6. Приходько, И.А. Влияние культуры риса на мелиоративное состояние почв рисовой оросительной системы / И.А. Приходько, Ю.В. Скорченко // Науч. журнал Труды КубГАУ. – 2011. Вып. 28. – С. 181-184.
7. Владимиров, С. А. Интенсификация рисоводства как фактор экологической напряженности / С.А. Владимиров, Е.И. Хатхоху, Н.Н. Крылова, Е.Ф. Чебанова // Науч. журнал Труды КубГАУ. – 2018. – Вып. 7(70). – С. 147-155.
8. Гартвих, О. А. Способ орошения риса в системе севооборота / О. А. Гартвих, Н. Н. Крылова, Е. И. Хатхоху // Научный журнал «Эпомен». – 2018. – № 13. – С. 108–112.
9. Головин, М. А. Усовершенствование конструкций рисовых оросительных систем / М. А. Головин, Н. Н. Крылова // Научный журнал «Эпомен». – 2018. – № 16. – С. 45–49.
10. Хатхоху, Е. И. Применение современной оросительной техники / Е. И. Хатхоху, В. Т. Ткаченко // Итоги научно-исследовательской работы за 2015 год: сб. ст. по материалам 71-й научно-практической конференции преподавателей / отв. за вып. А. Г. Коцаев. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – С. 164-165.
11. Медведев, С. В. Аналитический обзор ресурсосберегающих и природных систем земледелия в рисоводстве Краснодарского края / С. В. Медведев, Е. И. Хатхоху // Научный журнал Эпомен. – 2018. – Вып. 13. С. 120-123.
12. Дьяченко, Н.П. Оценка влияния агроклиматических факторов на формирование урожая основных культур степной зоны Кубани / Н.П. Дьяченко, С.А. Владимиров, Е.В. Кузнецов // Научный журнал Труды / КубГАУ. – 2007. – Вып. № 3 (7). – С. 189-193.

Подсытник В.А., Шурай С.П.

**Повышение эффективности переработки нефтяных шламов на действующей
установке микробиологического обезвреживания**

*Кубанский государственный технологический университет
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/lj-02-2020-17

idsp: ljjournal-02-2020-17

Аннотация

Переход современного общества к стратегии потребления привел к обострению проблемы утилизации разнообразных отходов человеческой деятельности. Масштабы этой проблемы приобрели глобальный характер. Специфическую группу отходов составляют отходы предприятий нефтегазового сектора, в том числе нефтяные шламы. Такие отходы являются крупнотоннажными, представляют серьёзную пожарную и экологическую опасность, с трудом поддаются переработке. В тоже время в них содержится значительное количество ценных углеводородов, поэтому их вторичное использование весьма перспективно и экономически оправданно. В данной работе рассмотрены вопросы повышения эффективности микробиологической переработки нефтешламов на одной из действующих установок Краснодарского края.

Ключевые слова: отходы, нефтешламы, утилизация, ультразвук, эффективность.

Abstract

The transition of modern society to a consumption strategy has led to an exacerbation of the problem of the disposal of various wastes of human activity. The scope of this problem has become global. A specific group of waste is made up of waste from the oil and gas sector, including oil sludge. Such wastes are large-capacity, pose a serious fire and environmental hazard, are difficult to recycle. At the same time, they contain a significant amount of valuable hydrocarbons, so their secondary use is very promising and economically justified. This paper discusses the issues of increasing the efficiency of microbiological processing of oil sludge at one of the existing facilities in the Krasnodar Territory.

Key words: waste, oil sludge, utilization, ultrasound, efficiency

Общемировая проблема сбора и утилизации отходов актуальна и для нашей страны. Согласно данным Росприроднадзора, образование отходов в России идет с увеличивающимися темпами (рисунок 1). При этом объемы их переработки хоть и возрастают, но существенно отстают от скорости образования (рисунок 2).

Рисунок 1 - Образование отходов в России в 2003 - 2016 гг., млрд тонн

В российской практике утилизации отходов доминирует хранение и захоронение на полигонах. Так, согласно данным отчета «Рынок утилизации отходов» [1], в 2016 г. в стране образовалось 5 млрд 441 млн тонн промышленных и бытовых отходов, из которых было повторно использовано 3,226 млрд тонн (2,621 млрд тонн было отправлено на хранение или захоронение, а 18 млн тонн обезврежено).

