



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ СВОЙСТВ БЕНЗИНОВОЙ ФРАКЦИИ НЕФТЕШЛАМА

Раджибаев Д.П.

Адилбеков А.М.

Худайберганова С.З.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15396000>

ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 05-May 2025 yil

Ma'qullandi: 10-May 2025 yil

Nashr qilindi: 13-May 2025 yil

KEY WORDS

перегонка, дистиллят, легкая
нафта, бензин, керосин,
дизельное топливо,
нефтешлам.

ABSTRACT

В статье, приведены результаты изучения выхода бензиновой фракции при переработке нефтешлама с легкой, тяжелой нефтью в процессе перегонки в опытной ректификационной колонны. Изучены кинематические вязкости (легкая нефть - 0,33 мм²/сек, тяжелая нефть - 0,30 мм²/сек, бензин - 0,27 мм²/сек) и произведён расчет динамической вязкости а также определены плотности (легкая нефть - 0,72 гр/см³, тяжелая нефть - 0,74 гр/см³, бензин - 0,78 гр/см³) жидких нефтепродуктов при 20°C с помощью ареометров с различной шкалой.

В мире одной из актуальнейших проблем переработка нефтяных шламов, которые накопленных в нефтяных ловушках нефтеперерабатывающих заводов. Накопленные нефтяные шламы приводят к загрязнению почвенно-растительного покрова, размыву почвы, опустыниванию и, как следствие, к уменьшению земельного фонда и ее упрощению, а также локальному ухудшению экосистем. В данный момент, нефтеперерабатывающие заводы не перерабатывают накопленных нефтяных шламов, поэтому переработка и получения вторичного продукта из нефтяных шламов пропиточного строительного битума является актуальной проблемой[1].

В мире необходимо обосновать следующие научные решения в области по утилизации и переработке нефтяных шламов: изучение физико-химических свойств нефтяных шламов с целью получения строительного битума; выявление дисперсности твердых частиц в составе нефтяного шлама; разработка оптимального технологического параметра процесса получения строительного битума из нефтяных шламов; установление корреляционные зависимости эффективности процесса от среды, содержания легких фракций в составе нефтяных шламов, температуры процесса и др.; определение концентрации воды и мелкодисперсных твердых частиц в составе исследуемого нефтяного шлама; разработка безотходной технологий и технологической линий для получения строительного битума из нефтяных отходов[2].

В республике достигнуты определенные теоретические и практические результаты в области утилизации и получении вторичного продукта, сырьевых ресурсов из нефтяных шламов для строительства, химической и автомобильной

промышленности. В стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан предусмотрены задачи по «подъему промышленности путем перевода ее на качественно новый уровень, к дальнейшей интенсификации производства готовой продукции на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов, освоению выпуска новых видов продукции и технологий». В этой сфере, в том числе, имеют важное значение научные исследования по утилизации углеводородных отходов и создание энергосберегающей технологической линии для получения вторичного продукта из нефтяных шламов[3].

Утилизация нефтяных шламов образующихся на нефтеперерабатывающих предприятиях и разработка новой безотходной технологии получения строительного битума из нефтяных шламов.

Определение концентрации воды и мелкодисперсных твердых частиц в составе исследуемого нефтяного шлама;

определение количества легких фракций в составе разбавленного исследуемого нефтяного шлама;

разработка технологической линии для получения строительного битума из нефтяных шламов;

В первой емкости днища производим для перемешивание нефтешлама и тяжелой нефти в % соотношении (35% раствора) и 65 % нефтешлам.

После чего в емкости производилось перемешивание роторной мешалкой в течение 1 часа при нагревании ёмкости до 60 °С. За тем сырьё при помощи центробежного насоса направляется на первой ступень гидроциклона, происходит накопление во второй ёмкости, после чего направляется на 2-ой гидроциклон. После второго гидроциклона идет накопление в третью ёмкость после которой отбирается 20000 мл сырья и отправляется в ректификационную колонну.

