

УДК 631.4: 665.6

ОЧИСТКА ЕМКостей ОТ ОСТАТКОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ С ПОМОЩЬЮ ЭФФЛЮЕНТА

Костин М.В.¹, Дёмин А.В.¹, Садчиков А.В.¹

¹ФБГОУ ВПО "Оренбургский государственный университет", Оренбург, Россия (460018, Оренбург, просп. Победы, д.13) e-mail: post@mail.osu.ru

Рассмотрены основные способы очистки емкостей от остатков нефти и нефтепродуктов. Отмечены преимущества и недостатки каждого из рассмотренных способов. Предложена новая биотехнология очистки емкостей, которая в качестве биопрепарата-нефтедеструктора предполагает использование эффлюента – продукта анаэробной переработки органических отходов на биогазовой установке. Эффлюент обладает меньшей по сравнению с другими биопрепаратами-нефтедеструкторами себестоимостью, нетоксичен и экологически безопасен. Использование предложенной биотехнологии возможно в различных отраслях: топливноэнергетическом, нефтегазопромышленном комплексах, нефтетранспортирующих и нефтеперерабатывающих компаниях, коксохимическом и металлургическом производствах, автотранспортных предприятиях и других организациях, занимающихся складированием и реализацией нефтепродуктов на нефтебазах, автозаправочных станциях и терминалах.

Ключевые слова: эффлюент, нефтедеструкция, емкость, микроорганизмы, нефтешлам.

TANK CLEANING RESIDUES FROM OIL AND OIL PRODUCTS THROUGH THE EFFLUENT

Kostin M.V.¹, Demin A.V.¹, Sadchikov A.V.¹

¹Federal State Educational Government-financed Institution of Higher Professional Education "Orenburg State University", Orenburg, Russia (460018, Orenburg, ave. Victory, 13) e-mail: post@mail.osu.ru

The main methods of cleaning tanks from oil and oil residues. The advantages and disadvantages of each of the discussed methods. A new biotechnology tank cleaning, which as a biological product-oil destructors involves the use of effluent - the product of anaerobic digestion of organic waste in biogas plants. The effluent is less than other biologics-oil destructors cost, non-toxic and environmentally safe. Using the proposed biotechnology possible in various industries: toplivoenergeticheskome, neftegazopromyshlennom complexes neftetransportiruyuschih and refining campaigns, coke and metallurgical industries, transport companies and other organizations involved in storage and sale of petroleum products to the oil depots, petrol stations and terminals.

Keywords: effluent, oildestruction, tank, microbe, slime.

При транспортировке нефти и ее хранении в резервуарах, на дне образуются отложения (нефтешлам), состоящие из частиц минерального (не нефтяного происхождения) и наиболее тяжелых углеводородов в основном парафинового ряда, удельный вес которых выше плотности нефти и воды. Физически, отложения представляют собой плотную не текучую массу, располагающуюся по днищу резервуара крайне неравномерно. Уровень осадка колеблется от 0,3 до 3 метров, а объем – от 300 до 6000 м³. Осадок препятствует движению нефти и перемешиванию различных ее слоев в резервуаре, что способствует локализации концентрированных агрессивных растворов солей и развитию коррозионных процессов в районе днища, и первого пояса резервуара. Одновременно происходит уменьшение рабочего (полезного) объема резервуара. Все это снижает эксплуатационные характеристики объекта и отрицательно влияет на качество нефти и нефтепродуктов, вновь заливаемых в эти емкости. Согласно требованиям, изложенным в «Правилах технической эксплуатации резервуаров»

(2004 г.), частичное обследование резервуаров с проведением очистки предусматривается не реже одного раза в 5 лет, полное – не реже одного раза в 10 лет. Периодичность зачистки емкостей изложена в требованиях ГОСТ 1510-84 и зависит от вида нефтепродуктов, технического состояния резервуаров, условий хранения и частоты смены сорта нефтепродуктов. Своевременная зачистка резервуаров от остатков нефтепродуктов, высоковязких смолистых осадков, влаги и механических примесей обеспечит бесперебойную работу нефтебаз, АЗС, ТЭС и хранилищ ГСМ.

Очистка резервуаров от отложений является опасной и трудоёмкой работой, которая требует значительных материальных затрат. Даже самый прогрессивный метод зачистки - химико-механизированный не исключает ручной труд и пребывание людей в загазованной зоне внутри резервуара. В зависимости от конкретных условий (типа, вместимости резервуара, наличия в нем стационарной системы размыва донных отложений, количества и механических свойств твердых нефтеостатков) для очистки резервуара могут применяться различные способы и технологические схемы.

