

РЕГУЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ СЫРЬЯ АТМОСФЕРНО-ВАКУУМНОЙ ПЕРЕГОНКИ С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ ВЫХОДА СВЕТЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ**ATMOSPHERIC VACUUM DISTILLATION FEEDSTOCK PROPERTIES CONTROL FOR LIGHT PETROLEUM PRODUCTS YIELD ENHANCEMENT**

В работе представлены результаты исследований по определению оптимального состава смесового сырья для интенсификации процесса атмосферной перегонки. Для исследования влияния мазута и гудрона в газовом конденсате на основные физико-химические свойства были использованы зависимости таких показателей качества как кинематическая и динамическая вязкость, плотность, размеры частиц дисперсной фазы и фактор устойчивости. Показан экстремальный характер изменения данных показателей качества. Установлены области активного состояния смесового сырья, состоящего из газового конденсата и мазута или гудрона, которые позволили определить оптимальное содержание тяжелых нефтяных остатков в сырье для интенсификации атмосферной перегонки. Показано, что введение в газовый конденсат 3% масс. мазута или 0,5% масс. гудрона позволяет увеличить выход светлых нефтепродуктов на 1,8 и 6,5 % масс. соответственно.

The article presents study results on optimum mixed feedstock composition for atmospheric distillation stimulation. For studying impact of mazut and tar in gas condensate on the main physicochemical properties dependencies of such quality indexes as kinematic and dynamic viscosity, density, disperse phase particle sizes and stability factor were used. Extreme changing of these quality indexes is shown. Active state zones of mixed feedstock consisting of gas condensate and mazut or tar have been determined which made it possible to define optimum content of heavy petroleum residues in the feedstock for atmospheric distillation stimulation. It is shown that 3% wt mazut or 0,5 % wt tar introduction into the gas condensate makes it possible to increase light petroleum products yield by 1,8 and 6,5% wt correspondingly.

**Комарова Е.В., Евдокимова Н.Г.,
Марданова М.Р.**
ФГБОУ ВПО «Уфимский
государственный нефтяной
технический университет», филиал
г. Салават, Российская Федерация

**E.V.Komarova, N.G.Evdokimova,
M.R.Maydanova.**

**FSBEI of HPE Ufa State Petroleum
Technological University,
Salavat branch, the Russian
Federation**

Ключевые слова: атмосферно-вакуумная перегонка, газовый конденсат, мазут, гудрон, светлые нефтепродукты, нефтяные дисперсные системы, фактор устойчивости, активность.

Key words: atmospheric vacuum distillation, gas condensate, mazut, tar, light petroleum products, oil disperse systems, stability factor, active state.

В настоящее время вопрос о целесообразности использования нефти стоит особенно остро. Увеличение выходов ценных товарных нефтепродуктов и продуктов нефтехимии стало одним из актуальных направлений совершенствования современной технологии переработки нефти.

Проблема рациональной глубокой переработки нефти, получения качественных продуктов с улучшенными экологическими свойствами весьма актуальна. В связи с этим подготовка нефти к переработке и первичная переработка имеют огромное значение. Разделение нефти на фракции на атмосферно-вакуумных установках является важной стадией в общей схеме переработки, обеспечивающей сырьем все технологические установки нефтеперерабатывающего предприятия, а также нефтехимических производств.

Установка ЭЛОУ-АВТ-4 ОАО «Газпром нефтехим Салават» предназначена для переработки газового конденсата, однако в качестве сырья часто используют смесь стабильного газового конденсата ООО «Оренбурггазпром» со смесью западносибирских

нефтей в различных соотношениях. Соотношение компонентов сырья изменяется достаточно в широком диапазоне, поэтому возникают трудности при ведении технологического режима и выход светлых нефтепродуктов на блоке АТ не всегда прогнозируем. Происходит ухудшение четкости разделения, в результате чего снижается выход светлых нефтепродуктов. При вводе новой установки ЭЛОУ-АВТ-6 по переработке нефти на предприятии планируется перевод установки ЭЛОУ-АВТ-4 на переработку только газового конденсата и увеличение глубины переработки углеводородного сырья становится первоочередной задачей.

