

УДК 665.662.36

**РАСШИРЕНИЕ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
МИНЕРАЛЬНЫХ МАСЕЛ**

**EXPANDING THE RAW MATERIAL BASE
FOR THE MINERAL OIL PRODUCTION**

Ангели Е.А., Ханов А.Р., Насырова Л.А., Фасхутдинов Р.Р.

**Уфимский государственный нефтяной технический университет,
г. Уфа, Российская Федерация**

E.A. Angeli, A.R. Khanov, L.A. Nasyrova, R.R. Faskhutdinov

**Ufa State Petroleum Technological University,
Ufa, Russian Federation**

e-mail: katy.angel0803@mail.ru

Аннотация. Развитие нефтеперерабатывающей отрасли требует постоянного расширения сырьевой базы для удовлетворения растущих требований к качеству моторных топлив и масел. Еще одной причиной поиска дополнительных источников углеводородных ресурсов является снижение качества нефти.

Альтернативным решением указанной проблемы является увеличение доли переработки малосернистых газовых конденсатов. Высокий потенциал светлых нефтепродуктов в газовом конденсате и относительно низкое содержание смол и асфальтенов в атмосферном остатке позволяют получать высококачественную продукцию, в том числе минеральные масла.

В статье предложена технология переработки газового конденсата с получением рафинатов селективной очистки. Вакуумной разгонкой газового конденсата получают узкие промышленные масляные фракции

350-420 °С, 420-500 °С и 500+ °С. Проведен анализ физико-химических свойств и группового углеводородного состава исходного сырья и выделенных масляных фракций. Полученные результаты свидетельствуют о возможности дальнейшей переработки газового конденсата в качестве сырья для получения базовых минеральных масел I группы согласно классификации API. Для получения базовых минеральных масел полученные масляные фракции подвергают процессу селективной очистки для улучшения химической стабильности и вязкостно-температурных характеристик.

Проведение процесса селективной очистки требует изучения преимуществ и недостатков наиболее распространенных в промышленности избирательных растворителей – фенола, фурфурола и N-метил-2-пирролидона. В данной работе был выбран наименее токсичный избирательный растворитель N-метил-2-пирролидон, который применяется для очистки как дистиллятных, так и остаточных фракций.

Процессы селективной очистки масляных фракций проведены при различных температурах и кратностях растворителя с целью определения оптимальных режимов.

Даны рекомендации по дальнейшему применению полученных рафинатов и экстрактов. Рафинаты вследствие высокой концентрации парафинов обладают высокими температурами застывания. Улучшить низкотемпературные свойства рафинатов можно путем введения присадок, проведения процесса депарафинизации или совмещения неглубокой депарафинизации с вводом присадок.

Экстракты рекомендуется применять в качестве сырья для производства технического углерода, масла-пластификатора ПН-6, масла-теплоносителя АМТ-300.

Abstract. The development of the oil refining industry requires constant expansion of the raw material base to meet the growing requirements for the

quality of motor fuels and oils. Another reason for finding additional sources of hydrocarbon resources is the decline in oil quality.

An alternative solution to this problem is to increase the proportion of processing of low-sulfur gas condensates. High potential of light oil products in the gas condensate and relatively low content of tars and asphaltenes in the atmospheric residue allow to obtain high-quality products, including mineral oils.

In the article the technology of selective treatment of gas condensate is proposed. Vacuum distillation of gas condensate get narrow industrial oil fraction 350-420 °C, 420-500 °C and 500+ °C. The analysis of physical and chemical properties and group hydrocarbon composition of feedstock and separated oil fractions is done. The obtained results testify to the possibility of further processing of gas condensate as a raw material for obtaining base mineral oils of the I group according to API classification. To obtain basic mineral oils, the resulting oil fractions are subjected to a selective treatment process to improve chemical stability and viscosity-temperature characteristics.

A process of selective treatment requires researches of the advantages and disadvantages of the most common in industry selective solvents such as phenol, furfural and N-methyl-2-pyrrolidone. In this article, the least toxic selective solvent – N-methyl-2-pyrrolidone, which is used to clean both distillate and residual fractions, was chosen.

The processes of selective treatment of oil fractions were carried out at different temperatures and ratio of solvent to raw material in order to determine the optimal regimes.

Recommendations on further application of the received raffinats and extracts are given.

The raffinates, due to the high concentration of paraffins have high pour points. To improve the low-temperature properties of raffinates can be by

introducing additives, carrying out the process of dewaxing or combining shallow dewaxing with the introduction of additives.

Extracts are recommended to use as raw material for technical carbon production, oil-plasticizer or heat carrier oil.

Ключевые слова: газовый конденсат, минеральные масла, высококипящие фракции, вакуумная разгонка, экстракционные процессы, селективная очистка, избирательный растворитель.

Key words: gas condensate, mineral oil, high-boiling fractions, vacuum distillation, extraction processes, selective treatment, selective solvent.

Перед российской нефтеперерабатывающей промышленностью стоит ряд проблем, основной из которых является увеличение глубины переработки нефти и улучшение качества получаемых нефтепродуктов, соответствующих высоким экологическим показателям.

В настоящее время значения Индекса Нельсона для основной массы российских нефтеперерабатывающих заводов ниже среднего значения этого показателя в мире, технический уровень также не соответствует передовому мировому уровню.

При поиске новых технологических решений в привязке к действующим производствам необходимо учитывать значительные изменения свойств нефтяного сырья, которые заключаются в увеличении содержания сернистых соединений, а также снижении потенциала светлых фракций [1]. Одним из вариантов решения данной проблемы является увеличение доли газовых конденсатов в общем объеме переработки углеводородного сырья. По сравнению с нефтью газовый конденсат представляет собой более ценное сырье вследствие высокого содержания фракций, выкипающих до 360 °С.

По итогам 2016 г. добыча газового конденсата в России выросла на 4,5 % и достигла 34,2 млн т.

Однако освоение газоконденсатных месторождений характеризуется очень медленными темпами роста вследствие того, что отечественные нефтяные компании отдают предпочтение добыче нефти и газа [2].