Следует отметить, что способы очистки резервуаров подразделяются на три вида: ручной, механический (механизированный) и механизированный способ очистки с применением моющих средств (химико-механизированный).

При ручном способе очистки ёмкость после удаления твёрдых остатков пропаривают, промывают горячей (30 – 50) С водой из пожарного ствола при давлении (0,2 - 0,3) МПа. Промывочную воду с оставшимся нефтешламом откачивают насосом. Применение ручного метода очистки нефтяных резервуаров имеет следующие недостатки:

- Огромный риск для здоровья и безопасности людей, производящих очистку резервуаров ручными методами;
- Персонал, занимающийся очисткой резервуаров, обычно подготовлен значительно хуже персонала, занимающегося обслуживанием основного оборудования предприятий, связанных с добычей, переработкой и транспортировкой нефти. Этот фактор многократно увеличивает риск человеческих ошибок и даже преступной халатности. Не секрет что в России для выполнения подобных работ зачастую используется труд неквалифицированных низкооплачиваемых рабочих;
- При подобных методах очистки всегда происходит загрязнение окружающей среды (водного и воздушного бассейнов и почвы земли);
- Объем нефтеотходов, генерируемых при такой очистке, огромен. Это создает проблемы с их последующей транспортировкой, захоронением, повторной переработкой и/или обезвреживанием.

Механизированный способ очистки может осуществляться подачей горячей воды под давлением через специальные моечные машинки (гидромониторы), пропаркой поверхности резервуаров в течение нескольких суток перегретым паром и последующей механической очисткой, или же с помощью аппаратов струйной абразивной очистки. Такой способ очистки значительно сокращает время очистки, уменьшает простои резервуара, уменьшает объём тяжелых операций, вредных для здоровья человека, и снижает стоимость процесса очистки резервуара. К недостаткам механизированного способа очистки резервуаров следует отнести большой расход тепловой энергии на подогрев холодной воды, необходимость откачки загрязнённой воды на очистные сооружения, сравнительно большие потери легких фракций из нефтеостатков.

Суть химико-механизированного способа в том, что очистка резервуаров производится с помощью растворов моющих средств, улучшающих отделение осадка от стенок, днища и внутренних конструкций резервуаров. Применение данных растворов способствует повышению качества очистки, интенсивности процесса очистки, характеризуется незначительной степенью применения ручного труда. Основными недостатками способа, которые ограничивают возможности его практического применения, являются дороговизна используемого специального реагента, необходимость дальнейшей очистки растворов моющих средств и утилизации реагента.

Наиболее распространенным методом очистки по всему миру остается ручная очистка резервуаров от нефтешламов. Очистка емкостей в технологическом процессе большинства нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятий традиционно рассматривается как последняя по значимости для предприятия.

Кроме того, существуют комбинированные способы очистки емкостей и резервуаров. Вот примерный перечень мероприятий применения комбинированного способа очистки:

- Размыв моющим раствором нефтешламовых отложений, накопленных на днище резервуара;
- Смыв моющим раствором остатков нефтепродукта (нефти) со стенок резервуара;
- Отбор (откачка) нефтешлама, получаемого в процессе размыва отложений со дна резервуара, в емкость временного хранения;
- Отделение нефтепродукта (нефти) от моющего раствора и механических примесей;
- Закачка выделенного нефтепродукта (нефти) в автоцистерны, трубопровод или емкости;
- Дегазация резервуаров и емкостей с применением принудительной напорной вентиляции;
- Механизированная зачистка внутренних поверхностей резервуаров и емкостей;
- Ручная доочистка внутренних поверхностей резервуаров и емкостей;
- Сбор отходов в накопительных быстросборных емкостях.

Этапы производства работ:

1. Обследование резервуара:

Проводится с целью получения следующей информации:

- конструкция резервуара;
- взрывные и пожарные характеристики;
- состояние газовой среды в резервуаре;
- количество вязких и высоковязких сернистых, парафиновых и механических отложений

2. Подготовка к работе:

- Определение места проведения работ;
- Подключение переносного заземления к резервуарному контуру;
- Прокладка трубопроводов от места проведения работ до резервуара для подачи технического моющего средства (ТМС) и откачки эмульсии из промываемого резервуара;
- Подключение к паромангистрале для подогрева ТМС и откачиваемого нефтепродукта – не обязательное условие, возможно применение собственной транспортабельной котельной установки (ТКУ);
- Пробное включение двигателей для определения направления вращения и проверки герметизации соединения;

3. Определение наличия невыбираемого остатка и его откачка.

