УДК 622.244.002.84

ПРОБЛЕМА ОБРАЗОВАНИЯ, ПЕРЕРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕШЛАМОВ

Гронь В.А., Коростовенко В.В., Шахрай С.Г., Капличенко Н.М., Галайко А.В.
ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: natkapl@mail.ru

В ходе проведенных исследований установлено, что комплексная установка, разработанная Alfa Laval Oil Field, Ltd, позволяет перерабатывать все виды нефтешламов в ценные товарные продукты с целью последующей утилизации как жидкой, так и твердой фаз. Переработка осуществляется следующим образом. Нефтешлам из шламонакопителя заборным устройством подается в сырьевой резервуар, где проходит подготовку перед подачей на сепаратор. Изначально, заполняется один резервуар до максимального уровня, затем производится перевод на резервный, а заполненный включается в систему подготовки сырья с последующей подачей на теплообменник и направляется в схему размыва. Путем регулирования теплообменников достигается температура нефтешлама до 65о С. Подготовленный нефтешлам поступает на сепарационную установку. В высокоскоростном тарельчатом сопловом сепараторе сырье разделяется на смесь нефтяных фракций, воду и механические примеси. Предлагаемая технологическая схема переработки нефтешламов прошла проверку на ряде предприятий.

Ключевые слова: нефтеперерабатывающее предприятие, нефтешламы, шламонакопители, резервуар, сырье, сепарация

PROBLEMS OF FORMATION, PROCESSING AND DISPOSAL OF OIL SLUDGE

Gron V.A., Korostovenko V.V., Shahray S.G., Kaplichenko N.M., Galaiko A.V.
FSAEI «Siberian Federal University», Krasnoyarsk, e-mail: natkapl@mail.ru

The research has shown that the integrated processing unit developed by Alfa Laval Oil Field, Ltd, can process all kind of sludge into valuable commercial product for further disposal of both liquid and solid phases. The processing is carried out in a certain way. Oil sludge from the sludge tank is fed by intake to the charging stock tank, where it is processed before being sent to the separator. At first one tank is being filled to maximum level, and then the raw material from the filled tank is transferred to the heat exchanger and to the washout. The temperature of sludge in the heat exchanger reaches 65 °C. Processed oil sludge is fed to the separation unit. The high-speed poppet nozzle separator separates raw material into oil fractions, water and mechanical impurities. The proposed technical procedure for oil sludge processing has been tested in a number of enterprises.

Keywords: oil refinery, oil sludge, tailings pond, tank, raw material, separation

Одной из актуальных проблем нефтеперерабатывающих производств является образование, переработка и утилизация нефтешламов в частности, практический интерес представляет Пайгинское нефтегазоконденсатное месторождение, находящееся на территории Тунгусско-Чунского района в южной части Эвенкийского АО, в пределах среднетаежной зоны.

Сырье поступает на НПЗ ООО «Таймура» из скважины по нефтепроводу. На территории предприятия огромное количество нефтешламов, представляющих собой смесь нефти, воды и твердой фазы, накопленных в прудах-отстойниках и достигшие критического уровня представляют актуальную экологическую и ресурсосберегающую проблему [1].

Сложность рассматриваемой ситуации также обуславливается противоречиями между возрастающим объемом промышленного производства и несовершенными технологиями.

Как показывает практика при длительном хранении резервуарные нефтешламы со временем разлагаются на несколько слоев с характерными для каждого из них свойствами. Поуровневые слои пруда-отстойника представлены на рис. 1.

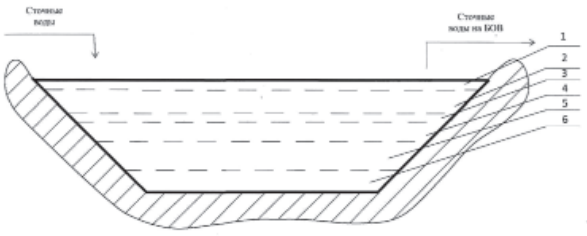

Рис. 1. Поуровневые слои пруда-отстойника:
1 – нефтемазутный слой; 2- водный слой; 3 – свежешламовый черный слой;
4 – эмульсионно-шламовый слой; суспензионно-шламовый слой; 6 – битумно-шламовый слой