Большинство существующих в стране установок по переработке газового конденсата недостаточно эффективны и не обеспечивают необходимую глубину переработки сырья. В среднем глубина переработки газоконденсата составляет 75-85 % по сумме отбора светлых продуктов. Ввиду высокого содержания в газовых конденсатах нормальных парафинов на действующих установках первичной переработки получают бензиновые фракции с низким октановым числом и дизельные фракции с высокими температурами помутнения [3]. Остатком атмосферной перегонки является мазут, который в настоящее время используется в качестве котельного топлива, однако он обладает высокой температурой застывания (кристаллизации) ввиду высокого содержания парафиновых углеводородов. Из-за высокой вязкости существенно усложняются хранение и транспортировка данного нефтепродукта [4].

Для решения данной проблемы необходимо разработать и предложить пути квалифицированной переработки остатка атмосферной перегонки газового конденсата.

Первым этапом повышения глубины переработки газоконденсатов является вакуумная перегонка с получением вакуумных дистиллятов, которые перерабатываются по двум направлениям: топливному и масляному. Преимущество второго варианта заключается в стабильном росте потребления минеральных масел и повышении требований к их качеству.

Если раньше для производства минеральных масел на заводах использовались только нефти с высоким потенциальным содержанием базовых масел, то сейчас в связи со значительным ростом доли высокосернистых и высокоароматизированных нефтей на переработку поступают смеси с высоким содержанием нежелательных компонентов.

Это приводит к тому, что выход масел снижается, а качество – ухудшается. По этой причине требуется поиск альтернативных сырьевых ресурсов с высоким содержанием изопарафино-нафтеновых углеводородов – наилучших компонентов при производстве базовых минеральных масел, применяемых в основном для смазки механизмов промышленного оборудования [5].

Одним из вариантов расширения сырьевой базы является вовлечение в производство масел газовых конденсатов [6]. В данной работе исследовался газовый конденсат из месторождений Ямало-Ненецкого округа.

С целью рассмотрения возможности получения базовых минеральных масел газовый конденсат был разогнан на аппарате АРН-2 на узкие промышленные масляные фракции 350-420 °С, 420-500 °С и 500+ °С [7]. Физико-химические свойства фракции 350+ °С газового конденсата и выделенных из нее масляных фракций приведены в таблице 1.

Сырье для производства масел характеризуется низким содержанием серы, механических примесей и металлов, а также хорошими вязкостно-температурными свойствами. Исходя из этого был предложен один из вариантов его дальнейшей переработки для получения базовых минеральных масел I группы согласно классификации АРІ без применения процесса гидроочистки.

Фракция 500+ °С характеризуется низкой коксуемостью, пониженным содержанием серы, невысокой плотностью. С учетом того, что в исходном газовом конденсате также низкая концентрация металлов, можно сделать вывод, что нет необходимости направлять эту фракцию на деасфальтизацию.

Таблица 1. Физико-химические свойства мазута и выделенных масляных фракций

Показатель	Фракция 350+ °С	III фракция 350-420 °С	IV фракция 420-500 °С	Фракция 500+ °С
Плотность при 20 °С, кг/м ³	855,6	862,8	881,0	912,5
Кинематическая вязкость при 40 °С, мм ² /с	9,75	14,96	47,85	-
Кинематическая вязкость при 80 °С, мм ² /с	-	-	-	53,18
Кинематическая вязкость при 100 °С, мм ² /с	2,73	3,52	6,75	26,04
Показатель преломления при 50 °С	1,4768	1,4784	1,4874	-
Температура застывания, °С	27	28	36	-
Температура вспышки, °С	58	185	224	>260
Содержание воды, % масс.	менее 0,03			-
Массовая доля механических примесей, %	0,090	-	-	0,581
Коксуемость, % масс.	-	-	-	1,96
Содержание общей серы, % масс.	0,089	0,085	0,119	0,212
Содержание металлов, ppm:	менее 8	-	-	-

Низкие плотность и показатель преломления всех исследуемых фракций свидетельствуют о высоком содержании насыщенных углеводородов.

Для выбора оптимальной схемы очистки всех выделенных масляных фракций был исследован групповой углеводородный состав (таблица 2).

Из анализа группового углеводородного состава можно сделать вывод, что сырье отличается относительно высоким содержанием парафино-нафтеновых углеводородов – высокоиндексных компонентов минеральных масел. С увеличением температуры кипения фракций происходит закономерное снижение содержания насыщенных углеводородов, в том числе парафинов, при этом возрастает содержание нежелательных компонентов масел: смол и тяжелых ароматических углеводородов.

Таблица 2. Групповой углеводородный состав сырья и выделенных масляных фракций

Группы	Фракция 350+ °С	III фракция 350-420 °С, % масс.	IV фракция 420-500 °С, % масс.	Фракция 500+ °С, % масс.
Парафино- нафтеновые	78,6	73,9	72,7	59,4
Легкие арены	4,6	8,6	9,5	16,5
Средние арены	4,7	7,7	6,3	5,8
Тяжелые арены	7,2	6,4	8,6	13,2
Смола	4,9	3,4	2,9	5,1
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0

Для получения базовых минеральных масел эти фракции необходимо подвергнуть процессу селективной очистки для улучшения химической стабильности и вязкостно-температурных характеристик, а затем депарафинизации с целью улучшения низкотемпературных свойств.

В настоящее время в мировой нефтепереработке для селективной очистки масел применяются в основном следующие три избирательных растворителя: фенол, фурфурол и N-метилпирролидон [8].

Преимуществом фенола перед фурфуролом является его большая растворяющая способность в отношении полициклических ароматических углеводородов, смол и серосодержащих соединений, что особенно важно при очистке высококипящих фракций и остатков. При фенольной очистке масляные фракции одновременно обессериваются и деазотируются в результате их удаления в составе полициклических углеводородов и смол.

По растворяющей способности фенол значительно превосходит фурфурол, поэтому очистка масел фенолом производится при меньшем расходе растворителя и при более низких температурах. Однако фенол несколько уступает фурфуролу по избирательности, при равном расходе растворителя на очистку одного и того же сырья выход рафината

фурфурольной очистки обычно выше, чем фенольной [9]. Вследствие высокой токсичности фенол не был использован в данной работе.

