

Научная статья

УДК 665.637.566

<https://doi.org/10.24143/1812-9498-2026-2-20-28>

EDN XNHPJM

Комплексный анализ мазута Астраханского газоперерабатывающего завода

Надежда Анатольевна Пивоварова^{1✉}, *Антон Дмитриевич Татжиков*²,
*Татьяна Владимировна Сальникова*³, *Ольга Владимировна Красильникова*⁴

¹⁻³Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Россия, nadpivov@mail.ru

⁴ООО «Газпром добыча Астрахань»,
Астрахань, Россия

Аннотация. Рассматривается проблема увеличения глубины переработки нефти в рамках Энергетической стратегии России до 2050 г., в частности, возможность вовлечения в производство тяжелых нефтяных остатков и дистиллятов, включая мазут. Анализируются текущие показатели переработки мазута в РФ: в 2025 году его ресурс составил около 38,8 млн т, объем переработанного мазута достиг 7,8 млн т (рост на 5,7 % относительно предыдущего года). Отмечаются успехи крупных компаний («НОВАТЭК», «Газпром нефть») в наращивании объемов переработки стабильного газового конденсата. Основное внимание уделено мазуту, производимому на Астраханском газоперерабатывающем заводе (ГПЗ): его выходу (350 тыс. т или 8–10 % от массы перерабатываемого газового конденсата), текущему использованию (в качестве котельного топлива по ГОСТ 10585–2013 и компонента сырья для висбрекинга) и потенциальным возможностям применения в других процессах вторичной нефтепереработки. Проведен комплексный анализ мазута Астраханского ГПЗ методами определения основных физико-химических показателей, спектроскопического анализа и газовой хроматографии для возможности его переработки (вовлечения в производство) в термических и термokatалитических процессах. В ходе исследования получены данные о ключевых физико-химических характеристиках и компонентном составе мазута Астраханского ГПЗ, включая содержание парафино-нафтеновых (55,2 %), ароматических (31,5 %) и тяжелых ароматических (11,5 %) углеводородов, смол (0,9 %) по жидкостной хроматографии, количество n-парафинов C₆–C₃₆ в составе пробы мазута с помощью газовой хроматографии, а также молекулярную массу (~ 322 г/моль). Результаты подтверждают технологическую и экономическую целесообразность использования мазута Астраханского ГПЗ не только как котельного топлива, но и как компонента сырья для глубокой вторичной переработки (гидрокрекинг, каталитический крекинг, висбрекинг, производство масел). Это открывает возможности для повышения глубины конверсии сырья и получения широкого спектра товарных нефтепродуктов: светлых дистиллятов, вакуумного газойля, битума и др.

Ключевые слова: мазут, комплексный анализ, компонент сырья, Астраханский газоперерабатывающий завод, компонентный состав, гидрокрекинг, каталитический крекинг, висбрекинг

Для цитирования: Пивоварова Н. А., Татжиков А. Д., Сальникова Т. В., Красильникова О. В. Комплексный анализ мазута Астраханского газоперерабатывающего завода // Нефтегазовые технологии и экологическая безопасность. 2026. № 2. С. 20–28. <https://doi.org/10.24143/1812-9498-2026-2-20-28>. EDN XNHPJM.

Original article

Comprehensive analysis of Astrakhan gas processing plant fuel oil

Nadezda A. Pivovarova^{1✉}, *Anton D. Tatzhikov*²,
*Tatyana V. Salnikova*³, *Olga V. Krasilnikova*⁴

¹⁻³Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russia, nadpivov@mail.ru

⁴Gasprom Dobycha Astrakhan, LLC,
Astrakhan, Russia

Abstract. The problem of increasing the depth of oil refining within the framework of Russia's Energy Strategy until 2050 is being considered, in particular, the possibility of involving heavy oil residues and dilutes, including fuel oil, in production. The current indicators of fuel oil processing in the Russian Federation are analyzed: in 2025, its resource

