

УДК 665.662.373

ВОВЛЕЧЕНИЕ ОСТАТКОВ ГАЗОВЫХ КОНДЕНСАТОВ В ПРОИЗВОДСТВО СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Артюхов С.А., Кривенко Е.С., Шорохов А.Д., Щербакова А.В.*Военный инновационный технополис «ЭРА», Анапа, e-mail: egorkriv71@mail.ru*

В связи с увеличением конкуренции на международном рынке нефтепродуктов в среде непрекращающегося ужесточения экологических норм и требований, основной задачей производства является увеличение глубины переработки различных видов сырья и снижение количества опасных побочных продуктов и потерь. Постепенное истощение запасов нефти с низкой плотностью ставит задачи поиска альтернативных вариантов сырьевых источников. В качестве альтернативы разработке тяжелых нефтей с пониженным содержанием целевых компонентов предлагается к использованию остаток газовых конденсатных месторождений по причине преимуществ группового и элементного состава над традиционными видами сырья. В статье приведен анализ перспектив переработки по масляному варианту газового конденсата. Заданные масляные фракции были получены перегонкой под вакуумом, произведена селективная очистка узких фракций, сделаны предложения по увеличению эффективности переработки, приведен сравнительный анализ селективной очистки с применением соразтворителя и без, рассмотрена возможность применения в промышленном применении, приведен сравнительный анализ с показателями подобных процессов при применении других видов сырья (традиционно нефтяного и другого вида газового конденсата).

Ключевые слова: селективная очистка, базовые масла, соразтворитель, газовый конденсат, индекс вязкости, глубина нефтепереработки, остаток переработки, кратность растворителя

THE INVOLVEMENT OF THE RESIDUE OF THE GAS CONDENSATES IN THE PRODUCTION OF LUBRICANTS

Artukhov S.A., Krivenko E.S., Shorokhov A.D., Sherbakova A.V.*Military Innovation Technopolis, Anapa, e-mail: egorkriv71@mail.ru*

Due to the increase in the competition in the international market of oil products in the environment of continuous toughening of environmental standards and requirements, the main objective of production is increase in depth of processing of different types of raw materials and decrease in quantity of dangerous by-products and losses. The gradual depletion of low-density oil reserves sets the task of finding alternative raw material sources. As an alternative to the development of heavy oils with a lower content of target components, it is proposed to use the remainder of gas condensate fields because of the advantages of group and elemental composition over traditional types of raw materials. The analysis of prospects of processing by oil option of gas condensate is provided in article. The set oil fractions have been received by distillation under a vacuum, selective cleaning of narrow fractions is made. offers on increase in efficiency of processing are made, the comparative analysis of selective cleaning with application of a sorastvoritel is provided and without, the possibility of application in industrial conditions is considered. Experiments were made at various temperature conditions and with the varied frequency rate of solvent. Conclusions about the possibility of using a given type of raw material in industrial applications are made, a comparative analysis is given with indicators of similar processes when using other types of raw materials (traditionally oil and other types of gas condensate).

Keywords: selective purification, base lubricants, co-solvent, gas condensate, viscosity index, depth of oil refining, residue of refining, ratio of solvent

По итогам международных сделок ОПЕК+, добыча нефти в России неуклонно снижается. Для поддержания доходов, а также для загрузки промышленных мощностей существующих и перспективных заводов по переработке рассматривается возможность применения газовых конденсатов [1].

Постепенный рост продаж автомобилей, а также наращивание индустриальных мощностей, а также большой процент износа оборудования на предприятиях предполагает устойчивый спрос на различные смазочные материалы. Производство масел в России представлено на рис. 1 [2].

Нефтяные масляные фракции, полученные вакуумной перегонкой, имеют в своем

составе множество нежелательных веществ, таких как смолы и асфальтены. Для повышения глубины и качества переработки вакуумных дистиллятов применяются растворители (например, пропан) в сверхкритическом состоянии. При этом обеспечивается четкое разделение индивидуальных групп углеводородов в зависимости от их растворимости, процесс отделения может происходить при помощи сети последовательных сепараторов, в каждом из которых будет последовательно снижаться давление. Помимо четкости разделения, наблюдается значительная экономия оборотных ресурсов, таких как вода, пар и электроэнергия, от 20 до 50 %, что в масштабах производств является значительной цифрой.