Примерные размеры и характеристические названия приведены ниже:

1-й – нефтемазутный, (ловушечная нефть) состоит практически из мазута, и его толщина составляет от 3÷5 до 20÷30 см;

2-й – водный слои, состоит из воды толщиной порядка 50÷150 см, в объеме которого происходит оседание суспензионно-углеводородных агрегатов и всплытие эмульсионных и капельных углеводородов;

3-й – свежешламовый черный слой, толщиной порядка 20÷50 см, преимущественно состоящий из «мазутных» углеводородов, увлеченных к оседанию твердыми механическими примесями;

4-й – эмульсионно-шламовый слой, толщиной порядка 30÷100 см., в котором углеводороды находятся в сложном суспензионно-эмульсионном агрегатном состоянии, причем механические примеси преимущественно микронного размера;

5-й – суспензионно-шламовый слой, толщиной порядка 80÷150 см, характеризующийся содержанием механических примесей размером более десятка микрон; углеводороды находятся в основном в адсорбированном состоянии.

6-й – битумно-шламовый слой, толщиной порядка 30÷60 см, состоящий практически из спрессованной смеси тяжелых углеводородов и механических примесей.

Представленная характеристика слоев является довольно условной, по размерам слоев достаточно размыта и не всегда имеет четкие переходы от одного вида к другому, однако тенденция деления по приведенным характеристикам имеет выраженный характер.

Нефтемазутный слой требует своего возврата в технологический цикл НПЗ на переработку, поскольку практически на 97,99 % является чистым нефтепродуктом, и мы в дальнейшем этот слой из понятия «нефтешлам» и из проводимого в данной работе анализа исключаем. Водный слой является технологическим – вода осветляется отстаиванием: легкие взвеси всплывают, тяжелые – осаждаются [2].

Собственно, нефтешламовыми являются слои с 3 по 6. Они имеют достаточно выраженные внешние характеристики на границе раздела фаз. Естественно, что концентрация таких веществ возрастает в объеме нефтепродуктов по мере увеличения их молекулярного веса (переход к тяжелым фракциям нефти). Помимо образования эмульсий в среде нефтепродуктов в процессе перевозки и хранения происходит образование полидисперсных систем при взаимодействии жидких углеводородов и твердых частиц механических примесей.

Исследования по составу нефтешламов, проводимые в разные годы, давали достаточно широкий разброс показателей качества и количества. На результаты анализа большое влияние оказывает методика выделения углеводородов из нефтешламов. Более того, само понятие «нефтешлам» носит достаточно обобщенный характер.

Целью данной работы является разработка технологии переработки как свежих нефтешламов, получаемых в процессе переработки сырья, так же нефтешламов, накопившихся в шламонакопителях с целью возврата полученных продуктов в производственный цикл НПЗ.

В качестве наиболее прогрессивных технологий утилизации нефтешламов применяются следующие [4]:

Компанией AC8 530 (США) разработана мобильная система обработки и очистки гряземаслонефтяных отходов MTU 530. Установка смонтирована на базе автомобильной платформы, способна разделять нефтешламы на различные фазы – нефть, вода, твердые вещества – за счет центрифугирования нагретого нефтешлама. Вода пригодна для последующей биологической очистки. Отделенная нефть может быть использована в технических целях, а обезвоженный осадок – для производства строительных материалов. Установка применялась для устранения последствий аварии нефтепроводов. Производительность установки – 10 м^3/ч по исходному нефтешламу (при концентрации нефти до 65 %).

Компанией KHD Humbold Wedag AG (Германия) предложена технология разделения нефтешламов на фазы с последующим сжиганием шлама. Установка снабжена устройством для забора нефтешлама, виброситом для отделения основной массы твердых частиц, трехфазной центрифугой, сепаратором для доочистки фугата с центрифуги, печью. Производительность установки – до 10 м^3/ч по исходному нефтешламу. В частности, такой метод

как сжигание нельзя использовать для переработки отходов, если последние содержат фосфор, галогены, серу. В этом случае могут образовываться продукты реакции, например диоксины и фураны, по токсичности во много раз превышающие нормативы.