Перед началом работы при открытом люке резервуара или через замерной люк определяется уровень невыбираемого остатка нефтепродукта метрштоком. Результаты измерений сопоставляется с показателями градуировочных таблиц данного резервуара.

После определения остатков в резервуар на определенную глубину опускается всасывающий рукав, либо погружной оседающий насос с гидроприводом, для откачки товарного нефтепродукта, который подается в систему очистки и фильтрации, после чего поступает в накопительную емкость.

Чистый нефтепродукт можно перекачивать в другой резервуар или бензовоз, а при их отсутствии - в накопительную емкость.

4. Предварительная дегазация резервуара до взрывобезопасного состояния:

Для создания условий безопасности использования струйной мойки под давлением, с использованием моечной машины или брандспойта (для темных нефтепродуктов), внутри резервуара необходимо обеспечить взрывобезопасное состояние, которое достигается дегазацией. Взрывобезопасное состояние газовой среды устанавливается по результатам газового анализа, который производится по мере необходимости при проведении работ.

Безопасная концентрация паров нефтепродуктов в резервуаре достигается путем промывки внутренней поверхности резервуара ТМС с использованием моечной машины или

брандспойта за три полных цикла при постоянном распылении раствора ТМС по поверхности резервуара в течение 20–25 минут. При недостаточном качестве мойки циклы повторяются.

После откачки эмульсии и нефтешлама из резервуара при концентрации паров ниже 0,8 нижнего предела воспламенения по прибору (газоанализатор) начинается принудительная дегазация.

При снижении в резервуаре концентрации паров нефтепродукта, равного 50 % от нижнего предела воспламенения (0,5 НВП), допустимая скорость поточной струи увеличивается до 50 м/сек.

В целях предотвращения в резервуаре застойных зон с малой подвижностью воздуха скорость в начальной стадии принудительной дегазации должна быть не менее 2 м/сек. Вентилятор, установленный для принудительной дегазации, должен соответствовать требуемым нормативам.

5. Удаление технологического остатка темного нефтепродукта:

В резервуаре из-под высоковязких нефтепродуктов невыбираемый остаток содержит в себе механические примеси, парафиновые отложения и продукты коррозии металла резервуара. В резервуаре при использовании подогретого до 60-65°C раствора ТМС производится локальный разогрев нефтепродукта. ТМС подается под давлением 10 кгс/см². Всасывающий патрубок погружного насоса располагается на расстоянии 5-8 мм от дна очищенного резервуара. Металлические части паропроводов и рукавов для ТМС должны быть надежно заземлены. Концентрация паров углеводородов в газовой среде составляет не более 2 г/м³, то есть 5% от нижнего предела взрываемости.

6. Промывка внутренних поверхностей резервуаров:

После удаления технологического остатка нефтепродукта производится промывка резервуара раствором ТМС.

Рабочая температура раствора должна быть не ниже 5° С. Для темных нефтепродуктов температура раствора должна быть 50-60° С. Давление струи обеспечивает проникновение раствора ТМС в поверхностный слой нефтепродукта без создания брызг, которые при отрыве от поверхности могут заряжаться статическим электричеством. Давление струи на выходе с сопла машинки составляет 10 атм., длина струи равна 12 метров.

Производительность и количество циклов промывки зависит от степени загрязнённости и группы нефтепродукта по вязкости.

7. Дегазация газового пространства до санитарных норм:

Для проведения дегазации резервуара должны быть открыты все смотровые и замерные люки. Дегазация выполняется вентилятором, промежуточно, по 20 минут в течение 1,5-2 часов для достижения предельно допустимой концентрации:

- паров бензина в воздухе 100мг/м³
- сероводорода - 10 мг/м³
- тетраэтилсвинца – 0,005 мг/м³.

В резервуарах с понтонами дегазация газового пространства производится последовательно под понтонами и над ними.

Вентиляция резервуаров из-под этилированного бензина выполняется посредством промывки раствором ТМС с добавлением в него или распылением отдельно раствора перманганата калия (KMnO₄), концентрация которого 0,025%.

В течение всего процесса дегазации и в течение каждого часа производится замер концентрации газов с регистрацией данных в графике замеров уровня концентрации газов.