amounted to about 38.8 million tons, the volume of processed fuel oil reached 7.8 million tons (an increase of 5.7% relative to the previous year). The successes of large companies (NOVATEK, Gazprom Neft) in increasing the volume of stable gas condensate processing are noted. The main attention is paid to fuel oil produced at the Astrakhan Gas Processing Plant (GPP): its yield (350 thousand tons or 8-10% of the mass of processed gas condensate), current use (as boiler fuel according to ISS 10585-2013 and a component of raw materials for visbreaking) and potential applications in other secondary refining processes. A comprehensive analysis of fuel oil from the Astrakhan Gas Processing Plant was carried out using methods for determining the main physico-chemical parameters, spectroscopic analysis and gas chromatography for the possibility of its processing (involvement in production) in thermal and thermocatalytic processes. The study obtained data on the key physico-chemical characteristics and component composition of fuel oil from the Astrakhan Gas Processing Plant, including the content of paraffin-naphthenic (55.2%), aromatic (31.5%) and heavy aromatic (11.5%) hydrocarbons, resins (0.9%) by liquid chromatography, and the amount of n-paraffins C₆–C₃₆ in the composition. fuel oil samples using gas chromatography, as well as molecular weight (~ 322 g/mol). The results confirm the technological and economic feasibility of using fuel oil from the Astrakhan Gas Processing Plant not only as boiler fuel, but also as a component of raw materials for deep recycling (hydrocracking, catalytic cracking, visbreaking, oil production). This opens up opportunities for increasing the conversion depth of raw materials and producing a wide range of commercial petroleum products: light distillates, vacuum gas oil, bitumen, etc.

Keywords: fuel oil, comprehensive analysis, raw material component, Astrakhan gas processing plant, component composition, hydrocracking, catalytic cracking, visbreaking

For citation: Pivovarova N. A., Tatzhikov A. D., Salnikova T. V., Krasilnikova O. V. Comprehensive analysis of Astrakhan gas processing plant fuel oil. *Oil and gas technologies and environmental safety*. 2026;2:20-28. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/1812-9498-2026-2-20-28>. EDN XNHPJM.

Введение

Задача увеличения глубины переработки нефти до 90 %, согласно Энергетической стратегии России до 2050 г., может быть решена за счет вовлечения в производство тяжелых нефтяных остатков и дистиллятов. Ресурсы мазута, вырабатываемого из нефти и газоконденсата в РФ, составили в 2025 г. порядка 38,8 млн т. В использовании мазута зафиксирован рост его переработки, обусловленный улучшением технологических процессов. Объем переработанного мазута в 2025 г. достиг 7,8 млн т, что на 5,7 % превышает показатели предыдущего года, благодаря увеличению доли глубокой переработки и внедрению современных катализаторов [1]. Глубокая переработка мазута на промышленных объектах обычно включает процессы гидрокрекинга (под давлением водорода), замедленного коксования (производство кокса), каталитического крекинга, висбрекинга, деме­таллизации, производства битумов, масел и других нефтепродуктов.

Производство мазута осуществляется не только на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ), но и на объектах газопереработки. В 2025 г. объем переработки стабильного газового конденсата в России вырос. «НОВАТЭК» увеличил переработку стабильного газового конденсата на 8,5 % до 8 млн т по сравнению с 2024 г. [2], «Газпром нефть» – первичную переработку нефти и стабильного газового конденсата до 43,9 млн т [3].

На Астраханском газоперерабатывающем заводе

(ГПЗ) мазут получают в результате первичной переработки стабильного газового конденсата на установке атмосферной перегонки. Выход кубового остатка (мазута) составляет 8–10 % от массы перерабатываемого газового конденсата, 350 тыс. т мазута [4].

Мазут Астраханского ГПЗ может быть использован как котельное топливо (ГОСТ 10585–2013), а также как компонент сырья висбрекинга. Кроме этого, уникальный состав и свойства этого продукта позволяют предположить, что он может служить сырьем для других вторичных процессов нефтепереработки.

Цель статьи – комплексный анализ мазута Астраханского ГПЗ методами определения основных физико-химических показателей, спектроскопического анализа и газовой хроматографии для определения возможностей его переработки (вовлечения в производство) в термических и термокаталитических процессах.

Объекты и методы исследования

Объект исследования – прямогонный мазут из ректификационной колонны установки первичной перегонки стабильного газоконденсата на Астраханском ГПЗ ООО «Газпром переработка».

Экспериментальная часть исследования включала комплекс лабораторных анализов, выполненных в соответствии с нормативными документами, приведенными в табл. 1.