В АНК «Башнефть» на нефтешламовых амбарах «Самсык» в НГДУ «Ок-

тябрьскнефть» применялась технология, заключающаяся в растворении, нагреве с обработкой химическими реагентами для отделения отстоем воды и механических примесей. Полученная нефть направлялась на дальнейшую переработку.

В НГДУ «Туймазынефть» внедрена и успешно используется установка фирмы «Татойлгаз», основанная на технологии фирмы «Майкен» (Германия). Технология заключается в нагреве нефтешлама, обработке деэмульгаторами, разрушении эмульсии в декантаторе с предварительным отделением воды и механических примесей. Доведение до требуемого качества товарной нефти осуществляется на второй стадии – в испарителе и трехфазном сепараторе [5].

Однако эти технологии утилизации нефтесодержащих шламов не подходят для переработки больших объемов шламов, которые скапливаются на нефтеперерабатывающих предприятиях. Необходима такая технология, которая позволила бы перерабатывать в короткие сроки значительные объемы нефтесодержащих шламов. При этом она должна быть экологически безопасной и экономически целесообразной.

Особый интерес представляет комплексная установка, разработанная Alfa Laval Oil Field, Ltd, позволяющая перерабатывать все виды нефтешламов в ценные товарные продукты. Технология предусматривает фильтрацию нефтешлама для последовательного удаления крупных и мелких частиц и сепарацию в двухфазной декантатной центрифуге, что позволит в минимально короткие сроки очистить отстойники от нефтесодержащих шламов, при этом получить максимальную доходность от вторичных продуктов.

Предлагаемая установка по переработке нефтешлама предназначена для разделения смеси на нефтепродукт, воду и твердый остаток, с целью последующей утилизации как жидкой, так и твердой фаз. Весь комплект включает в себя: шламозаборное устройство; теплообменники; сырьевые резервуары; сепаратор. Технологическая схема утилизации нефтешламов представлена на рис. 2.

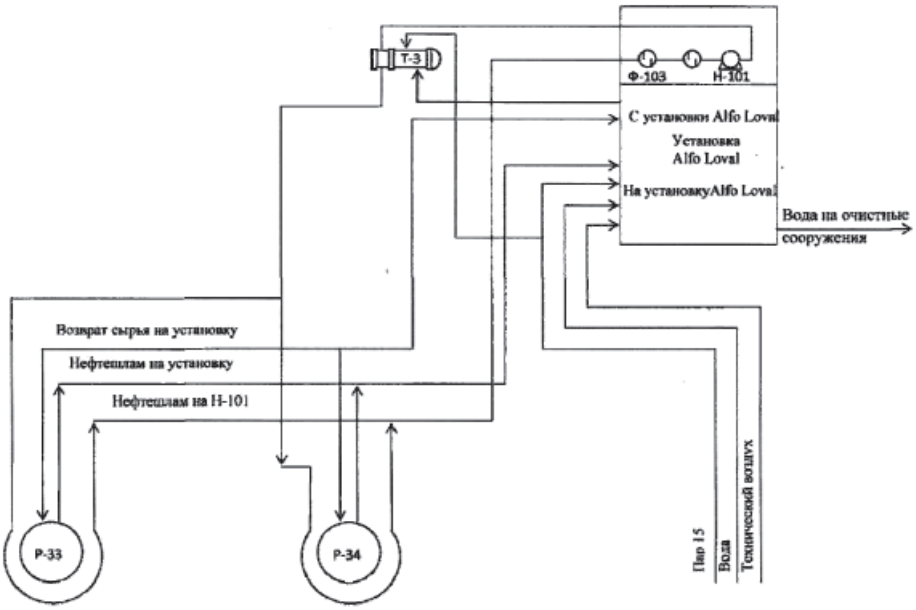

Рис. 2. Технологическая схема утилизации нефтешламов

Технологический процесс переработки нефтешлама с помощью предлагаемой установки осуществляется следующим образом [7].

Нефтешлам из шламонакопителя заборным устройством подается в сырьевой резервуар, где проходит подготовку перед подачей на сепаратор. Изначально заполняется один резервуар до максимального уровня 7,35 м, затем производится перевод на резервный резервуар, а заполненный включается в систему подготовки сырья. Для этого открывается задвижка для заполнения приемного трубопровода насоса, включается в работу насос, сырье подается на теплообменник, после которого возвра-

щается в схему размыва. Таким образом, налаживается циркуляция по схеме:

Резервуар → Насос → Теплообменник → Резервуар

Затем производится прием теплоносителя в теплоприемник. Путем регулирования теплообменников достигается температура нефтешлама 65 °С.