В работах [1-3] показано, что смеси нефтей, различных по фракционному и химическому составу, а также нефтей с газоконденсатами проявляют неадекватное изменение свойств в зависимости от соотношения компонентов, а также нелинейное проявление в процессах прямой перегонки. Газовые конденсаты, нефти и тяжелые нефтяные остатки (мазут, гудрон) рассматриваются как сложные коллоидно-дисперсные системы, свойства которых переменны и зависят от множества факторов, где основными являются состав и свойства углеводородов. На основе коллоидно-химических представлений о перестройке внутренней структуры нефтяных дисперсных систем (НДС) и перераспределении нефтяных компонентов между сольватным слоем структурных единиц и дисперсионной средой лежит

научный подход к подготовке сырья для нефтепереработки [3,4]. Изучение свойств НДС дает возможность разработать способы управления ими для интенсификации процессов переработки нефтяного сырья. Поэтому предметом исследований стало изучение поведения нефтяных дисперсных систем различного состава и определение их активного состояния с целью интенсификации процесса атмосферной перегонки.

В качестве объектов исследования в работе использовался стабильный газовый конденсат ООО «Оренбурггазпром» в различных соотношениях с мазутом и гудроном установки ЭЛОУ-АВТ-4 ОАО «Газпром нефтехим Салават».

Для исследования влияния высококипящего компонента (мазута и гудрона) в смесевом сырье на основные физико-химические свойства были определены зависимости таких показателей качества, как кинематическая и динамическая вязкость, плотность, размеры частиц дисперсной фазы и фактор устойчивости газового конденсата от содержания мазута и гудрона в нём.

На рисунках 1–3 представлены зависимости кинематической, динамической вязкости и плотности смесового сырья от содержания тяжелых нефтяных остатков. Установлено, что данные зависимости носят нелинейный характер. В области введения гудрона в газовый конденсат в количестве до 2 % масс., происходит резкое увеличение вязкости и плотности смесового сырья, а при введении 3–5 % масс. мазута — вязкость сырья практически не изменяется, а плотность монотонно увеличивается. Можно предположить, что в данных диапазонах концентраций тяжелых нефтяных остатков в газовом конденсате системы будут находиться в активном состоянии, что позволит интенсифицировать процесс атмосферной перегонки.

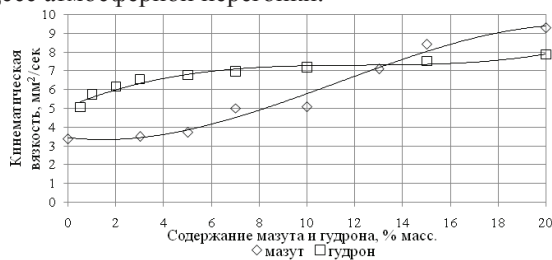


Рисунок 1. Зависимости кинематической вязкости газового конденсата от содержания мазута и гудрона



Рисунок 2. Зависимости динамической вязкости газового конденсата от содержания мазута и гудрона

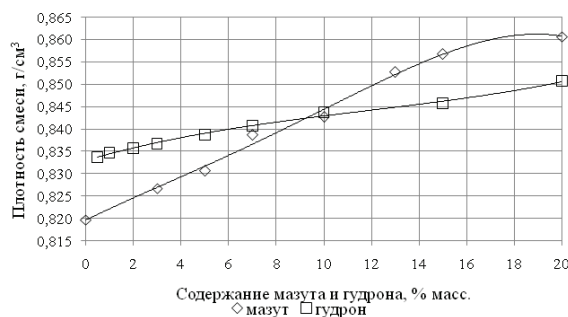


Рисунок 3. График зависимости плотности от состава смеси

Для определения активного состояния нефтяных дисперсных систем можно использовать экстраграммы типа «количество добавки — свойство» [7]. Зависимости размеров частиц дисперсной фазы и фактора устойчивости от содержания добавки наиболее эффективно подходят для этого.

Известны спектральные методы определения размеров прозрачных частиц дисперсной системы в светлых нефтепродуктах: по рассеиванию света различной длины волны. Эти методы, к сожалению, неприменимы к темным нефтепродуктам, так как в таких системах преобладает поглощение, а не рассеивание фотонов частицами.