Таблица 1

Table 1

Методы определения физико-химических свойств мазута
Methods for determining the physico-chemical properties of fuel oil

Наименование	Метод анализа
Плотность, кг/м ³	ГОСТ 3900–2022
Условная вязкость, ВУ	ГОСТ 6258–85

Окончание табл. 1

Ending of Table 1

Наименование	Метод анализа
Температура застывания, °С	ГОСТ 20287–2023
Зольность, % масс.	ГОСТ 1461–2023
Массовая доля серы, %	ГОСТ 32139–2024
Коксуемость, % масс.	ГОСТ 19932–99
Средний диаметр частиц дисперсной фазы, нм	[5]

Авторы [6, 7] исследовали мазут Астраханского ГПЗ с помощью жидкостной колоночной хроматографии по адаптированной методике для темных нефтепродуктов, сущность которой заключается в прохождении пробы нефтепродукта через специальную стеклянную адсорбционную колонку, заполненную силикагелем. Когда вся проба адсорбируется на силикагеле, в колонку добавляют растворители для десорбции пробы. В соответствии со своей адсорбционной способностью углеводороды (УВ) разделяют на алканы, ароматические УВ и смолы.

Спектроскопический метод исследования и анализа вещества проводился по методике, включающей следующие этапы [8]:

1) навеска углеводородного сырья 0,0100–0,0400 г растворяется в толуоле марки ХЧ до концентрации 0,025–0,5 г/дм³ для достижения оптической плотности не выше 3,1;

2) подготовленный раствор углеводородного сырья заливается в кварцевую кювету стандартной толщины;

3) спектры поглощения растворов углеводородного сырья регистрируются на спектрофотометре СФ 2000 в ближнем УФ и видимом диапазоне (280–780 нм);

4) расчет коэффициентов поглощения k производится по закону Бугера – Ламберта – Бера:

$$k(\lambda) = \frac{D(\lambda)}{Cl},$$

где $k(\lambda)$ – коэффициент поглощения при длине волны λ , 10²·м²/кг или дм²/(г·см); D – оптическая плотность, измеренная спектрофотометром, безразмерная величина; C – концентрация раствора, г/дм³; l – длина оптического пути (толщина кюветы), см.

Электроспектроскопические и ИК-спектроскопические методы являются одними из основных инструментов качественного анализа состава нефтепродуктов. Однако для обоснования применения астраханского мазута в качестве сырья для процессов глубокой конверсии недостаточно данных качественного анализа: требуется проведение количественной оценки содержания ключевых компонентов, а также определение молекулярной массы, что позволит сформировать комплексное представление о свойствах и реакционной способности исследуемого материала.

На базе научно-исследовательской химико-аналитической лаборатории цеха научно-исследовательских и производственных работ ООО «Газпром добыча Астрахань» был проведен анализ на газовом хроматографе Agilent-7890 А, а также анализ компонентного состава по методике: «Методика определения компонентного состава жидких углеводородов для уточнения модели Астраханского месторождения и идентификации источников межколонных проявлений». Она включает также расчет молекулярной массы пробы, который необходим для прогнозирования глубины переработки и выхода продуктов, управления процессами коксообразования, расчета тепловых процессов, оптимизации рециркуляции, закоксованности катализатора каталитический крекинг и гидрокрекинга [9].

Результаты и обсуждение

В результате выполнения серии базовых анализов физико-химических характеристик образца сформирована совокупность данных, отражающих ключевые параметры исследуемого материала (табл. 2).

Таблица 2

Table 2

Результаты физико-химического анализа пробы мазута

The results of the physico-chemical analysis of the fuel oil sample

Наименование показателя	Значение
Плотность при 15 °С, кг/м ³	923,3
Условная вязкость, ВУ	1,7
Температура застывания, °С	27
Зольность, % масс.	0,02
Содержание серы общей, % масс.	3,05
Коксуемость, % масс.	0,56
Средний диаметр частиц дисперсной фазы, нм	225

Полученные результаты при сравнении уже с имеющимися данными [6] предельно близки, что подтверждает воспроизводимость и достоверность полученных результатов измерений.

Авторы работы [7] получили процентное массо-

вое соотношение по четырем группам: УВ парафино-нафтеновые с содержанием 55,2 %; ароматические УВ – 31,5 %; тяжелые ароматические УВ – 11,5 %; смолы – 0,9 % (рис. 1).