Фурфурол относится к числу избирательных растворителей с высокой селективностью и сравнительно низкой растворяющей способностью. При фурфурольной очистке масел достигается четкое экстрагирование низкоиндексных компонентов сырья и, как следствие, высокие выходы рафината, однако процесс требует повышенного расхода растворителя по сравнению с фенольной очисткой.

Фурфурол имеет более низкую температуру плавления, что обеспечивает более широкий диапазон рабочих температур в экстракционной колонне при фурфурольной очистке масел [10]. Однако ввиду пониженной растворяющей способности фурфурол применяется при очистке преимущественно дистиллятных масляных фракций. К основным недостаткам фурфуrolа относятся его низкая термическая и окислительная способности. Так как в работе рассматривается очистка и дистиллятных, и остаточной фракции, применение фурфуrolа нецелесообразно.

N-метил-2-пирролидон имеет хорошую растворяющую способность, обладает большей избирательностью по отношению к углеводородам ароматического ряда, низкой токсичностью, и более низкой температурой плавления, применяется для очистки всех видов сырья. При очистке масел N-метил-2-пирролидон обеспечивает больший выход и лучшее качество рафината при меньшей кратности растворителя по сравнению с фенолом. Кроме того, N-метил-2-пирролидон не образует азеотропа с водой.

В данной работе в качестве избирательного растворителя процесса селективной очистки используется N-метил-2-пирролидон как наименее токсичный и обладающий высокими селективными свойствами по отношению к ароматическим углеводородам [11].

Для проведения процесса селективной очистки были определены критические температуры растворения подвергаемых селективной очистке

фракций. Графическое изображение кривых растворимости этих фракций представлено на рисунке 1.

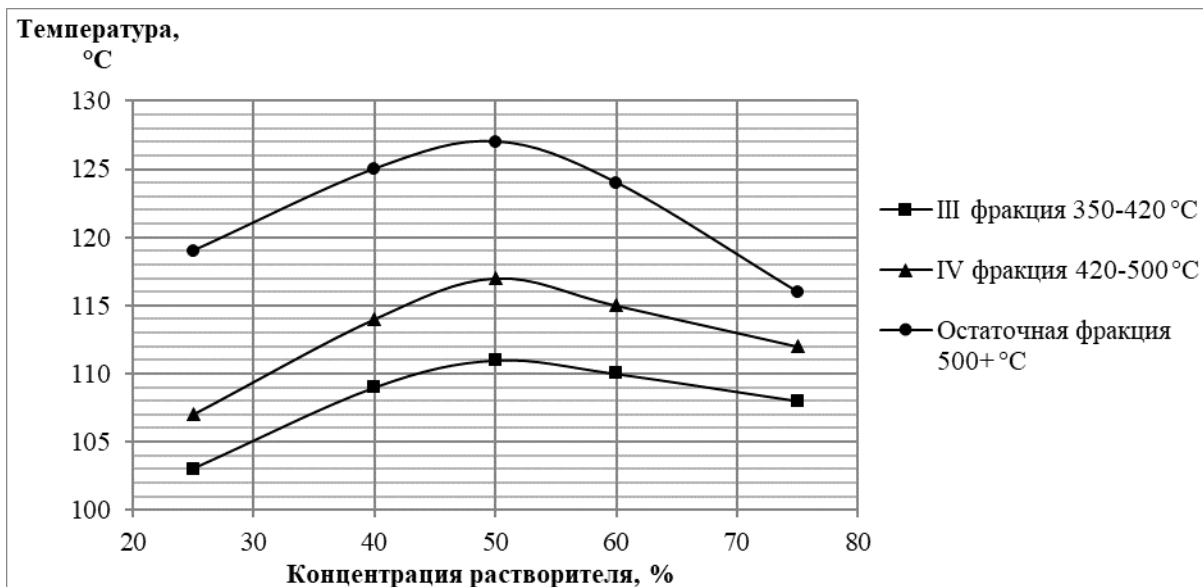


Рисунок 1. Кривые растворимости III, IV и остаточной фракций

По построенным кривым можно также косвенно судить об углеводородном составе фракций. Анализируемые фракции имеют довольно высокие критические температуры растворения, что свидетельствует о высоком содержании парафино-нафтеновых углеводородов.

Критические температуры растворения позволяют подобрать оптимальную температуру селективной очистки, исходя из соотношения растворителя к сырью. Обычно селективную очистку обычно проводят при температуре на 15-20 °C ниже критической температуры растворения.

На заводах ПАО АНК «Башнефть» для производства минеральных масел в качестве сырья используются смеси Западно-Сибирских нефтей.

Для сравнительного анализа очистки дистиллятных масляных фракций, выделенных из газового конденсата (ГК) и западно-сибирских нефтей (НФ), процесс селективной очистки проводили при одинаковых условиях: кратность растворителя – 2 : 1, температура процесса – 80 °C. Результаты проведенных процессов очистки сведены в таблицу 3.

Таблица 3. Результаты сравнительного анализа выхода и качества рафинатов селективной очистки

Характеристика рафината	Значение показателя			
	фракция 350-420 °С		фракция 420-500 °С	
	ГК	НФ	ГК	НФ
Выход, % масс.	68	40	73	40
Плотность при 20 °С, кг/м ³	834,3	895,1	843,2	899,3
Вязкость при 40 °С, мм ² /с	11,82	49,74	37,95	62,89
Вязкость при 100 °С, мм ² /с	3,01	6,79	6,06	7,77
Индекс вязкости	127	87	104	84
Показатель преломления при 50 °С	1,4639	1,4902	1,4741	1,4911
Температура застывания, °С	30	29	38	32
Содержание серы, % масс.	0,025	0,817	0,052	1,117

Полученные рафинаты из узких фракций газового конденсата по сравнению с рафинатами из нефтяных фракций обладают более низкой плотностью и показателем преломления, низким содержанием серы, более высоким индексом вязкости и имеют более высокий выход, что можно объяснить более благоприятным углеводородным составом (повышенное содержание парафино-нафтеновых углеводородов) газоконденсата для производства масел.

Одним из основных показателей оценки качества целевого продукта является показатель преломления рафината. Снижение его значения свидетельствует об удалении высокомолекулярных полициклических соединений, смол и концентрировании изо-парафино-нафтеновых углеводородов – наилучших компонентов при производстве базовых минеральных масел.