8. Доочистка внутренней поверхности резервуара, визуальный контроль за днищем и стенами:

Перед заходом оператора в резервуар производится контрольный анализ воздуха в нём на содержание паров нефтепродукта, а во время нахождения оператора в резервуаре для гарантии непрерывно работает вытяжная вентиляция, обеспечивающая 3-4 кратный обмен воздуха.

Оператор оснащён специальным костюмом и обувью. Для работы в резервуаре применяется противогаз с панорамной маской, страховочный пояс с крестообразными лямками и сигнально-страховой фал.

При работе внутри резервуара задействованы три человека (двое возле люка-лаза, один в резервуаре). Время нахождения оператора в резервуаре составляет 15 минут, отдых – 15 минут. Выбираемые остатки нефтешламов и механические примеси при очистке резервуаров утилизируются.

Все вышеизложенное позволяет сделать вывод, что применяемые в настоящее время традиционные технологические процессы обработки поверхностей экологически опасны, длительны по времени, неэффективны и исключительно дорогостоящи. Составляющими высокой себестоимости являются большие теплоэнергозатраты, значительное водопотребление, необходимость в стационарных очистных сооружениях и оборудовании для сепарации нефтепродуктов.

В связи с этим становится крайне актуальна замена традиционных технологий на более прогрессивную, экономичную, повышающую качество очистки отмываемых поверхностей и позволяющую организовать замкнутый безотходный процесс отделения углеводородных соединений.

В качестве такой технологии может выступать микробиологический способ очистки емкостей от нефти и нефтепродуктов. Техническим результатом данного способа является

полная очистка емкостей от нефти и нефтепродуктов без образования взрывоопасных смесей газов в полости емкости.

В резервуар с остатком нефти или нефтепродуктов добавляется эффлюент - раствор активного ила анаэробного происхождения максимальной влажности 91%, соотношения углерод/азот/фосфор 25/1/1, рН 7÷8.5. В результате микробиологической реакции и активного симбиоза консорциума микроорганизмов содержащихся в растворе активного ила анаэробного происхождения происходит деструкция нефти и нефтепродуктов до углерода, азота и их соединений с водородом, которые теряют механическую связь со стенками резервуара. Для разложения нефтепродуктов требуется поддерживать концентрацию кислорода в объеме раствора на уровне 2-5 мг/л, что достигается нагнетанием сжатого воздуха в раствор со скоростью 0,5-1,5 м³ воздуха/м³ воды в минуту. При температуре ниже 10°С воздух необходимо подогревать. По окончании микробиологической активности и полного перехода нефти и нефтепродуктов до углерода, азота и их соединений с водородом производится дренажирование емкости. Полученный в результате очистки раствор активного ила нетоксичен, экологически безвреден и, следовательно, не требует дальнейшей очистки.

На сегодняшний день известны биотехнологии, основанные на способности микроорганизмов к деструкции углеводородов нефти, которые могут использоваться при очистке емкостей от нефтешламов. Преимущество предлагаемого способа заключается в том, что основной используемый продукт (эффлюент) является побочным продуктом переработки органических отходов на биогазовой установке и, следовательно, имеет меньшую себестоимость по сравнению с известными биопрепаратами-нефтедеструкторами.

Список литературы

1. ВРД 39-1.13-056-2002 «Технология очистки различных сред и поверхностей, загрязненных углеводородами».
2. Гималетдинов Г.М., Саттарова Д.М. Способы очистки и предотвращения накопления донных отложений в резервуарах [Электронный ресурс]// «Нефтегазовое дело», 2006. - Режим доступа: <http://www.ogbus.ru>
3. Инструкция по зачистке резервуаров от остатков нефтепродуктов [Электронный ресурс]// Утверждена ОАО "НК "РОСНЕФТЬ" 28 января 2004 года. Режим доступа: <http://www.profrtrade.ru>
4. Нефтешламыру [Электронный ресурс]// Тематический портал. - Режим доступа: <http://www.nefteshlamy.ru>
5. Правила технической эксплуатации резервуаров [Электронный ресурс]// Роснефть, 2004. – Режим доступа: <http://www.himstalcon.ru>

Рецензенты:

Дерябин Д.Г., д.м.н., профессор, зав. кафедрой ФГБОУ ВПО ОГУ, г. Оренбург.

Герасименко В.В., д.б.н., профессор кафедры химии, заведующий отделением химической технологии переработки нефти и газа и экологии, филиал Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина в г. Оренбурге, г. Оренбург.