Рисунок 2 - Использование и обезвреживание отходов в России в 2003- 2016 гг., млрд тонн

Одной из составляющих проблемы отходов является образование и накопление нефтесодержащих отходов в виде нефтяных шламов. Главные источники образования нефтешламов - это предприятия, занимающиеся добычей и переработкой нефти, а также транспортные компании, обеспечивающие перевозку нефтепродуктов. Точные сведения о количестве образующихся и ранее накопленных нефтешламах отсутствуют. По различным экспертным оценкам, в России ежегодно образуется от 3 до 7 млн. т нефтешламов. Из них на нефтедобывающие компании приходится более 1 млн. т; на нефтеперерабатывающие предприятия - 0,7 млн. т; на нефтебазы - 0,3 млн. т; другие источники (ж/д транспорт, аэропорты, морские порты) - 0,5 млн. т. Известно, что накопление нефтяных остатков в нефтепереработке согласно технологическим нормам может составлять до 0,1 % объема перерабатываемой нефти. В крупных городах доля нефтешламов составляет до 30-40 % совокупного объема получаемых отходов [2].

По условиям образования все нефтешламы могут быть разделены на три основные группы - грунтовые, придонные и резервуарного типа. Грунтовые образуются в результате проливов нефтепродуктов на почву в процессе производственных операций либо при аварийных ситуациях. Придонные шламы образуются при оседании нефтеразливов на дне водоемов, а нефтешламы резервуарного типа - при хранении и перевозке нефтепродуктов в емкостях разной конструкции.

Избежать образования нефтешламов невозможно, поэтому основные усилия учёных и технологов в последние десятилетия направлены на разработку эффективных методов утилизации таких отходов. В результате были разработаны и внедрены в природоохранную практику многочисленные инженерные решения. Методы утилизации нефтешламов отличаются разнообразием - от простого механического разделения в поле гравитационных сил и сжигания до применения сложных физико-химических и микробиологических процессов. Однако практическое применение этих методов сдерживается целым рядом обстоятельств.

Химический состав нефтешламов предельно сложен и сильно зависит от особенностей источников образования, поэтому единого, типового метода или технологии их утилизации не существует. Для переработки нефтешламов конкретного состава приходится каждый раз подбирать соответствующий метод.

Общим недостатком всех известных технологий утилизации и переработки нефтешламов является их низкая производительность и высокие материальные, энергетические и финансовые затраты на их реализацию. От предприятий требуется проводить тщательный технико-экономический расчёт, чтобы обеспечить рентабельность выбранной технологии.

В ряде случаев процессы утилизации нефтешламов наносят больший вред окружающей среде, чем их отсутствие. Это относится прежде всего к простым методам переработки (например, термическим - сжиганию, выпариванию), которые привлекают руководство предприятий своей низкой стоимостью на внедрение [3].

Можно отметить и ещё одну сторону рассматриваемой проблемы - утилизацию ранее накопленных, «застарелых» нефтяных шламов. Количество таких отходов оценивается специалистами в 4,5 млн тонн. За время длительного хранения в нефтешламовых амбарах и озёрах они в ряде случаев «спеклись» до битума или «закислились». Компании-владельцы не стремятся не только перерабатывать, но и ставить на баланс данные нефтешламы. Причина проста - только объёмы экологических платежей по таким отходам значительно превысят показатели прибыли. Единственный выход из ситуации - частичное или полное государственное финансирование утилизации данных нефтешламов.

В настоящее время, наряду с поиском новых методов переработки и утилизации нефтешламов, ведутся работы по повышению эффективности уже существующих методов и технологий. Поиск решений в этой области идет путём попыток повысить глубину и производительность переработки за счет одновременного использования нескольких методов утилизации нефтешламов. Перспективным решением, на наш взгляд, является использование возможностей физико-химической, а именно ультразвуковой, обработки нефтешламов.

Известно, что ультразвук воздействует на кинетику химических реакций и обеспечивает стимуляцию тепломассообменных процессов, способствует увеличению производительности технических систем, снижению их энергоёмкости и повышению качества продукции.