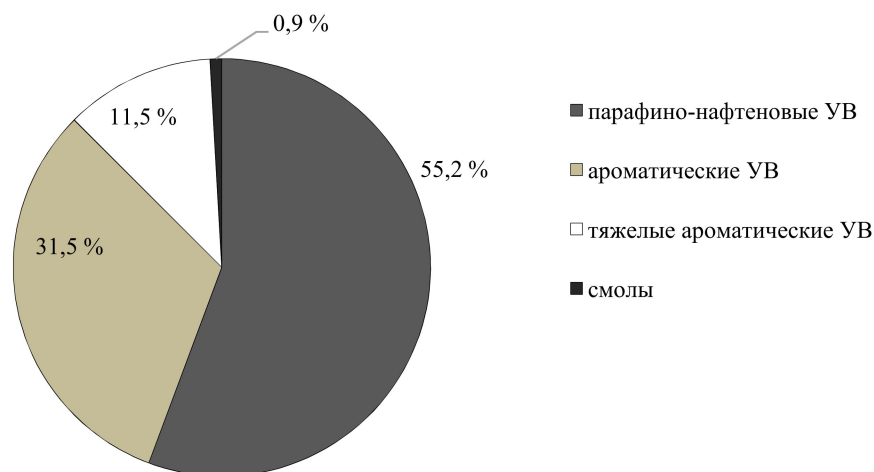


Рис. 1. Процентное массовое соотношение УВ по четырем группам

Fig. 1. Percentage mass ratio of HC in four groups

В работе автора [8] приведен спектроскопический метод анализа УВ сырья, в частности, и мазу-

та (рис. 2).

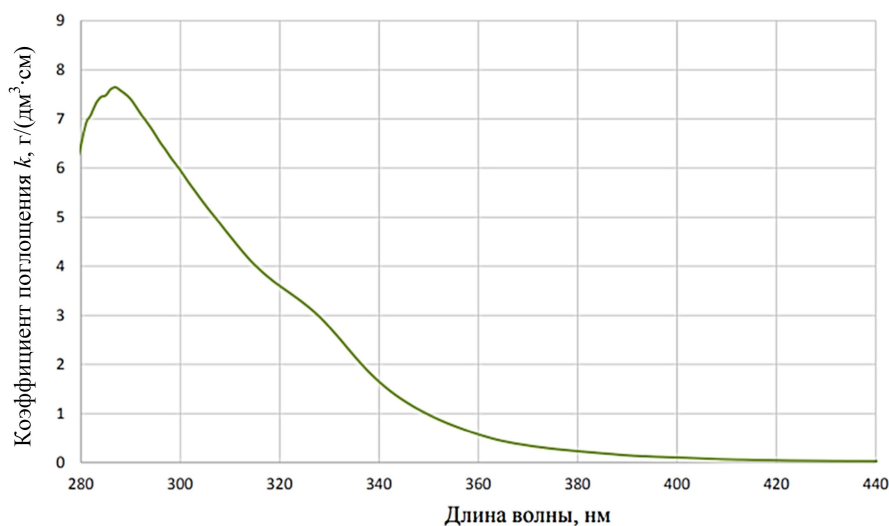


Рис. 2. Электронный спектр поглощения прямогонного мазута Астраханского ГПЗ

Fig. 2. The electronic absorption spectrum of straight-run fuel oil from the Astrakhan GPP

Полученные спектрофотометрические данные демонстрируют максимальное поглощение в диапазоне 280–300 нм, соответствующем области π - π^* -переходов в ароматических системах. Наблюдаемый максимум поглощения свидетельствует о присутствии в составе мазута ароматических УВ и гете-

роциклических соединений. В указанном спектральном диапазоне также могут регистрироваться электронные переходы, обусловленные сопряженными системами и полиароматическими структурами (УВ с 3–4 конденсированными кольцами (антрацен, фенантрен, пирен и их гомологи), типич-

ными для тяжелых нефтяных фракций). В диапазоне 300–400 нм коэффициент поглощения монотонно снижается с 7,5 до 0, что указывает на уменьшение концентрации соединений с электронной активностью в данной спектральной области либо на их отсутствие, а также на присутствие как насыщенных (алканы), так и ненасыщенных (алкены, алкины) УВ, о чем говорит нелинейность спектральной кривой в диапазоне 320–330 нм. В сложной смеси мазута индивидуальные пики сливаются в широкую «полку» из-за наложения

близких по энергии переходов.

В работе [8] проведены исследования ИК-спектра мазута. Спектр регистрировали с помощью ИК-Фурье спектрометра Nicolet iS10 в диапазоне от 500 до 4 000 см^{-1} , используя приставку нарушения полного внутреннего отражения (НПВО) и алмазный кристалл.

В соответствии с проведенным ИК-спектроскопическим анализом, спектральные кривые исследуемого образца представлены на рис. 3.