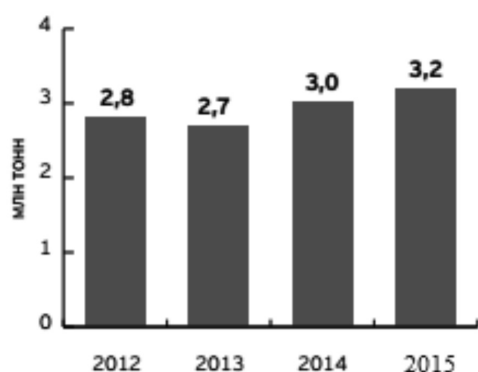


Рис. 1. Диаграмма производства смазочных масел в России

Блок-схема процесса разделения представлена на рис. 2.

Газовый конденсат является углеводородным сырьем с повышенным отбором светлых фракций (порядка 75%). Газовые конденсаты из-за логистических проблем и отсутствия предприятий целевой направленности применяются в смеси с нефтью в качестве сырья для перегонки. Известно, что отдаленные нефтеперерабатывающие заводы обладают низкой глубиной переработки, так как являются ориентированными исключительно на бензиновый вариант, фактически сводя на нет достоинства газового конденсата как сырья. При этом остаток атмосферной перегонки, фракции 350+ °C находят свое применение исключительно в качестве котельного и судового топлива, что не является рациональным. Особенность остатков газовых конденсатов: низкая коксуюемость и практически полное отсутствие металлоорганических соединений, отравляющих катализаторы вторичной переработки и негативно влияющие на выход целевых продуктов и общий пробег

установки, что делает газовые конденсаты ценным сырьем для вторичных процессов, что приведет к увеличению глубины переработки и повышению маржинальности установок [3].

Одним из вариантов применения остатков переработки газовых конденсатов является получение узких масляных фракций.

Цель исследования: изучение перспективы применения остатка вакуумной перегонки газового конденсата южных месторождений в процессе получения базовых масел I группы по классификации API посредством селективной очистки узких фракций селективными растворителями

Материалы и методы исследования

Первоначально полученный остаток газового конденсата подвергался разгонке на аппарате АРН-2 для получения масляных фракций: II фракция (300–400 °C), III фракция (350 °C), IV фракция (420–500 °C) и остаток 500+ °C. Схема установки представлена на рис. 3.

Для анализа возможности применения их в виде сырья подвергался исследованию групповой состав сырья для определения количества целевых высокоиндексных компонентов с помощью метода жидкостной хроматографии, основанного на эффекте вытеснения компонентов из силикагеля при десорбции.

Результаты анализа представлены в табл. 1.

Процесс селективной очистки проводят при температурах ниже критических значений для данного вида сырья на 15–20 °C. Определение критической температуры растворения проводили с помощью двустенной пробирки, термометра, металлической мешалки. Нагревание до нужных температур проводилось в глицериновой бане. По температуре помутнения раствора фракция: растворитель определялась критическая температура для каждого соотношения.

Результаты эксперимента представлены на рис. 4.

Селективная очистка проводилась с помощью реактора с мешалкой и рубашкой постоянного подвода тепла. Для регулирования температуры использовался водяной термостат, для промывки полученных рафинатов использовалась предварительно подогретая вода на электрической плитке до температур порядка 70–80 °C.