Опубликован ряд работ по применению ультразвука в процессах переработки нефтешламов [4-6]. Эти исследования показывают, что под действием ультразвука в нефтешламах происходят сложные физико-химические процессы. Кавитация, особенно на межфазной поверхности, позволяет быстро разделить нефть и твердые частицы. Жидкая среда под действием ультразвукового излучения вибрирует с высокой скоростью и образует вихревой поток. Акустическая кавитация генерирует вихри, скорость которых может достигать 400 км/ч, а также обеспечивает высокие температуру и давление. Вихри воздействуют на поверхность твердых частиц с силой, приводящей к их разрушению. Относительное перемещение формирует трехфазную систему с высокоскоростным трением. Различные плотности нефтяной части, твердых частиц и воды обуславливают разделение системы на нефтяную часть и суспензию твердых частиц. В итоге происходит разрушение нефтяных эмульсий, укрупнение нефтяных капель и образование конгломератов твердых частиц нефтешламов.

Нами рассмотрена возможность применения ультразвуковой обработки для повышения эффективности работы действующей установки микробиологического обезвреживания нефтешламов одной из природоохранных компаний Краснодарского края. Данная установка (рисунок 3) довольно проста и представляет собой соединённые трубопроводами резервуары, где осуществляются механические и микробиологические процессы переработки нефтешламов. Нефтешламы на переработку поступают от различных нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих компаний Краснодарского края и имеют очень разный состав и свойства. Поэтому применение иных известных методов для повышения эффективности работы установки считаем малоперспективным. Для ультразвуковой обработки различия в химическом составе нефтешламов несущественны.

Поэтому предлагаем использовать ультразвуковую обработку поступающего на переработку нефтешлама для усиления процессов расслоения и микробиологического поглощения углеводородов. В качестве источника ультразвука предлагаем применить аппарат УЗТА-2/18-0. К достоинствам устройства можно отнести создание в обрабатываемых средах высокоинтенсивной кавитации, ускоряющей процессы растворения, перемешивания, дегазации, диспергирования, коагуляции и др. Для данного устройства возможна установка колебательной системы в проточные и непроточные технологические камеры.

Было учтено и отрицательное действие ультразвука на микроорганизмы. Образующиеся в процессе кавитации перекисные соединения и радикалы воды обладают выраженным дезинфицирующим действием. Поэтому ультразвуковую обработку нельзя проводить непосредственно в резервуаре с добавляемыми микробиологическими препаратами. Для проведения ультразвуковой обработки предложено устройство дополнительного резервуара ёмкостью 5 кубометров. Для снижения расходов на монтаж и эксплуатацию предложено использовать полимерный резервуар гибкой конструкции.

Реализация предлагаемых мероприятий позволит ускорить проведение первой стадии процесса утилизации нефтешлама на существующей установке, повысить в обработанном нефтешламе долю нефтепродуктов в неэмульгированном состоянии, увеличить степень извлечения твердых механических примесей. Это существенно облегчит проведение последующих стадий утилизации, повысит полноту микробиологического поглощения и разложения нефтепродуктов, снизит остаточную концентрацию нефтепродуктов. По результатам практического применения и лабораторных анализов можно будет сделать вывод о возможности более широкого применения получаемых в ходе работы установки материалов. Таким образом, применение выбранного метода дополнительной ультразвуковой обработки обеспечивает повышение экологической эффективности работы применяемого природоохранного оборудования.

1. Волкова А.В. Рынок утилизации отходов // Национальный исследовательский университет. – Высшая школа экономики., 2018. – 81 с.
2. Д.А. Дубовцев, У.Э. Аллаяров, Э.Н. Абдрахманова. Нефтешламы: хранение и накопление. Вопросы безопасности и утилизации. Сетевое издание «Нефтегазовое дело». 2019. №5 <http://ogbus.ru>
3. А. Р. Кудеева. Проблема переработки и утилизации нефтяных шламов. Система управления экологической безопасностью: сборник трудов IX заочной международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 30-31 мая 2015 г.). - Екатеринбург : УрФУ, 2015. - С. 126-134.
4. Н. Мостовой, А. Хохлов, Ю. Цодиков. Перед тем как смешать. Нефть России. - 2000. - №3. - с. 39-41.
5. Бельков В.М. Методы, технологии и концепции утилизации углеродсодержащих промышленных и твердых бытовых отходов <http://ecolog.info/stati/38.shtml>
6. Литвинова Т.А. Современные способы обезвреживания и утилизации нефтесодержащих отходов для ликвидации загрязнения окружающей среды // Научный журнал КубГАУ. 2016. № 123(09). URL: <http://ej.kubagro.ru/2016/09/pdf/62.pdf>