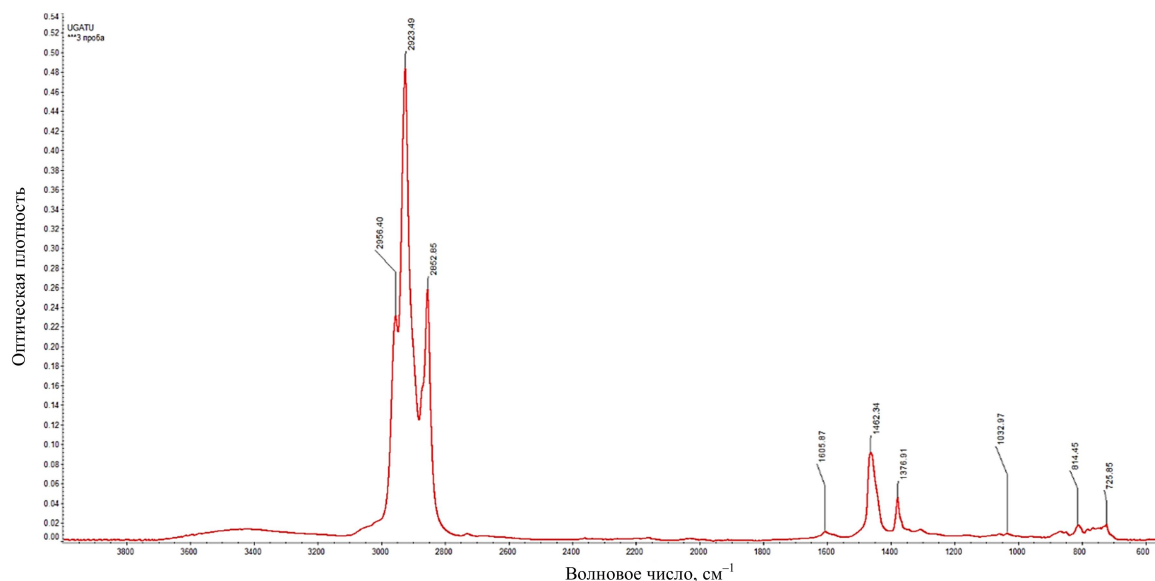


Рис. 3. ИК-спектры прямогонного мазута свыше 350 °С Астраханского ГПЗ

Fig. 3. IR spectra of straight-run fuel oil above 350 °C of the Astrakhan GPP

Анализ спектральных данных позволил выявить следующие характерные полосы поглощения и соотнести их с определенными структурными фрагментами УВ. В области 740–960 см^{-1} зафиксированы полосы поглощения, свидетельствующие о присутствии замещенных ароматических УВ. По положению полос можно предположить преобладание монозамещенных структур, в т. ч. с орто- (1,2-), мета- (1,3-) и пара- (1,4-) типами замещения. Характерные колебания ароматических С–Н-связей идентифицированы в следующих диапазонах: 806–814 см^{-1} и 1 601–1 605 см^{-1} . Дополнительно в спектре обнаруживаются признаки присутствия тризамещенных ароматических УВ, включая структуры с 1, 2, 3-, 1, 2, 4- и 1, 3, 5-типами замещения. Полосы поглощения в диапазонах 1 375–1 377 см^{-1} , 1 457–1 462 см^{-1} , 2 852–2 855 см^{-1} и 2 921–2 924 см^{-1} указывают на присутствие парафино-нафтеновых УВ. При этом полосы в области 1 375–1 460 см^{-1} соответствуют

симметричным и асимметричным деформационным колебаниям метильных ($-\text{CH}_3$) и метиленовых ($-\text{CH}_2$) групп.

В высокочастотной области спектра (3 200–3 600 см^{-1}) зарегистрирована широкая полоса поглощения с максимумом интенсивности при 3 445 см^{-1} . Данная особенность характерна для валентных колебаний гидроксильных (ОН) и/или аминогрупп (NH_2). Положение максимума и ширина полосы позволяют предположить образование водородных связей между функциональными группами, что типично для структурных элементов асфальто-смолистых компонентов исследуемого образца. Исследование [8] согласуется с выводами работ [6, 7].

После проведения анализа на газовом хроматографе была получена хроматограмма, представленная на рис. 4.