Для подбора наилучшего режима процесса селективной очистки III, IV и остаточной фракций проводилась при различных температурах и кратностях растворителя.

Ввиду невысокого содержания нежелательных компонентов в исходном сырье для определения оптимальной температуры процесса для III и IV фракций в интервале температур 70-95 °С была выбрана кратность растворителя 2 : 1. Зависимость выхода и качества рафината от температуры селективной очистки III фракции приведена на рисунке 2.

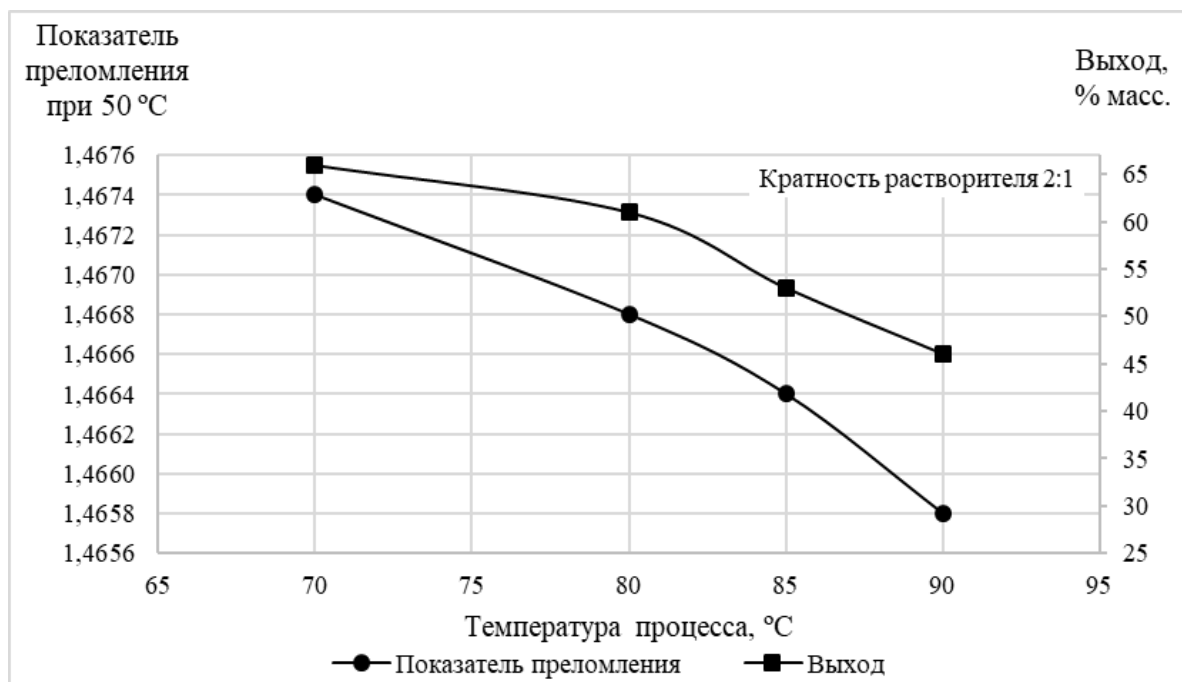


Рисунок 2. Зависимость выхода и качества рафината от температуры процесса очистки III фракции

При повышении температуры наблюдается значительное снижение выхода целевого продукта. Значение показателя преломления удовлетворяет требованиям процесса уже при 80 °С, поэтому данную температуру считаем оптимальной для процесса.

На рисунке 3 представлены зависимости выхода и качества рафината селективной очистки III фракции от кратности растворителя.

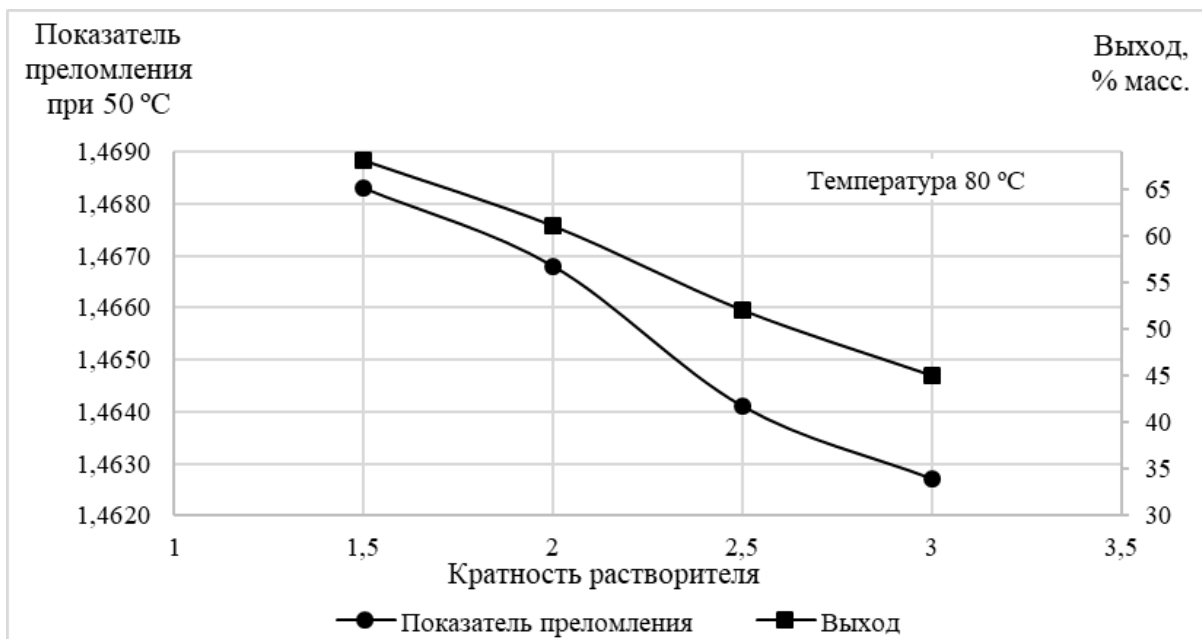


Рисунок 3. Зависимость выхода и качества рафината от кратности растворителя процесса селективной очистки III фракции

Результаты всех проведенных режимов селективной очистки III фракции (350-420 °C), выделенной из газового конденсата, приведены в таблице 4.