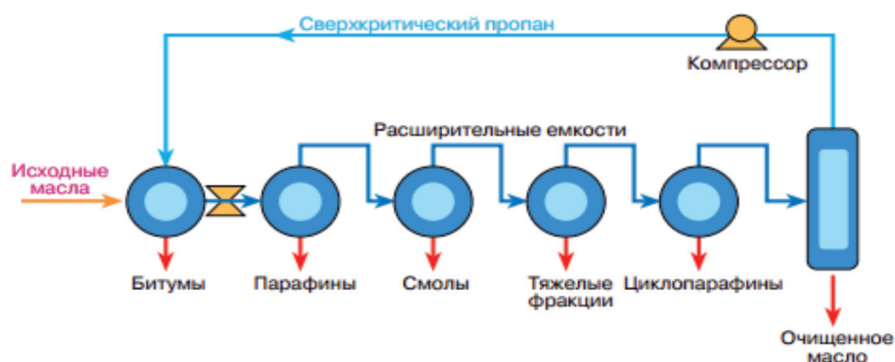


Рис. 2. Деасфальтизация масел

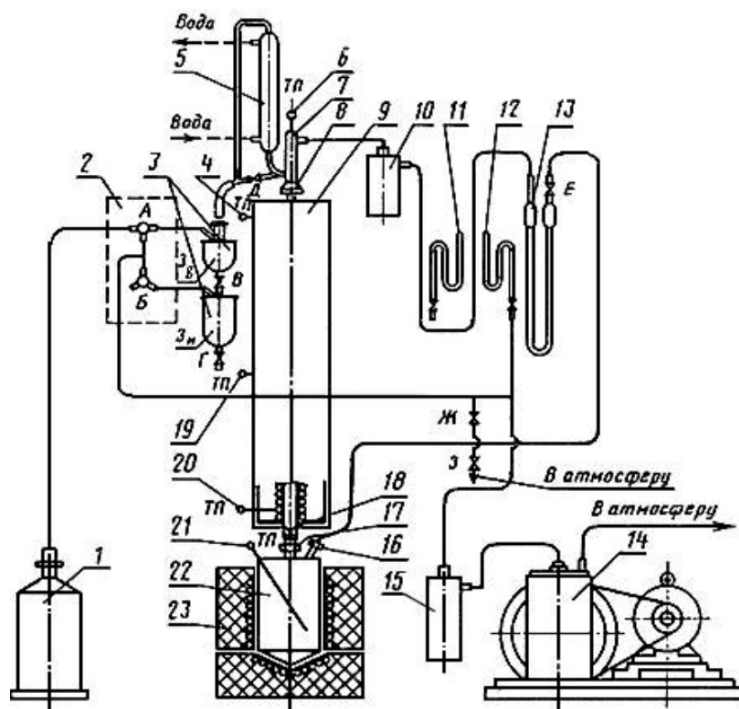


Рис. 3. Технологический блок аппарата АРН-2: 1 – буферная емкость; 2 – манифольд; 3 – приемники; 4, 6, 19, 20, 21 – термодатчики; 5 – обратный холодильник; 7 – конденсатор; 8, 17 – накидные гайки; 9 – ректификационная колонка; 10, 15 – ловушки; 11, 12 – ртутные вакуумметры; 13 – дифференциальный манометр; 14 – вакуумный насос; 16 – трубка; 18 – решетка; 22 – кубик; 23 – печь; А – кран трехходовой; Б – полуданный кран; В, Г, Д, Ж, Е – краны; З – кран

Таблица 1

Групповой химический состав масляных фракций

Группы	II фракция 300–400 °С, %	III фракция 350–420 °С, %	IV фракция 420–500 °С, %	Остаток, %
Парафино-нафтеновые	55,1	50,1	40,2	33
Легкие арены	4,7	5,1	5	6,5
Средние арены	10,8	13,1	16,8	24
Тяжелые арены	26,7	28,3	33,4	31
Смола I	2,5	3,4	4,6	5,5

Результаты исследования и их обсуждение

Высокоиндексными целевыми компонентами в маслах являются изопарафины и циклоалканы. Для данного вида газового конденсата получить базовые моторные масла с высоким выходом методом селективной очистки невозможно по причине значительного содержания тяжелой ароматики [4, 5].

В процессе селективной очистки с экстрактом теряется часть целевых компонентов, одновременно с этим возможно содержание нежелательных веществ в рафинате,

снижающих его качество. В статье рассматривается один из вариантов оптимизации технологического процесса селективной очистки N-метилпирролидоном изопропиловым спиртом [6].