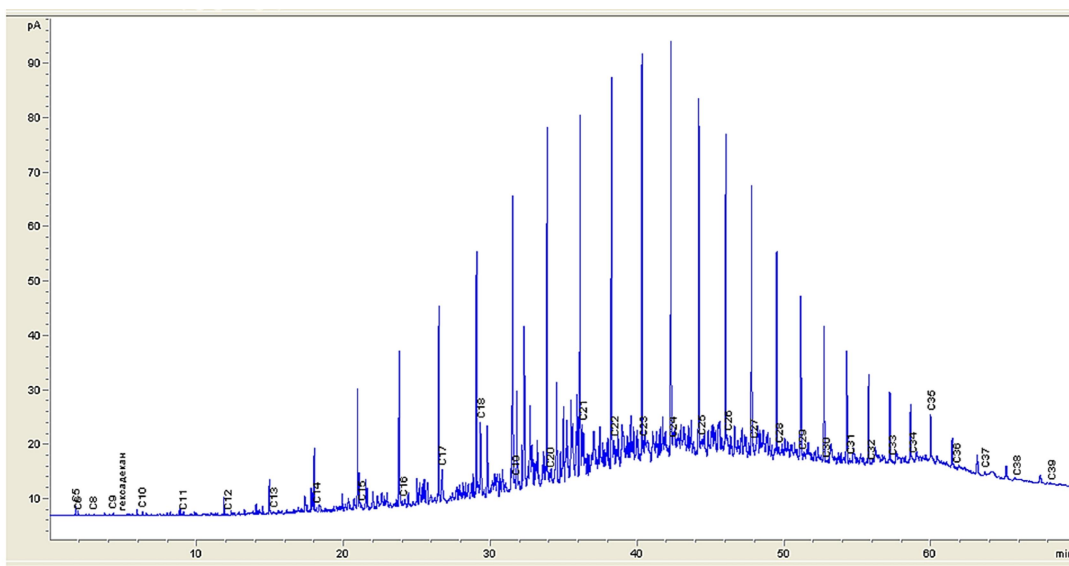


Рис. 4. Хроматограмма пробы мазута

Fig. 4. Chromatogram of the fuel oil sample

Полученный компонентный состав пробы мазута и молекулярная масса представлены в табл. 3, 4. та, относительное содержание *n*-парафиновых УВ

Таблица 3

Table 3

Результаты хроматографического анализа пробы мазута, % масс.

Results of chromatographic analysis of the fuel oil sample, % by weight

Наименование показателя	Значение
Содержание асфальтенов	1,34
Содержание смол	1,28
Содержание масел	72,11
Содержание парафинов	1,71

Таблица 4

Table 4

Относительное содержание *n*-парафиновых углеводородов состава C₆–C₃₆, %

Relative content of *n*-paraffinic hydrocarbons of composition C₆–C₃₆, %

<i>n</i> -парафиновый углеводород	Значение	<i>n</i> -парафиновый углеводород	Значение
<i>n</i> -C ₆	0,079784	<i>n</i> -C ₂₂	7,858181
<i>n</i> -C ₇	0,017487	<i>n</i> -C ₂₃	8,109556
<i>n</i> -C ₈	0,015301	<i>n</i> -C ₂₄	8,415576
<i>n</i> -C ₉	0,03716	<i>n</i> -C ₂₅	7,278927
<i>n</i> -C ₁₀	0,109293	<i>n</i> -C ₂₆	6,59038
<i>n</i> -C ₁₁	0,174869	<i>n</i> -C ₂₇	5,541165
<i>n</i> -C ₁₂	0,371597	<i>n</i> -C ₂₈	4,207788
<i>n</i> -C ₁₃	0,699476	<i>n</i> -C ₂₉	3,344372
<i>n</i> -C ₁₄	1,300589	<i>n</i> -C ₃₀	2,754189
<i>n</i> -C ₁₅	2,41538	<i>n</i> -C ₃₁	2,262369
<i>n</i> -C ₁₆	3,147644	<i>n</i> -C ₃₂	1,792408
<i>n</i> -C ₁₇	3,956414	<i>n</i> -C ₃₃	1,431741
<i>n</i> -C ₁₈	4,950982	<i>n</i> -C ₃₄	1,158508
<i>n</i> -C ₁₉	5,967409	<i>n</i> -C ₃₅	1,005497
<i>n</i> -C ₂₀	7,147775	<i>n</i> -C ₃₆	0,579254
<i>n</i> -C ₂₁	7,278927		