При достижении требуемой температуры и однородности подготовленный нефтешлам поступает на сепарационную установку.

На основной стадии процесса в высокоскоростном тарельчатом сопловом сепараторе сырье разделяется на смесь нефтяных фракций, воду и механические примеси.

Отсепарированная смесь нефтяных фракций под остаточным напором поступает в товарную емкость, расположенную в нижней части рамы сепаратора а затем перекачивается в резервуары готовой продукции.

Вода и механические примеси собираются в буферной емкости, расположенной в нижней части сепаратора. Из емкости вода и механические примеси подаются на дальнейшую очистку воды от механических примесей [8].

Номинальная производительность комплектной установки по переработке нефтешлама составляет 15 м^3/час. Установка рассчитана на круглосуточный режим работы, исключая время остановки для профилактического обслуживания. Установка может работать, как минимум 7000 ч в год, перерабатывая до 70000 м^3 нефтесодержащих шламов при условии ее бесперебойного снабжения сырьем с номинальной характеристикой:

– содержание свободной нефти 10-45 об. %;

– плотность нефтяной фазы до 950 кг/м^3;

– вязкость нефтяной фазы до 150 сСт при 50 °С;

– допустимое присутствие в нефти парафинов, которые полностью растворяются при 70°С;

– содержание механических примесей до 30 об. %;

– плотность механических примесей 1200-2000 кг/м^3;

– pH5-8.

Изменение параметров номинального сырья будет оказывать влияние на эксплуатационные характеристики и эффективность разделения на сепарирующей установке. Это может привести к снижению ее производительности или к ухудшению качества отсепарированных продуктов. Годовая номинальная мощность по сырью составляет 111,5 тыс. т.

При правильной эксплуатации установки и ее снабжении нефтешламом с номинальной характеристикой обеспечивается получение следующих продуктов переработки: нефтяная фаза, соответствующая требованиям ГОСТ Р 51858-2002 с содержанием воды не более 1 % и механических примесей не более 0,05 %; очищенная вода; шлам, который используется как компонент дорожного покрытия в дорожном строительстве и других целях.

Таким образом, предлагаемая сепарационная установка позволяет перерабатывать экологически безопасным методом нефтешламы, получаемые в процессе переработки сырья, а так же накопившиеся на территории предприятия в шламонакопителях. Таким образом, решена проблема ликвидации нефтешламов с последующим получением нефтепродуктов.

Список литературы

1. Решение проблем нефтешламовых отстойников. Композит-каталог нефтезаводского оборудования и услуг. Второй выпуск [Текст]: – М.: Топливо и энергетика, 2007. – 506 с.

2. Михайлова, Т.В. Проблемы переработки нефтешламов [Электронный ресурс] / Т.В. Михайлова, С.В. Леонтьева // Промышленная экология. – 2008. Режим доступа: http/ekology.ostu.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=190&Itemid=53.

3. Гронь В.А, Кошевая И.Г., Капличенко Н.М. Экологически чистые технологии по переработке нефтешламов – Ачинск, ГУЦМиЗ, 2006.

4. Владимиров, В.С. Переработка и утилизация нефтешламов резервуарного типа [Текст] /В.С. Владимиров, Д.С. Корсун, И.А. Карпухин, С.Е. Мойзис. – М.: Наука, 2005. – 192 с.

5. Переработка нефтешламов с помощью декантеров, центрифуг и сепараторов [Электронный ресурс]: // Нефтешламы.ru. – 2009. – Режим доступа: http://www.nefteshlamy.ru/stat.php?id=2.

6. Гронь В.А., Степанов А.Г. и др. Очистка сточных вод нефтеперерабатывающего производства – Ачинск, ГУЦМиЗ, 2007.

7. Модели сепараторов [Электронный ресурс] // Вестфалия Сепаратор. – 2009. – Режим доступа: http://westfalia-separator.ru.

8. Переработка нефтешламов [Электронный ресурс] // Экологические технологии нового поколения. – 2008. Режим доступа: http://otrabotka.com/goods/text.php.