При входе углеводородного сырья в ректификационную колонну происходит его однократное испарение, в результате которого образуются равновесная парожидкостная смесь. Образованный при этом восходящий поток смеси паров углеводородов и отпаривающего агента из куба поднимается вверх по колонне и последовательно проходит через все пять контактных тарелок, расположенные в ее исчерпывающей и укрепляющей частях.

Согласно [4,7], через каждую массообменную тарелку колонны проходят четыре неравновесные потоки: жидкость, стекающая с вышеразмещенной тарелки; пары, поступающие из нижней тарелки; жидкость, сливающаяся на нижеразмещенную тарелку по переливной пластине и пары, испаренные из состава жидкости в тарелке, поднимающиеся на вышележащую тарелку.

Установка оснащена запорно-регулирующими элементами и приборами для контроля расхода, температуры и давления теплоносителей в основных ее конструктивных узлах.

Перед началом опытов измеренное количество исходного сырья загружали в подогреватель и зажигая природный газ при помощи горелки довели до кипения. Одновременно в паровом котле-пароперегревателе таким же способом производили испаряющий (отпаривающий) агент - водяной пар.

Нагретое до 340-345 °С углеводородное сырьё в парожидкостном состоянии

поступает в тарелку питания ректификационной колонны, а отпаривающий агент с температурой 264-286 °С подается в донную часть куба колонны открытым способом. В случае необходимости рабочая температура сырья в кубе может быть поднята при помощи электрического нагревателя.

В ходе процесса жидкость с вышерасположенной тарелки стекает в нижнюю тарелку по переливной пластине, где температурный режим процесса более высокий. Поэтому из жидкости испаряется часть низкокипящих фракций, образуя поток паров, в результате чего концентрация последних в составе жидкости уменьшается. С другой стороны, поднимающиеся пары с нижней тарелки попадают на вышележащую тарелку, где температурный режим более низкий, чем в нижней тарелке. При этом часть высококипящих фракций из состава пара конденсируется на верхней тарелке, переходя в жидкую фазу.

В наиболее упрощенном виде нефтешламы представляют собой многокомпонентные устойчивые агрегативные физико-химические системы, состоящие главным образом, из нефтепродуктов, воды и минеральных добавок (песок, глина, окислы металлов и т.д.) [4,5]. Главной причиной образования нефтешламов является физико-химическое взаимодействие нефтепродуктов в объеме конкретного нефтеприемного устройства с влагой, кислородом воздуха и механическими примесями. В результате таких процессов происходит частичное окисление исходных нефтепродуктов с образованием смолоподобных соединений. Попадание в объем нефтепродукта влаги и механических загрязнений приводит к образованию водно-масляных эмульсий и минеральных дисперсий. Поскольку любой шлам который образуется в результате взаимодействия с конкретной по своим условиям окружающей средой и в течение определенного промежутка времени, но одинаковых по составу и физико-химическим характеристикам шламов в природе не бывает [6].

В таблице приведены экспериментальные данные по определению кинематической вязкости, плотности в нефтяных фракций при температуре 20 °С

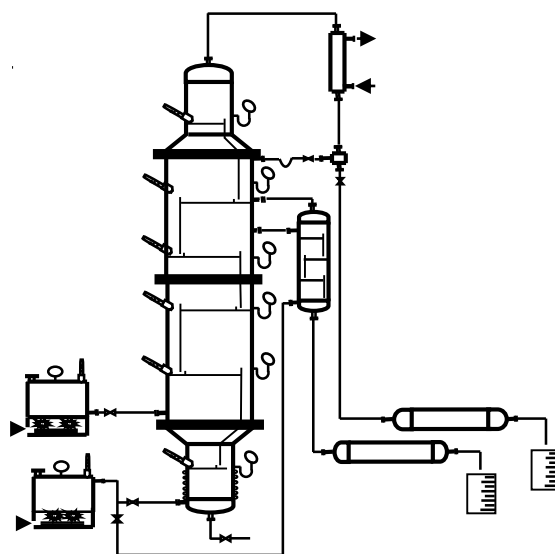


Рис 1. Схема экспериментальной установки для перегонки углеводородного

сырья:

Таким образом, за счет противоточного многократного контакта пара и жидкости в тарелках паровая фаза укрепляется бензиновой фракциями углеводородного сырья, а жидкая фаза обогащается его тяжелолетучими компонентами. При этом самая низкая температура потоков будет в верхней части колонны, а самая высокая – в кубе колонны. Отсюда следует, что фракционный состав пара и жидкости по высоте ректификационной колонны непрерывно изменяется, соответственно и меняется профиль их температуры кипения.