Оптимальный режим очистки проводится при температуре процесса 80 °C и кратности растворителя 2 : 1, так как при температурах выше 80 °C и кратности растворителя больше 2 : 1 наблюдается резкое снижение выхода при незначительном улучшении качества.

Зависимость выхода и качества рафината от температуры процесса селективной очистки IV фракции (420-500 °C) приведена на рисунке 4.

При повышении температуры выше 80 °C наблюдается резкое снижение выхода, в то время как его качественные показатели практически не изменяются. Поэтому для подбора кратности растворителя была выбрана температура 80 °C.

На рисунке 5 приведены кривые изменения выхода и качества рафината при различной кратности растворителя.

Таблица 4. Выход и качество рафинатов селективной очистки III фракции

Параметры процесса	Значение							
	2:1	2,5:1	1,5:1	2:1*	2,5:1	3:1	2:1	2:1
Соотношение растворителя к сырью	2:1	2,5:1	1,5:1	2:1*	2,5:1	3:1	2:1	2:1
Температура процесса, °С	70	70	80	80	80	80	85	90
Характеристика рафината								
Выход, % масс.	66	64	67	61	53	46	53	46
Вязкость при 40 °С, мм ² /с	14,97	14,78	14,82	14,63	14,33	14,21	14,59	14,53
Вязкость при 100 °С, мм ² /с	3,49	3,47	3,46	3,45	3,45	3,44	3,46	3,46
Индекс вязкости	111	111	110	112	118	119	114	115
Показатель преломления при 50 °С	1,4674	1,4668	1,4683	1,4668	1,4641	1,4627	1,4664	1,4658
Температура застывания, °С	26	31	25	30	33	35	31	31
Содержание серы, % масс.	0,0376	0,0368	0,0354	0,0335	0,0297	0,0293	0,0299	0,0311
* – Наилучший режим очистки								

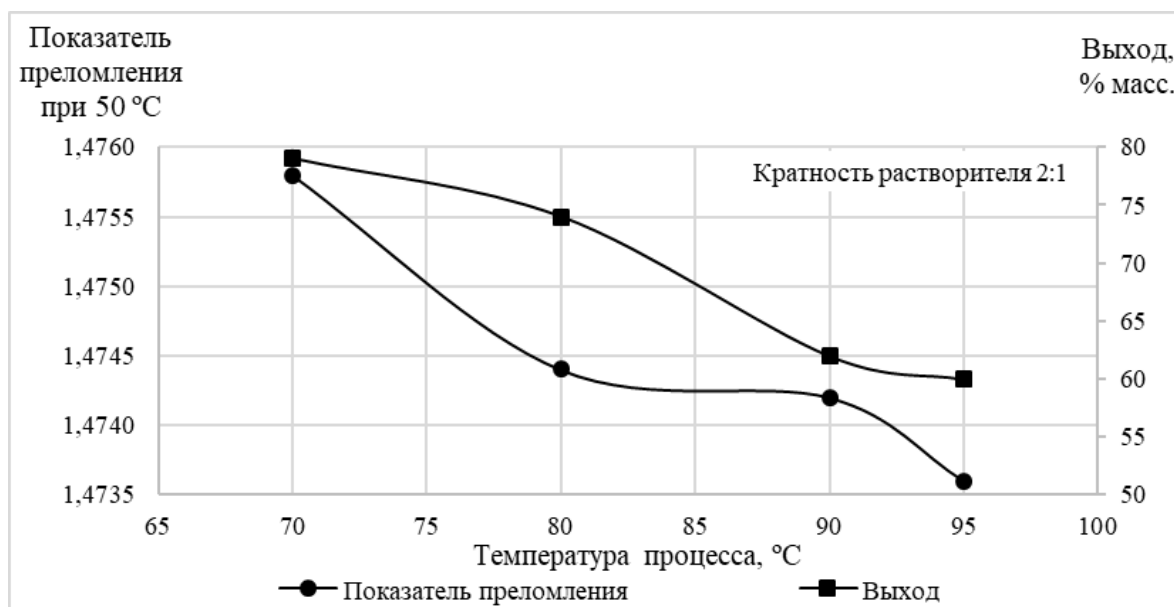


Рисунок 4. Зависимость выхода и качества рафината от температуры процесса очистки IV фракции

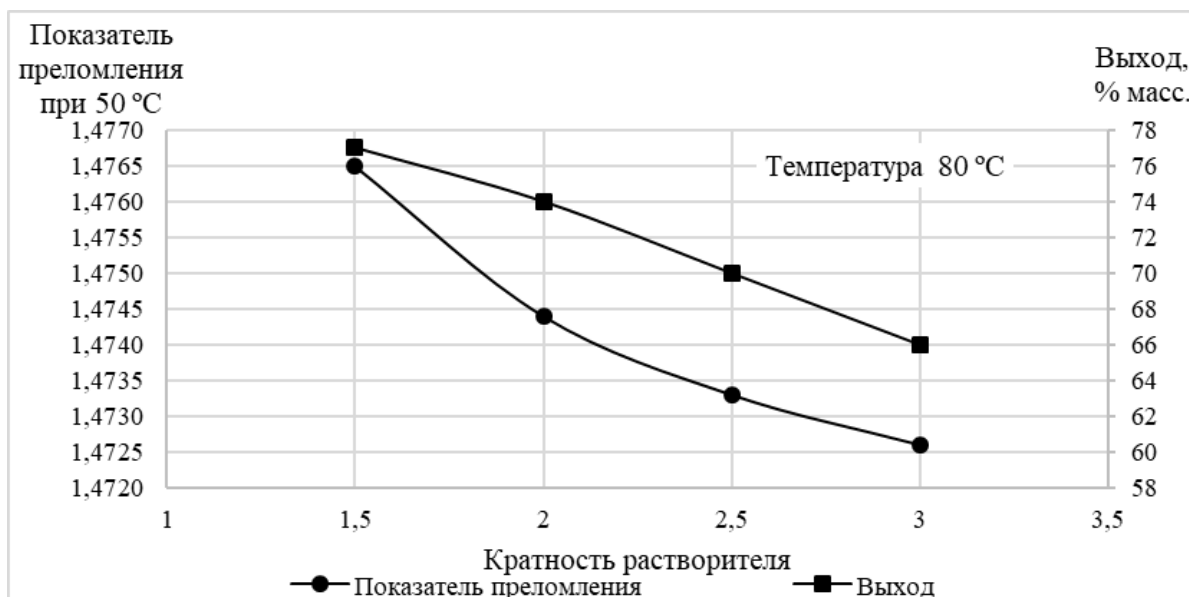


Рисунок 5. Зависимость выхода и качества рафината от кратности растворителя процесса селективной очистки IV фракции

Результаты селективной очистки IV фракции (420-500 °C) всех проведенных режимов сведены в таблицу 5.