Для определения размеров темных частиц дисперсной фазы в нефтепродуктах используется фотоэлектроколориметрический метод [5, 6]. При определении оптической плотности использовались растворы смеси газового конденсата с мазутом и гудроном в парном растворителе, состоящем из гексана и толуола в соотношении 30:70. Измерения оптической плотности проводили на приборе ФЭК-56М при двух длинах волн света синего (490 нм) и красного (680 нм) цветов. Следует иметь в виду, что при разбавлении размеры частиц дисперсной фазы изменяются, поэтому рассматривался характер их изменения от состава сырья, а не истинные значения.

Фактор устойчивости представляет собой отношение концентраций компонентов (или свойств) нефтяной дисперсной системы, измененных по истечении времени в двух слоях, отстоящих друг от друга на определенном расстоянии в направлении сил осаждения [2]. Определение фактора устойчивости (кажущейся устойчивости) асфальтеносодержащих нефтяных дисперсных систем проводили методом центрифугирования раствора смесового сырья в гексан-толуольном растворителе и последующем определении оптической плотности верхнего и нижнего слоев после центрифугирования [5].

Активность системы была определена как отношение значений фактора устойчивости после и до активирования, соотнесенное на содержание мазута или гудрона в сырье [4, 7]. В таблицах 1 и 2 показаны значения размеров частиц дисперсной фазы и фактора устойчивости, определенного по оптической плотности при введении в газовый конденсат

мазута и гудрона, а на рисунках 4 и 5 показаны зависимости активности смесового сырья, определенной по значениям размеров частиц дисперсной фазы и фактора устойчивости.

Таблица 1. Значения фактора устойчивости и размеров частиц дисперсной фазы в зависимости от содержания мазута в газовом конденсате

Содержание мазута в газовом конденсате, % масс.	Фактор устойчивости, определенный по оптической плотности	Размер частиц дисперсной фазы, нм
0	0,87	325
3	0,67	420
5	0,71	320
7	0,70	237
10	0,75	240
13	0,71	251
15	0,58	275
20	0,59	288

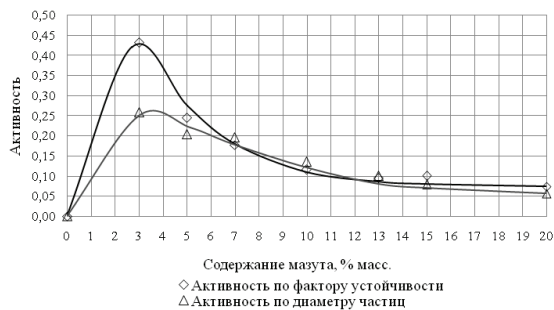


Рисунок 4. Зависимость параметра активности системы от содержания мазута в газовом конденсате

Таблица 2. Значения фактора устойчивости и диаметра частиц в зависимости от содержания полугудрона в сырье

Содержание гудрона в газовом конденсате, % масс.	Фактор устойчивости, определенный по оптической плотности	Размер частиц дисперсной фазы, нм
0,0	0,87	325
0,5	0,55	432
1,0	0,71	410
2,0	0,92	320
3,0	0,61	295
5,0	0,33	242
7,0	0,41	284
10,0	0,69	290
15,0	0,90	208
20,0	0,56	240

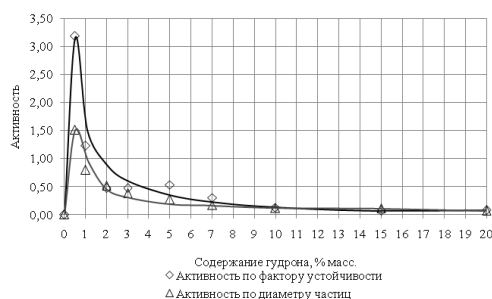


Рисунок 5. Зависимость параметра активности системы от содержания гудрона в газовом конденсате

Анализ таблиц 1 и 2 и рисунков 5 и 6 позволяет сделать вывод, что максимальные значения активности системы «газовый конденсат-мазут» наблюдаются при содержании мазута в смеси до 3 % масс., а системы «газовый конденсат-гудрон» — при содержании гудрона 0,5 % масс.

