



## 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 нафтой в процессе перегонки в опытной ректификационной колонны. Изучены кинематические вязкости (легкая нафта - 0,33 мм<sup>2</sup>/сек, тяжелая нафта - 0,30 мм<sup>2</sup>/сек, бензин - 0,27 мм<sup>2</sup>/сек) и произведен расчет динамической вязкости а также определены плотности (легкая нафта - 0,72 гр/см<sup>3</sup>, тяжелая нафта - 0,74 гр/см<sup>3</sup>, бензин - 0,78 гр/см<sup>3</sup>) 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 нафты 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 сырье 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 пяти контактных тарелок, расположенные в ее исчерпывающей и укрепляющей частях.

Согласно [4,7], через каждую массообменную тарелку колонны проходят четыре неравновесные потоки: жидкость, стекающая с вышерасположенной тарелки; пары, поступающие из нижней тарелки; жидкость, сливающая на нижерасположенную 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

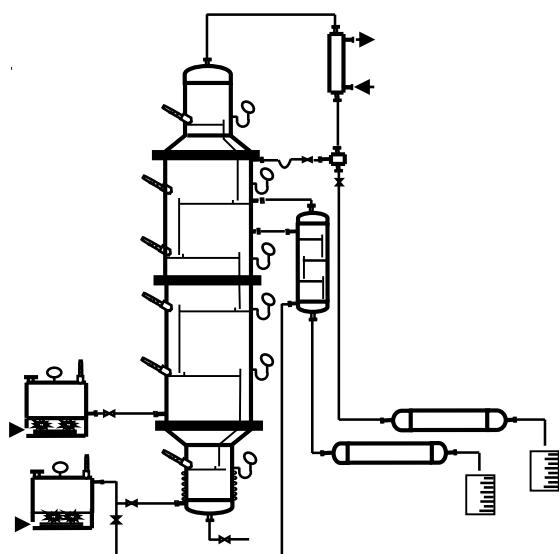


Рис 1. Схема экспериментальной установки для перегонки углеводородного

**сырья:**

Таким образом, за счет противоточного многократного контакта пара и жидкости в тарелках паровая фаза укрепляется бензиновой фракциями углеводородного сырья, а жидккая 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 вентиляй 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 нефешлама и тяжелой нафты**

№	Фракция	Тем-ра Выход °C	Тем-ра куб °C	мл	%	Плотность кг/м <sup>3</sup>	Вязкость мм <sup>2</sup> /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 нафты и бензин изменяется от 0,31 до  $0,33 \cdot 10^{-6}$  мм<sup>2</sup>/с, а их плотность в пределе  $0,714 \div 0,814$  г/см<sup>3</sup>, плотность нефтяного шлама равняется 1,20 г/см<sup>3</sup>.

Из данных таблицы 1 видно, что при перегонке смесей нефтешлама с тяжелой нафтой 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  $0,31 \div 1,18 \cdot 10^{-6}$  мм<sup>2</sup>/с. Данные проведенных испытаний показывают, что кинематическая вязкость, бензина  $\nu = 0,31 \div 0,33 \cdot 10^{-6}$  мм<sup>2</sup>/сек, керосина  $\nu = 0,42 \div 0,68 \cdot 10^{-6}$  мм<sup>2</sup>/сек, дизельная фракция  $\nu = 0,92 \div 1,18 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/сек. Плотность выходящей из нефтешламовых смесей фракции бензина  $\rho = 742 \div 751$  кг/м<sup>3</sup>, керосина  $\rho = 781 \div 779$  кг/м<sup>3</sup>, дизельного топлива  $\rho = 792 \div 811$  кг/м<sup>3</sup>.

Таблица 2

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

№	Названия фракции	Темпера- тура (выход), °C	Температур а(куб), °C	Выход фракции, мл	%	Плотност ькг/м <sup>3</sup>	Вязкост ьмм <sup>2</sup> /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 нафтой общий объем выхода легкой фракции составляет 37,77 %, из них 33,4 % бензина и плотность этой жидкости  $p=755$  кг/м<sup>3</sup>, а кинематическая вязкость фракции  $v=0,29\div0,55\cdot10^6$  мм<sup>2</sup>/сек, выходящая фракция при температуре 66÷186 °С, следующая керосиновая фракция выходит 2,25 %, и она поступает при температурном интервале 187÷256 °С с плотностью  $p=801,5$  кг/м<sup>3</sup>, а кинематическая вязкость этой жидкости  $v = 0,69\div1,20\cdot10^6$  мм<sup>2</sup>/сек, третий выходящая фракция дизельное топливо при температуре 257÷335 °С выход этой фракции 2,12 %, а плотность жидкости  $p=826$  кг/м<sup>3</sup>, и не испаряемый остаток в кубе колонны 28,85 %, при этом их кинематические вязкости изменяются в пределе  $v = 0,29\div1,20\cdot10^6$  мм<sup>2</sup>/с.

### Таблица 3

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

№	Названия фракции	Температура(выход), °С	Температура(куб), °С	Выход фракции, мл	%	Плотность кг/м <sup>3</sup>	Вязкость мм <sup>2</sup> /сек. 10 <sup>6</sup>
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 °С составляет 3365 мл, а в процентах - 33,65%, плотность этой жидкости  $p=760$  кг/м<sup>3</sup>, а кинематическая вязкость бензиновой фракции находится между  $v = 1,1\div1,28\cdot10^6$  мм<sup>2</sup>/с. Затем выход керосиновой фракции при температуре 185-198 °С выход составляет, 245 мл, при температуре 210-335°С, плотность фракции  $p=820$  кг/м<sup>3</sup> и кинематическая вязкость выходящей этой жидкости  $v = 0,58\cdot10^6$  мм<sup>2</sup>/с. Выход дизельного топлива 250 мл при температуре 205-335 °С и общий объем фракции составляет 53 %, соответственно ее плотность изменяется в пределах  $p=760\div827$  кг/м<sup>3</sup>, а вязкость от 0,25 до 1,17 10<sup>6</sup> мм<sup>2</sup>/с.

В таблицах 1, 2 и 3 приведены физико-химические и теплофизические свойства смеси нефтяного шлама с легкой и тяжелой нафтой 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 нафтой составляет 38,95 %, с тяжелой нафтой 37,77 %, а с бензином 38,6 %, самым эффективным растворителем является тяжелая нафта по своим высоким растворительным свойствам. Поэтому рекомендуется использовать тяжелую нафту 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. Филлипов Л.П. Расчет свойств нефтепродуктов на основе методов термодинамического подобия. Вязкость // Изв. вузов. Нефть и газ, 1989. №1. С. 53–56.