Соразмерителя использовалось ограниченное количество (5–7% по массе), чтобы понижение количества основного растворителя не отражалось на качестве целевых рафинатов. В растворах небольших концентраций изменяются свойства основного раствора, обретая черты, нетипичные для двух чистых веществ. Изопропиловый спирт менее полярен, его применение снижает количество увлекаемых нафтен, что

повышает индекс вязкости и снижает показатель преломления – основные свойства рафинатов масляных фракций. Материальный баланс и свойства полученных рафинатов в процессе селективной очистки приведены в табл. 2.

Температура процесса была подобрана исходя из анализа критической температуры растворения, которая оказалась для данного вида сырья низкой (порядка 90 °С) из-за большого содержания ароматических компонентов, так как задача была получить рафинаты с оптимальным балансом показателей качества и выхода, температура была выбрана немного ниже предельных значений. Дальнейшее повышение температуры приводит к повышению взаимной растворимости компонентов, поэтому будет

наблюдаться снижение показателей выхода при незначительном улучшении качественных свойств [7].

Графическое представление зависимости индекса вязкости от кратности растворителя приведено на рис. 5.

Выводы

Наблюдается повышение индекса вязкости при применении соразтворителя. Показатели выхода сопоставимы с аналогичными процессами с использованием нефтяных фракций, при этом показатели качества заметно улучшаются. При селективной очистке других газовых конденсатов возможны более высокие выходы за счет более низкого содержания ароматических веществ. Сравнительный анализ представлен в табл. 3.

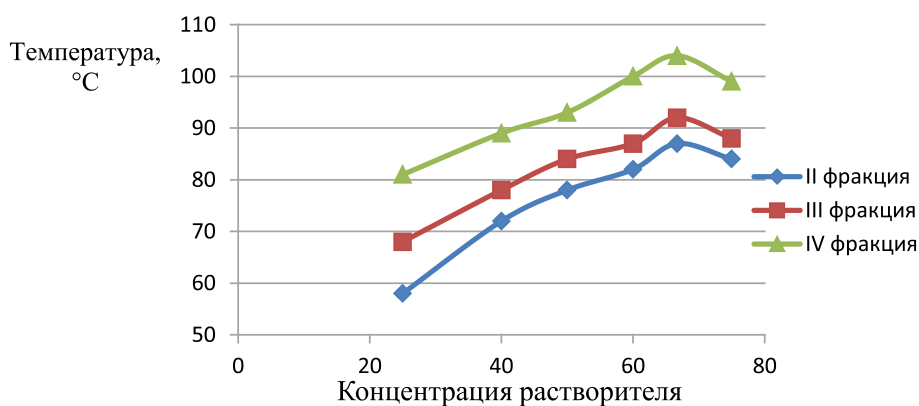


Рис. 4. Кривые критических температур растворения для фракций

Таблица 2

Материальный баланс и результаты анализа процесса селективной очистки для III фракции остатка газового конденсата при различных режимах с изопропанолом

Соотношение растворителя к сырью	1,5:1	1,5:1	2:1	2:1	2,5:1	2,5:1
Температура процесса, °С	60	60	60	60	60	60
Взято:						
Сырьё, г	100	100	100	100	100	100
Растворитель, г	150	135	200	180	250	225
Спирт (изопропанол), г	–	15	–	20	–	25
Получено:						
– Рафинат, г	45	44	41	41	38	40
– Экстракт, г	55	54	59	59	62	60
Плотность при температуре 20 °С, г/см³	0,8876	0,8826	0,8767	0,8688	0,8720	0,8654
Вязкость при 40 °С, мм²/с	16,16	15,98	16,01	15,76	15,58	15,51
Вязкость при 100 °С, мм²/с	3,59	3,60	3,63	3,67	3,64	3,66
Индекс вязкости	103	107	110	119	119	123
Показатель преломления при 50 °С	1,4822	1,4803	1,4797	1,4764	1,4770	1,4741
Температура текучести, °С	31	31	32	33	33	34
Температура застывания, °С	29	29	30	31	31	32
Содержание серы, % мас.	1,382	1,351	1,275	1,245	1,255	1,231