Смесевое сырье в лабораторных условиях разгоняли методом постепенной перегонки при атмосферном давлении на фракции НК — 85°C, 85–180°C, 180–350°C и остаток, выкипающий выше 350°C. На рисунках 6, 7 и в таблицах 3 и 4 представлены выходы светлых нефтепродуктов при перегонке газового конденсата в смеси с мазутом и гудроном. Установлено, что при содержании мазута в газовом конденсате до 5 % масс., выход светлых фракций увеличивается и достигает максимального значения. При дальнейшем увеличении содержания мазута в газовом конденсате (более 5 % масс.) происходит некоторое снижение выхода светлых нефтепродуктов. При введении гудрона в газовый конденсат максимальный выход светлых фракций наблюдается при содержании гудрона в сырье 0,5 % масс., и при дальнейшем его увеличении выход продуктов снижается.



Рисунок 6. Зависимость выхода светлых фракций от содержания мазута в газовом конденсате

Таблица 3. Количество светлых фракций, полученных при перегонке газового конденсата в смеси с мазутом

Содержание мазута в сырье, % масс.	Выход фракции, % масс.			
	НК-85°C	85-180°C	НК-180°C	180-350°C
0	5,50	30,31	35,81	26,16
1	7,39	22,16	29,55	29,54
2	8,23	27,07	35,30	27,50
3	7,59	24,16	31,75	31,35
5	6,86	23,43	30,29	33,52
7	7,30	23,66	30,96	31,55
15	6,55	23,33	29,88	29,92
20	6,33	22,33	28,66	29,17



Рисунок 7. Зависимость выхода светлых фракций от содержания гудрона в газовом конденсате

Таблица 4. Количество светлых фракций, полученных при перегонке газового конденсата в смеси с гудроном

Содержание полуудрона в сырье, % масс.	Выход фракции, % масс.			
	НК-85°C	85-180°C	НК-180°C	180-350°C
0,0	5,50	30,31	35,81	26,16
0,5	8,96	26,67	35,62	33,03
1,0	6,14	26,14	32,28	34,26
2,0	8,04	25,49	33,53	34,71
3,0	6,79	26,41	33,20	32,43
5,0	8,57	24,00	32,57	32,95
7,0	7,66	23,18	30,84	33,64
10,0	7,64	24,00	31,64	30,73
15,0	7,30	21,39	28,69	30,78
20,0	4,83	23,33	28,16	25,16

Видимо, в области активного состояния смеси сырьевых фракций, за счет изменения тяжелыми нефтяными остатками растворяющей способности и вязкости дисперсионной среды, происходит снижение сил межмолекулярного взаимодействия между фазой и средой в НДС. Это приводит к агрегированию асфальтенов и снижению кинетической устойчивости всей системы, что позволяет в процессе перегонки высвободить большее количество легкокипящих углеводородов.

Результаты исследований показали, что максимальный выход суммы бензиновых фракций НК-85°C и 85-180°C наблюдается при содержании мазута в газовом конденсате 2 % масс. и 0,5 % масс.

гудрона. Максимальный выход фракции 180-350°C был получен из газового конденсата при содержании 5 % масс. мазута и 2 % масс. гудрона. Наибольший прирост выхода всех светлых фракций наблюдается при содержании 5 % масс. мазута и 0,5 % гудрона в газовом конденсате.

Таким образом, при переработке газового конденсата на установке ЭЛОУ-АВТ-4 в ОАО «Газпром нефтехим Салават» с целью интенсификации процесса первичной перегонки и увеличения глубины переработки углеводородного сырья целесообразно использовать метод активирования сырья небольшим количеством тяжелого нефтяного остатка (мазутот или гудроном), полученным на самой установке.

Выводы

Установлена возможность увеличения выхода светлых нефтепродуктов регулированием сил межмолекулярного взаимодействия нефтяных дисперсных систем за счет введения тяжелых нефтяных остатков в исходное сырье.