Выходящие из верхней части ректификационной колонны пары топливной фракции поступают в вертикальный трубчатый дефлегматор, где отдают часть своего тепла через стенку к охлаждающей воде и конденсируются. Выходящий из дефлегматора дистиллят при помощи разделительного устройства отделяется на два потока: первый поток в виде флегмы возвращается к верхней тарелке ректификационной колонны, расположенной ниже зоны отбора фракции, а второй поток направляется в горизонтальный трубчатый холодильник для дальнейшего его охлаждения водой. Расход холодной воды в дефлегматоре и холодильниках и устанавливается при помощи вентилей на подающей линии. Охлажденные дистилляты топливных фракций поступают в мерные емкости.

В первом этапе экспериментов процесс перегонки углеводородного сырья проведено под атмосферным давлением, в периодическом режиме работы установки, с последовательным получением дистиллятов топливных фракций, сначала фракции бензина, а затем - керосина и дизельного топлива. В последующих опытах перегонки сырья осуществлено в непрерывном режиме установки, с дегазацией полученных дистиллятов фракций керосина и дизельного топлива в отпарной колонне.

При проведении опытов основное внимание было уделено изучению изменения температуры материальных потоков по времени в кубе и тарелках ректификационной колонны. При этом фиксировали значения температуры сырья и давления углеводородных паров в кубе, температуры дистиллятов в тарелках и давления паров в секциях колонны, расхода воды и ее температуры на входе и выходе теплообменных аппаратов (дефлегматора и холодильников), расхода флегмы и ее температуры на входе в ректификационную колонну, температуры и давления отпаривающего агента, количества кубового остатка и отбираемых дистиллятов топливных фракций. Результаты экспериментов представлены в таблице №1

Таблица1

Физико-химические и теплофизические свойства фракции полученных путем перегонки из смесей нефтешлама и тяжелой нефти

| № | Фракция | Тем-ра Выход °C | Тем-ра куб °C | мл | % | Плотность кг/м ³ | Вязкость мм ² /сек |
|---|-----------|-----------------------|---------------------|-------|-------|--------------------------------|----------------------------------|
| 1 | Бензин | 65-179 | 163-204 | 3385 | 32,85 | 742-751 | 0,31-0,33 |
| 2 | Керосин | 180-239 | 205-297 | 250 | 2,7 | 781-789 | 0,42-0,68 |
| 3 | Дизельная | 240-266 | 298-348 | 260 | 2,8 | 792-811 | 0,91-1,17 |
| 4 | Вода | - | - | 2650 | 25,4 | - | - |
| 5 | Остаток | - | - | 3250 | 31,7 | - | - |
| 6 | Потери | - | - | 205 | 2,05 | - | - |
| 7 | Сумма | | | 20000 | 100 | - | - |

Результаты анализов показывают, что при 20 °C кинематическая вязкость легкой и тяжелой нефти и бензин изменяется от 0,31 до 0,33·10⁻⁶ мм²/с, а их плотность в пределе 0,714÷0,814 г/см³, плотность нефтяного шлама равняется 1,20 г/см³.