Выбрана кратность растворителя 2,5 : 1, так как дальнейшее ее увеличение приводит к снижению выхода рафината без существенного изменения его качества.

Для определения оптимальной температуры процесса очистки остаточной фракции в интервале температур 70-90 °C была выбрана кратность растворителя 3 : 1 ввиду повышенного содержания нежелательных компонентов в исследуемой фракции.

Зависимость выхода и качества рафината от температуры процесса селективной очистки остаточной фракции (500+ °C) приведена на рисунке 6.

На рисунке 7 представлена зависимость выхода и качества рафината очистки остаточной фракции от кратности растворителя.

Результаты всех проведенных режимов селективной очистки остаточной фракции сведены в таблицу 6.

Таблица 5. Выход и качество рафинатов селективной очистки IV фракции

Параметры процесса	Значение						
	2 : 1	1,5 : 1	2 : 1	2,5 : 1*	3 : 1	2 : 1	2 : 1
Соотношение растворителя к сырью	2 : 1	1,5 : 1	2 : 1	2,5 : 1*	3 : 1	2 : 1	2 : 1
Температура процесса, °С	70	80	80	80	80	90	95
Характеристика рафината							
Выход, % масс.	79	77	74	70	66	62	60
Вязкость при 40 °С, мм ² /с	37,12	37,74	–	–	–	–	–
Вязкость при 50 °С, мм ² /с	–	–	24,72	23,04	22,54	22,58	22,69
Вязкость при 100 °С, мм ² /с	6,08	6,16	6,11	5,83	5,80	5,76	5,75
Индекс вязкости	109	110	112	114	115	114	115
Показатель преломления при 50 °С	1,4758	1,4765	1,4744	1,4733	1,4726	1,4742	1,4736
Температура застывания, °С	35	34	37	40	42	40	40
Содержание общей серы, % масс.	0,061	0,056	0,054	0,039	0,031	0,048	0,047
* – Наилучший режим очистки.							

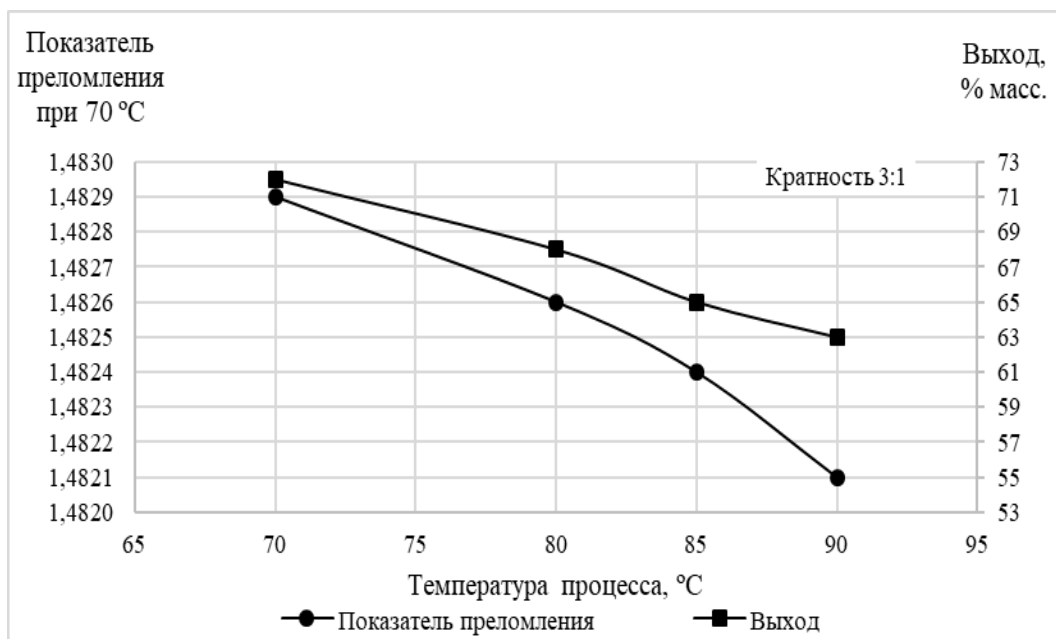


Рисунок 6. Зависимость выхода и качества рафината от температуры процесса очистки остаточной фракции

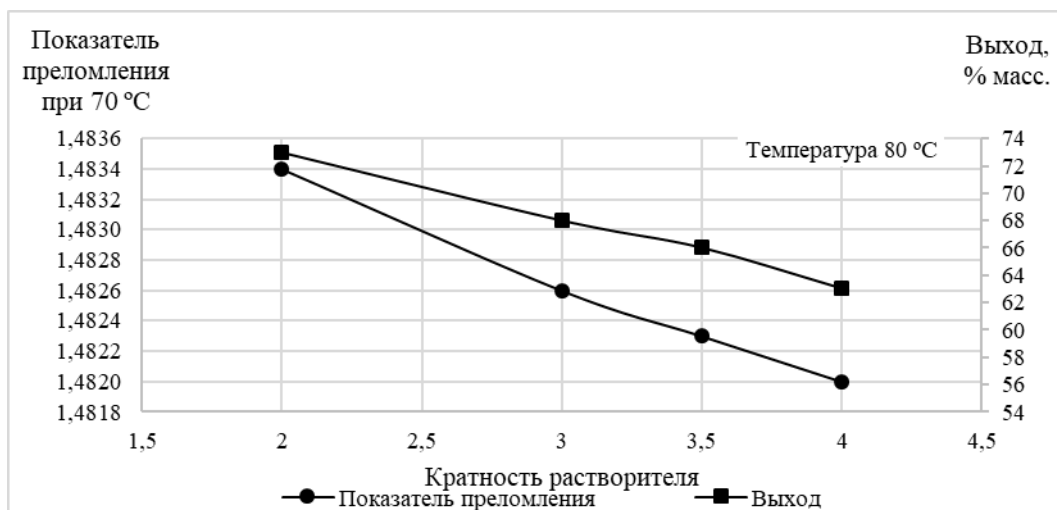


Рисунок 7. Зависимость выхода и качества рафината от кратности растворителя процесса селективной очистки остаточной фракции