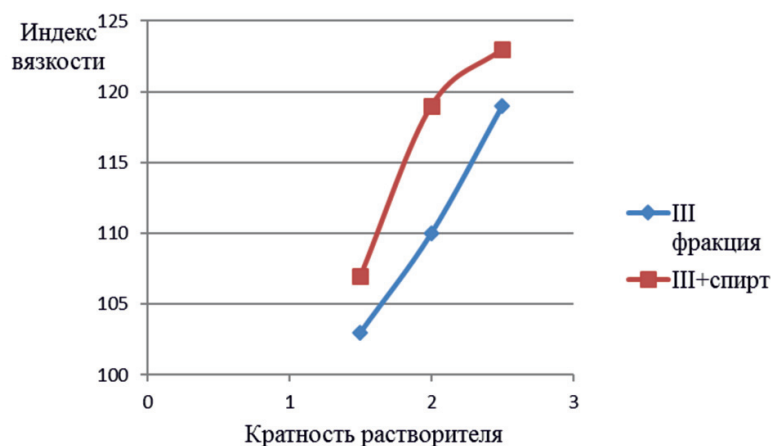


Рис. 5. Зависимость индекса вязкости рафинатов III фракции от кратности растворителя при 60°C

Таблица 3

Сравнительный анализ рафинатов нефтяного и газоконденсатного происхождения

Показатель	III Фракция НП	III Фракция ГК	IV Фракция НП	IV Фракция ГК
Выход, %	40	58	38	45
ρ_t , г/см ³	0,8951	0,8686	0,8993	0,8820
Индекс вязкости	87	94	104	114
Показатель преломления	1,4903	1,4818	1,4911	1,4887
Температура застывания, °C	29	23	32	38
Содержание серы, % мас.	0,824	1,156	1,122	1,231

Применение данного остатка газового конденсата возможно в качестве компонента сырья селективной очистки масляных фракций, однако ввиду большого количества смол и тяжелых аренов в составе фракций обосновано применение для получения смазочных масел гидравлических систем, к которым выдвигаются требования не такие жесткие, как к моторным. Из-за высокого содержания серы в качестве процесса депарафинизации целесообразно применять процессы гидроизомеризации, что будет приводить к снижению содержания гетеросоединений без потери качества.

Список литературы

1. Бакунин В.Н., Золотов В.А., Буяновский И.А., Золотов А.В. Анализ эффективности эофункциональных присадок и их пакетов к моторным маслам // Трение и смазка в машинах и механизмах. 2009. № 8. С. 42.
2. Арутюнян Г., Борисов Д., Логинова Ю. Обзор российского рынка смазочных материалов [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.investinrussia.com/data/files/EY-russian-lubricants-market-rus.pdf> (дата обращения: 24.01.2019).
3. Пыхалова Н.В., Рамазанова А.Р., Кайралиева А.И. О способах углубления переработки газоконденсатного сырья // Вестник АГТУ. 2005. № 6. С. 89–93.
4. Тараканов Г.В. Глубокая переработка газовых конденсатов. Астрахань: Факел, 2007. 276 с.
5. Ярмолюк 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. Каюкова Г.П., Петров С.М., Романов Г.В. Применение гидрогенизационных процессов для получения белых масел из тяжелой нефти Ашальчинского месторождения // ХТТМ. 2012. № 4. С. 9–15.
7. Кривенко Е.С., Хазиев Д.Ф., Исхаков И.И., Азнабаев Ш.Т. Возможности модернизации процесса селективной очистки базовых масел при помощи полярных сорбителей // Наука и инновации в XXI веке: актуальные вопросы, открытия и достижения: материалы VIII Международной научно-практической конференции. Пенза: МЦНС «НАУКА И ПРОСВЕЩЕНИЕ», 2018. С. 104–106.