Методом определения активного состояния нефтяных дисперсных систем можно определить оптимальное содержание тяжелых нефтяных остатков в сырье для интенсификации процесса перегонки газового конденсата.

Введение в газовый конденсат 5% масс. мазута или 0,5% масс. гудрона позволяет увеличить выход светлых нефтепродуктов на 1,8 и 6,5 % соответственно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах: избр. тр. М.: Наука, 1978. 294 с.
2. Фукс Г.И. Коллоидная химия нефти и нефтепродуктов. М.: Знание, 1984. 63 с.
3. Сафиева Р.З. Физикохимия нефти. Физико-химические основы технологии переработки нефти. М.: Химия, 1998. 448 с.
4. Сюняев З.И., Сафиева Р.З., Сюняев Р.И. Нефтяные дисперсные системы. М.: Химия, 1990. 226 с.
5. Евдокимова Н.Г., Прозорова О.Б., Кортянович К.В. Методы исследования свойств битумов и нефтяных остатков. Уфа: УГНТУ, 2004. 56 с.
6. Гилязетдинов Л.П., Аль-Джомаа. Определение параметров темных частиц дисперсной фазы в нефтяных системах // Химия и технология топлив и масел. 1994. №3. С. 27-29.
7. Подготовка сырья битумного производства с использованием вакуумного остатка установки висбрекинга / Евдокимова Н.Г. и др. // Нефтегазовое дело: электрон. науч. журн. 2011. №5. С. 323-335. URL: http://www.ogbus.ru/authors/Evdokimova/Evdokimova_4.pdf.

REFERENCES

1. Rebinder P.A. Poverhnostnye yavleniya v dispersnyh sistemah: izbr. tr. M.: Nauka, 1978. 294 s. [in russian].
2. Fuks G.I. Kolloidnaya himiya nefiti i nefteproduktov. M.: Znanie, 1984. 63 s. [in russian].
3. Safieva R.Z. Fizikohimiya nefiti. Fiziko-himicheskie osnovy tehnologii pererabotki nefiti. M.: Himiya, 1998. 448 s. [in russian].
4. Syunyaev Z.I., Saffieva R.Z., Syunyaev R.I. Neftyanye dispersnye sistemy. M.: Himiya, 1990. 226 s. [in russian].
5. Evdokimova N.G., Prozorova O.B., Kortyanovich K.V. Metody issledovaniya svoystv bitumov i neftyanyh ostatkov. Ufa: UGNTU, 2004. 56 s. [in russian].
6. Gilyazetdinov L.P., Al'-Dzhomaa. Opredelenie parametrov temnyh chastic dispersnoi fazy v neftyanyh sistemah // Himiya i tehnologiya topliv i masel. 1994. '3. S. 27-29. [in russian].
7. Podgotovka syr'ya bitumnogo proizvodstva s ispol'zovaniem vakuumnogo ostatka ustanovki visbrekinga /Evdokimova N.G. i dr. // Neftegazovoe delo: elektron. nauch. zhurn. 2011. '5. S. 323-335. URL: http://www.ogbus.ru/authors/Evdokimova/Evdokimova_4.pdf

Комарова Е.В., ассистент кафедры химико-технологических процессов ФГБОУ ВПО УГНТУ, филиал, г. Салават, Российская Федерация

E.V.Komarova, Assistant of the Chair "Chemical Technological Processes", FSBEI of HPE Ufa State Petroleum Technological University, Salavat branch, the Russian Federation

Евдокимова Н.Г., канд. техн. наук, доцент кафедры химико-технологических процессов филиала ФГБОУ ВПО УГНТУ, г. Салават, Российская Федерация
N.G.Evdokimova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Chair "Chemical Technological Processes", FSBEI of HPE Ufa State Petroleum Technological University, Salavat branch, the Russian Federation

Марданова М.Р., студент группы ТП-08-21 ФГБОУ ВПО УГНТУ филиал, г. Салават, Российская Федерация
M.R.Mardanova, Student of TPI-08-21 group, FSBEI of HPE Ufa State Petroleum Technological University, Salavat branch, the Russian Federation

e-mail: komarova_sfugntu@mail.ru, ruskih1.r@yandex.ru.