Таблица 6. Выход и качество рафинатов селективной очистки остаточной фракции

Параметры процесса	Значение						
	3 : 1	2 : 1	3 : 1*	3,5 : 1	4 : 1	3 : 1	3 : 1
Соотношение растворителя к сырью	3 : 1	2 : 1	3 : 1*	3,5 : 1	4 : 1	3 : 1	3 : 1
Температура процесса, °C	70	80	80	80	80	85	90
Характеристика рафината							
Выход, % масс.	72	74	69	66	65	65	67
Вязкость при 100 °C, мм ² /с	21,50	21,52	20,50	20,36	20,23	20,43	20,38
Показатель преломления при 70 °C	1,4829	1,4834	1,4826	1,4823	1,4819	1,4824	1,4821
Температура застывания, °C	50	50	51	51	51	51	51
Содержание серы, % масс.	0,124	0,128	0,114	0,105	0,099	0,111	0,108
* – Наилучший режим очистки.							

Оптимальный режим очистки проводится при температуре процесса 80 °C и кратности растворителя 3 : 1, так как при температурах выше 80 °C и кратности растворителя больше 3 : 1 наблюдается резкое снижение выхода при незначительном улучшении качества.

Температура застывания всех полученных рафинатов выше 35 °С, что свидетельствует о высокой концентрации высокоплавких парафиновых углеводородов. Улучшения низкотемпературных свойств рафинатов можно добиться вводом депрессорных присадок, или путем проведения депарафинизации, или совмещением неглубокой депарафинизации с вводом присадок.

Выходы рафинатов селективной очистки на исходные масляные фракции приведены в таблице 7.

Таблица 7. Выходы рафинатов на исходные масляные фракции

Продукт	Выход на фракцию, % масс.
Рафинат III фракции 350-420 °С	61
Рафинат IV фракции 420-500 °С	70
Рафинат остаточной фракции 500+°С	69

Выводы

1. Анализ группового углеводородного состава показал, что сырье отличается относительно высоким содержанием парафино-нафтеновых углеводородов – высокоиндексных компонентов минеральных масел – около 80 % масс.

2. Сырье характеризуется низким содержанием серы (менее 0,09 % масс.), механических примесей (до 0,1 % масс.), суммарное содержание металлов не превышает 8 ppm. Это позволяет исключить из технологической схемы производства масел процесс гидроочистки.

3. Выбранная сольвентная технология очистки масляных фракций, основанная на физическом удалении нежелательных компонентов при помощи избирательных растворителей, позволяет получить базовые масла I группы по API в среднем в 3-4 раза дешевле масел гидрокрекинга и гидродепарафинизации, и в 5-6 раз дешевле синтетических базовых масел.

4. Селективная очистка N-метил-2-пирролидоном масляных фракций газового конденсата показала, что полученные рафинаты по сравнению с рафинатами из масляных фракций западно-сибирских нефтей обладают более низкой плотностью и показателем преломления, низким содержанием серы (до 20 раз меньше), более высоким индексом вязкости (в среднем на 10-15 пунктов), что можно объяснить более благоприятным исходным углеводородным составом газового конденсата для производства масел.

5. При подобранных оптимальных режимах селективной очистки наблюдается высокий выход рафинатов требуемого качества, превышающий в среднем в 1,5 раза выход рафинатов из аналогичных нефтяных фракций.

6. Побочные продукты селективной очистки – высокоароматизированные экстракты можно использовать в качестве сырья для производства технического углерода, масла-пластификатора ПН-6, масла-теплоносителя АМТ-300 или как компонент котельного топлива.

Список используемых источников

1. Хавкин В.А., Гуляева Л.А., Виноградова Н.Я., Шмелькова О.И. Гидрогенизационные процессы на НПЗ России // Мир нефтепродуктов. 2010. № 3. С. 15-21.

2. Материалы Пятой международной научной конференции «Газовый конденсат 2017», 17 мая 2017 г. URL: <http://www.creonenergy.ru/consulting/detailConf.php?ID=120161> (дата обращения: 09.02.2018).

3. Тараканов Г.В. Глубокая переработка газовых конденсатов. Астрахань: Факел, 2007. 276 с.

4. Тараканов Г.В., Нурахмедова А.Ф. Термическая переработка нефтяных и газоконденсатных остатков в среде водорода // Вестник АГТУ. 2015. № 1 (59). С. 32-40.

5. Ярмолук Б.М., Антонов В.Н., Юдина В.В., Любинин И.А. Современные моторные масла – проблемы, тенденции, перспективы (обзор) // Мир нефтепродуктов. 2012. № 12. С. 14-19.

6. Пыхалова Н.В., Рамазанова А.Р., Кайралиева А.И. О способах углубления переработки газоконденсатного сырья // Вестник АГТУ. 2005. № 6. С. 89-93.

7. Беляева А.С., Грибеник Т.В., Котов А.В. Селективная очистка углеводородных фракций при производстве масел на ОАО «Орскнефтеоргсинтез» // Башкирский химический журнал. 2010. Т. 17. № 3. С. 225-228.

8. Карпов И.В., Васильев Г.Г., Николаев С.И., Железнов М.В., Смирнов В.К., Ирисова К.Н. Получение базовых масел в ООО «Лукойл-Нижегороднефтеоргсинтез» // Мир нефтепродуктов. 2005. № 5. С. 10-15.

9. Удалова Е.А., Ишбулатов Р.Ф., Грибеник Т.В., Матвеева Л.Д. К вопросу о производстве смазочных материалов и масел из углеводородного сырья // Башкирский химический журнал. 2010. Т. 17. № 2. С. 156-158.