Из данных таблицы 1 видно, что при перегонке смесей нефтешлама с тяжелой нефтью выход легкой фракции распределяется следующим образом: при температурном интервале 65-179 °C выход бензиновой фракции составляет 3385 мл, при температуре 180-239 °C выход керосина 250 мл, при 240-266 °C объем дизельного топлива 260 мл, при этом выход общей легкой фракции составляет 38,95 %. Содержание воды в нефтешламе-26,5 %, а в миллилитрах составляет 2650 мл жидкости, не испаряемый остаток продукции в кубе колонне в процентах 32,5 % и потери этих смесей равны 2,05 %, а объем составляет 205 мл. Кинематические вязкости изменяются в пределе 0,31÷1,18·10⁻⁶ мм²/с. Данные проведенных испытаний показывают, что кинематическая вязкость, бензина $\nu = 0,31 \div 0,33 \cdot 10^6$ мм²/сек, керосина $\nu = 0,42 \div 0,68 \cdot 10^6$ мм²/сек, дизельная фракция $\nu = 0,92 \div 1,18 \cdot 10^6$ мм²/сек. Плотность выходящей из нефтешламовых смесей фракции бензина $\rho = 742 \div 751$ кг/м³, керосина $\rho = 781 \div 779$ кг/м³, дизельного топлива $\rho = 792 \div 811$ кг/м³.

Таблица 2

Физико-химические и теплофизические свойства фракции полученных путем перегонки из смесей нефтешлама и легкой нефти

| № | Названия фракции | Темпера- тура (выход), °C | Температур а(куб), °C | Выход фракции, мл | % | Плотност ькг/м ³ | Вязкост ьмм ² /се к. 10 ⁶ |
|---|---------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------|--------------------------------|---|
| 1 | Бензин | 66-182 | 169-239 | 3340 | 32,4 | 714-796 | 0,29- 0,55 |
| 2 | Керосин | 183-245 | 242-290 | 225 | 2,25 | 799-804 | 0,69- 1.20 |
| 3 | Дизельна я | 246-347 | 297-350 | 212 | 2,12 | 815-826 | 1,20 |
| 4 | Вода | - | - | 2975 | 29,75 | - | - |
| 5 | Остаток | - | - | 2885 | 28,8 | - | - |
| 6 | Потери | - | - | 363 | 3,63 | - | - |
| | Сумма | - | - | 20000 | 100 | - | - |

Как видно из таблицы 2, при перегонке смесей нефтешлама с легкой нефтью общий объем выхода легкой фракции составляет 37,77 %, из них 33,4 % бензина и плотность этой жидкости $\rho=755 \text{ кг/м}^3$, а кинематическая вязкость фракции $\nu=0,29\div0,55\cdot10^{-6} \text{ мм}^2/\text{сек}$, выходящая фракция при температуре $66\div186 \text{ }^\circ\text{C}$, следующая керосиновая фракция выходит 2,25 %, и она поступает при температурном интервале $187\div256 \text{ }^\circ\text{C}$ с плотностью $\rho=801,5 \text{ кг/м}^3$, а кинематическая вязкость этой жидкости $\nu = 0,69\div1,20\cdot10^{-6} \text{ мм}^2/\text{сек}$, третий выходящая фракция дизельное топливо при температуре $257\div335 \text{ }^\circ\text{C}$ выход этой фракции 2,12 %, а плотность жидкости $\rho=826 \text{ кг/м}^3$, и не испаряемый остаток в кубе колонны 28,85 %, при этом их кинематические вязкости изменяются в пределе $\nu = 0,29\div1,20\cdot10^{-6} \text{ мм}^2/\text{с}$.

Таблица 3

Физико-химические и теплофизические свойства фракций полученных путем перегонки из смесей нефтешлама и бензином

| № | Названия фракции | Температура(выход), $^\circ\text{C}$ | Температура(куб), $^\circ\text{C}$ | Выход фракции, мл | % | Плотность кг/м^3 | Вязкость $\text{мм}^2/\text{сек} \cdot 10^6$ |
|---|-------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------|-------|---------------------------|--|
| 1 | Бензин | 80-176 | 196-242 | 3365 | 33,65 | 760 | 0,25 |
| 2 | Керосин | 185-198 | 300-320 | 245 | 2,45 | 820 | 0,56 |
| 3 | Дизельное топливо | 205-335 | 307-335 | 250 | 2,50 | 827 | 1,17 |
| 4 | Вода | - | - | 2786 | 27,86 | - | - |
| 5 | Остаток | - | - | 3085 | 30,85 | - | - |
| 6 | Потери | - | - | 269 | 2,69 | - | - |
| | Сумма | - | - | 20000 | 100 | - | - |

