. Создание промышленных технологий и оборудования для утилизации и переработки нефтешламов в экологически безопасную продукцию находится пока на начальной стадии, на этапе создания пилотных установок.

Разрабатываемые процессы затратные и, как правило, имеют низкую экономическую эффективность. Для одного предприятия строительство установок по обезвреживанию отходов экономически не выгодно, решить проблему можно или на региональном уровне строительством установок по переработке отходов для всех предприятий, или на местном уровне путем создания установок малой производительности для обезвреживания отходов непосредственно на объекте отрасли. Поэтому важным является организация научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, создание эффективных средств и методов [2].

Ряд причин указывает на необходимость утилизации нефтешламов: они загрязняют земную поверхность, воздушный бассейн, подземные и поверхностные воды и вызывают болезни; на шламонакопителях часто возникают пожары; амбары для хранения отходов занимают большие площади, поэтому нефтешламы часто сжигают; они содержат ценное углеводородное сырье, которое можно превращать в такие товарные продукты, как углеводородный газ, компоненты печного топлива, золу.

Выбор способа переработки и обезвреживания нефтяных шламов зависит от количества содержащихся в шламе нефтепродуктов [3]. В качестве основных способов используются биологические, химические, физико-химические и термические.

Биологический способ с применением специальных штаммов бактерий и биогенных добавок имеет простое аппаратное оформление, но отличается небольшой производительностью и невозможностью использования при низких температурах, требует значительных земельных участков.

Химический способ утилизации нефтешламов основан на использовании большого количества растворителей: низкокипящих парафиновых углеводородов, широкой фракции легких углеводородов и других. Эффективность процесса высокая, но требуется специальное оборудование.

У физико-химических способов переработки небольшие капитальные и эксплуатационные затраты, они экологически безопасны, но необходимо специальное оборудование; они неприменимы для труднорасплаиваемых высоковязких нефтешламов; для них характерна высокая стоимость реагентов [4].

Термический способ представлен следующими разновидностями:

- сжигание в топках и печах различного типа и конструкций (способ требует больших затрат на очистку и нейтрализацию дымовых газов);
- сушка в сушилках различных конструкций (необходим большой расход тепла);
- пиролиз (выделяется большое количество продуктов сгорания);
- соединение термической сепарации, пиролиза и сжигания (высокие энергетические затраты).

Известно о применении таких способов обезвреживания и переработки нефтяных шламов:

- сжигание в виде водных эмульсий с утилизацией выделяющегося тепла;
- обезвоживание с возвратом нефтепродуктов в производство;
- отверждение специальными составами;
- переработка на газ и парогаз;
- использование в качестве сырья для разных отраслей народного хозяйства;
- физико-химическое разделение на составляющие фазы с последующим их использованием.

В качестве базовых рекомендуются термические и химические способы обезвреживания, которые позволяют осуществить переработку нефтешламов силами предприятий за счет установки на объектах компактных установок небольшой производительности.

Оба способа позволяют утилизировать различные виды отходов, в том числе образующиеся в результате очистки сточных вод нефтесодержащие осадки, жидкие нефтеотходы и избыточные активные илы из очистных сооружений; нефтешламы, появляющиеся при зачистке технологического оборудования и резервуаров и накапливающиеся в амбарах; продукты от продувки сепараторов, разделителей и пылеуловителей.

Наиболее эффективным считается термический метод обезвреживания нефтяного шлама, в частности технология пиролиза, которая экологически более безопасна, чем сжигание, менее экономически затратна, чем сжигание и биологический способ, и более производительная в сравнении с комплексной переработкой.

Пиролиз позволяет получать товарные продукты из нефтешламов в большом объеме с рециклом вторичных материалов.

С целью уменьшения числа аппаратов, сокращения необходимого объема реакционных зон, повышения коэффициента теплопередачи, увеличения скорости процесса и уменьшения времени разложения нефтешламов предложено проводить пиролиз непосредственно в СВЧ-поле, оборудуя секционные многокамерные печи СВЧ-генераторами с волноводами из жаропрочных материалов. Частота излучения – 2,4 ГГц, выходная мощность генератора – 5 кВт, облучение непрерывное с дискретными промежутками по 10 мин [5].

В связи с этим нами разработан технологический комплекс глубокой переработки бытовых и промышленных углеродсодержащих отходов, создана опытно-полупромышленная установка мощностью до 1000 кг/сут. исходного сырья [6].

При активации СВЧ-излучением и максимальной температуре 950 °С в бескислородной среде происходит разложение обезвоженных нефтешламов на углеродно-минеральный остаток и горючий синтез-газ. Углеродный остаток может быть использован в дорожном строительстве как добавка к связующим, повышающая качество асфальтной смеси. Синтез-газ после очистки и осушки направляется в качестве топлива в печь СВЧ-термолиза, где сгорает и выделяется в виде дымовых газов, что обуславливает необходимость применения газоочистки.

Как показал анализ проб, разработанная и хорошо зарекомендовавшая себя система очистки дымовых газов позволяет обезвреживать продукты горения и от хлорорганических высокотоксичных загрязняющих веществ, и от оксидов азота, серы, углерода. Предлагаемый нами комплекс последовательных стадий обеспечивает очистку от полихлорированных дибензодиоксидов и фуранов на уровне требований, установленных законами по защите от вредных примесей [7]. Степень термокatalитической очистки составляет 95 %, степень хемосорбционной очистки – 96–98 %, что не превышает европейских норм по величине токсичности выбросов термических установок этих показателей

Применение нефтешлама в качестве сырья термической переработки является одним из рациональных способов его использования, так как при этом достигается определенный экологический и экономический эффект, продукты пиролиза могут быть реализованы для конкретных отраслей промышленности.

Таким образом, к выбору варианта обезвреживания и очистки нефтяных шламов необходим дифференцированный подход с учетом как экологических, так и экономических показателей. А вопросы утилизации отходов, в частности нефтяных шламов, необходимо включать в целевые экологические программы.

Библиографический список

1. Пальгунов П.П., Сумароков М.В. Утилизация промышленных отходов. М.: Стройиздат, 2000. 352 с.
2. Проблемы размещения и утилизации отходов в газовой промышленности: материалы науч.-техн. совета ОАО «Газпром». Оренбург: Изд-во ООО «ИРЦ Газпром», 2001. В 2 т. Т. 1. 113 с. Т. 2. 116 с.
3. Хуснутдинов И.Ш., Сафиулина А.Г., Заббаров Р.Р., Хуснутдинов С.И. Методы утилизации нефтяных шламов // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. 2015. Т. 58. № 10. С. 3–20.
4. Ахметов А.Ф., Гайсина А.Р., Мустафин И.А. Методы утилизации нефтешламов различного происхождения // Нефтегазовое дело. 2011. Т. 9. № 3. С. 98–101.
5. Гунич С.В., Янчуковская Е.В. Анализ процессов пиролиза отходов производства и потребления // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2016. № 1 (16). С. 86–93.
6. Гунич С.В., Янчуковская Е.В., Днепровская Н.И. Переработка илового осадка очистных сооружений // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2017. Т. 7. № 1. С. 184–188. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2017-7-1-184-188>.
7. Гунич С.В., Янчуковская Е.В. Очистка продуктов сгорания топлива установки переработки твердых бытовых отходов // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2018. Т. 8. № 1. С. 92–98. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2018-8-1-92-98>.