Содержание масел в табл. 3 (содержание масляных фракций, состав которых преимущественно состоит из нафтеновых, высокомолекулярных парафиновых и ароматических УВ (C_{20+}), содержащиеся совместно со смолисто-асфальтеновыми соединениями, но в меньшем количестве) по сравнению с исходным мазутом приближается к 72,11 %, нормальные парафины (1,71 %) в большом своем количестве представлены длинными неразветвленными цепочками от $n-C_{19}$ до $n-C_{27}$. При расчете молекулярной массы было получено приблизительное значение в 322 г/моль, что подтверждает низкую условную вязкость, температуру кипения и низкую летучесть, состоящих, скорее всего, из длинных цепочек УВ и ароматических структур, а также говорит о достаточной «легкости» мазута – среднее значение его молекулярной массы лежит в диапазоне 400–1 000 г/моль.

Комплексный анализ мазута производства Астраханского ГПЗ показал высокое содержание парафино-нафтеновых УВ (55,2 %), а также то, что тяжелые парафиновые УВ алканового ряда C_{20+} являются подходящим сырьем для каталитического крекинга, висбрекинга и гидрокрекинга, где происходит расщепление на более легкие фракции, и возможно использование коксования после вышеперечисленных процессов. Для каталитического крекинга парафиновые и нафтеновые УВ положительно влияют на процесс, дают высокий выход олефинов, обеспечивают высокий выход легких фракций, способствуют реакциям переноса водорода, стабилизирующим процесс, обеспечивают хороший выход бензиновой фракции с высоким октановым числом. Однако моно- и бимзамещенные ароматические УВ (31,5 %) малоценные, т. к. монозамещенные повышают октановое число бензина после подготовки бензиновой фракции, а бимзамещенные увеличивают коксообразование, блокируют центры катализатора и снижают селективность процесса в сторону образования газа вместо бензиновой фракции, что экономически невыгодно.

В процессе гидрокрекинга парафино-нафтеновые фракции при правильно подобранных параметрах позволяют получать на выходе гидроочищенное дизельное топливо с высоким цетановым числом, способствуют стабильности процесса. Для данного процесса моноароматические УВ имеют большую значимость, т. к. дают высокий выход дизельных и керосиновых фракций, при этом благодаря им улучшается качество продуктов (снижаются ароматики, повышается цетановое число). Бимзамещенные ароматические УВ требуют более строгих требований (выше температура/давление), чем монозамещенные, при оптимальных условиях дают ценные средние дистилляты, в жестких условиях могут давать газ, например, o -ксилол → диметилциклогексан → крекинг до смеси C_4 – C_6 УВ.

Для процесса висбрекинга мазут Астраханского ГПЗ то же может быть использован: высокое содержание парафино-нафтеновых фракции благо-

приятно сказывается на выход светлых фракций (бензин, керосин, дизель), циклоалканы, особенно шестичленные, способствует раскрытию кольца циклогексана с последующим крекингом до более легких УВ. Моноциклические УВ могут участвовать в деалкилировании, дав легкий УВ и стабильный ароматический остаток, бимзамещенные нежелательны, т. к. склонны к образованию асфальтенов и кокса, а также повышению вязкости остатка.

Низкое содержание смолисто-асфальтеновых соединений (2,6 % масс.) в исследуемом сырье создает благоприятные предпосылки для его использования в производстве масел, поскольку возможно минимизировать затраты на процесс деасфальтизации. Вместе с тем содержание нормальных парафинов на уровне 1,7 % масс. не гарантирует снижения затрат на депарафинизацию. Это обусловлено тем, что в масляную фракцию также переходят УВ изомерного строения, которые влияют на низкотемпературные свойства получаемых масел и могут требовать дополнительных стадий очистки. Несмотря на указанные особенности исследуемый объект представляет существенную технологическую ценность в качестве сырья для производства масел. Это обусловлено совокупностью следующих факторов: оптимальным соотношением компонентов, снижающим нагрузку на стадии деасфальтизации и возможностью получения масел с заданными эксплуатационными характеристиками при рационально подобранных параметрах переработки.

Заключение

Применение мазута Астраханского ГПЗ в качестве сырья для процессов глубокой вторичной переработки является технологически и экономически обоснованным. Целесообразно использование процесса гидрокрекинга мазута, где благодаря его компонентному составу могут образовываться следующие продукты: углеводородные газы (пропан, бутан и их изомеры), бензиновые фракции, керосиновые фракции, дизельное топливо. Альтернативным вариантом вторичной переработки является процесс висбрекинга, позволяющий получить котельное топливо, вакуумный газойль, который может служить сырьем для последующих процессов: каталитического крекинга или гидрокрекинга.