Данные таблицы 3 свидетельствуют о том, что при перегонке смесей нефтешлама с бензином выход легкой фракции при температурном интервале $80-176 \text{ }^\circ\text{C}$ составляет 3365 мл, а в процентах - 33,65%, плотность этой жидкости $\rho=760 \text{ кг/м}^3$, а кинематическая вязкость бензиновой фракции находится между $\nu = 1,1-1,28\cdot10^{-6} \text{ мм}^2/\text{с}$. Затем выход керосиновой фракции при температуре $185-198 \text{ }^\circ\text{C}$ выход составляет, 245 мл, при температуре $210-335 \text{ }^\circ\text{C}$, плотность фракции $\rho=820 \text{ кг/м}^3$ и кинематическая вязкость выходящей этой жидкости $\nu = 0,58\cdot10^{-6} \text{ мм}^2/\text{с}$. Выход дизельного топлива 250 мл при температуре $205-335 \text{ }^\circ\text{C}$ и общий объем фракции составляет 53 %, соответственно ее плотность изменяется в пределах $\rho=760\div827 \text{ кг/м}^3$, а вязкость от $0,25$ до $1,17 \cdot 10^{-6} \text{ мм}^2/\text{с}$.

В таблицах 1, 2 и 3 приведены физико-химические и теплофизические свойства смеси нефтяного шлама с легкой и тяжелой нефтью и бензином и их фракции полученные путем перегонки.

В периодическом режиме работы установки, с последовательным получением дистиллятов топливных фракций, сначала фракции бензина, а затем - керосина и дизельного топлива. В последующих опытах перегонки сырья осуществлено в непрерывном режиме установки, с дегазацией полученных дистиллятов фракций

керосина и дизельного топлива в отпарной колонне.

При проведении опытов основное внимание было уделено изучению изменения температуры материальных потоков по времени в кубе и тарелках ректификационной колонны. При этом фиксировали значения температуры сырья и давления углеводородных паров в кубе, температуры дистиллятов в тарелках и давления паров в секциях колонны, расхода воды и ее температуры на входе и выходе теплообменных аппаратов (дефлегматора и холодильников), расхода флегмы и ее температуры на входе в ректификационную колонну, температуры и давления отпаривающего агента, количества кубового остатка и отбираемых дистиллятов топливных фракций.

Таким образом, обобщая данные из трех таблиц можно сделать следующие выводы: выход легкой фракции при разведении нефтешлама с легкой нефтью составляет 38,95 %, с тяжелой нефтью 37,77 %, а с бензином 38,6 %, самым эффективным растворителем является тяжелая нефть по своим высоким растворительным свойствам. Поэтому рекомендуется использовать тяжелую нефть как растворитель для разбавления нефтешлама.

Список литературы:

1. Двоскин Г.И., Гришин А.А., Молчанова И.В. и другие Энергия из отходов // Экология и промышленность России. - 2000. - № 10. – С.15.
2. Пауков А.Н. Разработка технологии переработки нефтяных шламов, промышленных и бытовых отходов. дисс.канд.техн.наук. тюмень. 2010. 147 с.
3. Справочник современных природоохранных процессов/ Нефть, газ и нефтехимия за рубежом, 1994, N10, С. 28.
4. 4. Справочник нефтепереработчика/Под ред. Ластовкина Г.А., Радченко Б.Д., Рудина М.Г. М.: Химия, 1986. – 648 с.
5. 5. Калинин А.А., Радченко Е.Д., Каминский Э.Ф. Определение потенциала суммы светлых нефтепродуктов в зависимости от их ассортимента // Химия и технология топлив и масел, 1981. № 5. С. 6–11.
6. 6. Филипов Л.П. Расчет свойств нефтепродуктов на основе методов термодинамического подобия. Вязкость // Изв. вузов. Нефть и газ, 1989. №1. С. 53–56.