10. Абд А.Г., Ольков П.Л., Азнабаев Ш.Т. Повышение эффективности селективной очистки масляных дистиллятов фурфуролом // Башкирский химический журнал. 2007. Т. 14. № 4. С. 51-53.

11. Хассан Аль-Резк С.Д., Кондрашева Н.К., Ким Д.В., Станкевич К.Е. Сравнительный анализ процессов селективной очистки фурфуролом и N-метилпирролидоном дистиллятных масляных фракций из мазута Иракской нефти // Башкирский химический журнал. 2008. Т. 15. № 4. С. 119-124.

References

1. Khavkin V.A., Gulyaeva L.A., Vinogradova N.Ya., *Shmelkova O.I.* Gidrogenizatsionnye protsessy na NPZ Rossii [Hydrogenation Processes at Russian Refineries]. *Mir nefteproduktov – World of Oil Products*, 2010, No. 3, pp. 15-21. [in Russian].
2. *Materialy Pyatoi mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii «Gazovyi kondensat 2017»*, 17 maya 2017 g. [Materials of the Fifth International Scientific Conference «Gas Condensate 2017», May 17, 2017]. URL: <http://www.creonenergy.ru/consulting/detailConf.php?ID=120161> (accessed 09.02.2018). [in Russian].
3. Tarakanov G.V. *Glubokaya pererabotka gazovykh kondensatov* [Deep Processing of Gas Condensates]. Astrakhan, Fakel Publ., 2007. 276 p. [in Russian].
4. Tarakanov G.V., Nurakhmedova A.F. Termicheskaya pererabotka neftyanykh i gazokondensatnykh ostatkov v srede vodoroda [Thermal Processing of Oil and Gas Residues in the Hydrogen Service]. *Vestnik AGTU – Vestnik of ASTU*, 2015, No. 1 (59), pp. 32-40. [in Russian].
5. Yarmolyuk B.M., Antonov V.N., Yudina V.V., Lyubinin I.A. Sovremennye motornye masla – problemy, tendentsii, perspektivy (obzor) [Update Engine Oils – Problems, Trends and Prospects (Review)]. *Mir nefteproduktov – World of Oil Products*, 2012, No. 12, pp. 14-19. [in Russian].
6. Pykhalova N.V., Ramazanova A.R., Kayralieva A.I. O sposobakh uglubleniya pererabotki gazokondensatnogo syr'ya [Improvement Techniques of Gascondensate Raw Materials]. *Vestnik AGTU – Vestnik of ASTU*, 2005, No. 6, pp. 89-93. [in Russian].
7. Belyaeva A.S., Gribenik T.V., Kotov A.V. Selektivnaia ochildka uglevodorodnykh fraktsii pri proizvodstve masel na OAO «Orsknefteorgsintez» [Selective Clearing of Hydrocarbonic Fractions by Manufacture of Oils on Orsknefteorgsintez OJSC]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal – Bashkir Chemical Journal*, 2010, Vol. 17, No. 3, pp. 225-228. [in Russian].

8. Karpov I.V., Vasilev G.G., Nikolaev S.I., Zheleznov M.V., Smirnov V.K., Irisova K.N. Poluchenie bazovykh masel v OOO «Lukoil-Nizhegorodnefteorgsintez» [Obtaining Base Oils in OOO Lukoil-Nizhegorodnefteorgsintez]. *Mir nefteproduktov – World of Oil Products*, 2005, No. 5, pp. 10-15. [in Russian].

9. Udalova E.A., Ishbulatov R.F., Gribenik T.V., Matveeva L.D. K voprosu o proizvodstve smazochnykh materialov i masel iz uglevodorodnogo syr'ia [To the Question on Manufacture of Lubricants and Oils from Hydrocarbonic Raw Material]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal – Bashkir Chemical Journal*, 2010, Vol. 17, No. 2, pp. 156-158. [in Russian].

10. Abd A.G., Olkov P.L., Aznabaev Sh.T. Povyshenie effektivnosti selektivnoi ochistki maslianykh distilliatov furfurolom [Increase of Efficiency of Selective Purification of Oil Distillates with Furfural]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal – Bashkir Chemical Journal*, 2007, Vol. 14, No. 4, pp. 51-53. [in Russian].

11. Khassan Al'-Rezk S.D., Kondrasheva N.K., Kim D.V., Stankevich K.E. Sravnitel'nyy analiz protsessov selektivnoy ochistki furfurolom i N-metilpirrolidonom distillyatnykh maslyanykh fraktsiy iz mazuta Irakskoy nefti [Comparative Analysis of Selective Purification Processes of Furfural and N-methylpyrrolidone of Distillate Oil Fractions from Fuel Oil of Iraqi Oil]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal – Bashkir Chemical Journal*, 2008, Vol. 15, No. 4, pp. 119-124. [in Russian].

Сведения об авторах

About the authors

Ангели Е.А., магистрант кафедры «Технология нефти и газа», ФГБОУ ВО «УГНТУ», г. Уфа, Российская Федерация

E.A. Angeli, Undergraduate Student of Oil and Gas Technology Department, FSBEI HE «USPTU», Ufa, Russian Federation

e-mail: katy.angel0803@mail.ru

Ханов А.Р., магистрант кафедры «Технология нефти и газа», ФГБОУ ВО «УГНТУ», г. Уфа, Российская Федерация

A.R. Khanov, Undergraduate Student of Oil and Gas Technology Department, FSBEI HE «USPTU», Ufa, Russian Federation

Насырова Л.А., канд. хим. наук, доцент кафедры «Прикладная экология», ФГБОУ ВО «УГНТУ», г. Уфа, Российская Федерация

L.A. Nasyrova, Candidate of Chemical Sciences, Assistant Professor of Applied Ecology Department, FSBEI HE «USPTU», Ufa, Russian Federation

Фасхутдинов Р.Р., канд. техн. наук, доцент кафедры «Технология нефти и газа», ФГБОУ ВО «УГНТУ», г. Уфа, Российская Федерация

R.R. Faskhutdinov, Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor of Oil and Gas Technology Department, FSBEI HE «USPTU», Ufa, Russian Federation