На основании полученных данных, мазут Астраханского ГПЗ может быть квалифицирован не только как котельное топливо, но и как перспективный компонент сырьевой базы для реализации процессов углубленной вторичной переработки, таких как: гидрокрекинг, каталитический крекинг, висбрекинг, производство масел. Это открывает возможности для повышения глубины конверсии сырья и получения широкого спектра товарных нефтепродуктов: светлых дистиллятов, вакуумного газойля, битума и др.

Список источников

1. Анализ рынка мазута в России: текущая ситуация и прогнозы на 2026–2030 годы. URL: <https://alto-group.ru/otchet/rossija/300-rynok-mazuta-v-rossii-tekuschaja-situacija-i-prognoz-2020-2024-gg.html> (дата обращения: 10.04.2026).
2. «Новатэк» увеличил переработку конденсата на 8,5 % в 2025 году. URL: <https://rupec.ru/news/56488/> (дата обращения: 10.04.2026).
3. «Газпром нефть» установила рекорды добычи и переработки по итогам 2025 года. URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/news/gazprom-neft-ustanovila-rekordy-dobychi-i-pererabotki-po-itogam-2025-goda/> (дата обращения: 10.04.2026).
4. На Астраханском ГПЗ подвели производственные итоги 2019 года. URL: <https://pererabotka.gazprom.ru/press/news/2020/01/934> (дата обращения: 10.04.2026).
5. Пивоварова Н. А., Акишина Е. С. Определение дисперсности в темных нефтяных средах // Нефтегазовые технологии и экологическая безопасность. 2023. № 1. С. 22–28.
6. Татжиков А. Д. Изучение группового состава мазу-

та методом колоночной хроматографии // 72-я Международ. студ. науч.-техн. конф.: материалы, Астрахань, 18–23 апреля 2022 г. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2022. С. 978–979.

7. Татжиков А. Д., Пивоварова Н. А., Сальникова Т. В. Влияние магнитной обработки на компонентный состав мазута и его склонность к образованию отложений // Новейшие технологии освоения месторождений углеводородного сырья и обеспечение безопасности экосистем Каспийского шельфа: материалы XIV Международ. науч.-практ. конф., Астрахань, 11–12 октября 2023 года. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2023. С. 297–302.

8. Сальникова Т. В. Снижение образования отложений в технологическом оборудовании при переработке нефтяного и газоконденсатного сырья: дис. ... канд. техн. наук. Астрахань, 2024. 151 с.

9. Алабдин А. З., Ермак А. А., Юсевич А. И. Влияние свойств компонентов сырья на выход и качество продуктов процесса замедленного коксования нефтяных остатков (обзор) // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Промышленность. Прикладные науки. 2020. № 11. С. 115–122.

References

1. *Analiz rynka mazuta v Rossii: tekuschaya situacija i prognozy na 2026–2030 gody* [Fuel oil market analysis in Russia: current situation and forecasts for 2026-2030]. Available at: <https://alto-group.ru/otchet/rossija/300-rynok-mazuta-v-rossii-tekuschaja-situacija-i-prognoz-2020-2024-gg.html> (accessed: 10.04.2026).
2. «Novatek» *увеличил переработку конденсата на 8,5 % в 2025 году* [Novatek increased condensate processing by 8.5% in 2025]. Available at: <https://rupec.ru/news/56488/> (accessed: 10.04.2026).
3. «Gazprom нефть» *установила рекорды добычи и переработки по итогам 2025 года* [Gazprom Neft has set production and refining records by the end of 2025]. Available at: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/news/gazprom-neft-ustanovila-rekordy-dobychi-i-pererabotki-po-itogam-2025-goda/> (accessed: 10.04.2026).
4. *Na Astrahanskom GPZ podveli proizvodstvennye itogi 2019 goda* [The Astrakhan GPP summed up the production results of 2019]. Available at: <https://pererabotka.gazprom.ru/press/news/2020/01/934> (accessed: 10.04.2026).
5. Pivovarova N. A., Akishina E. S. *Определение дисперсности в темных нефтяных средах* [Determination of dispersion in dark oil media]. *Neftegazovye tehnologii i ehkologicheskaya bezopasnost'*, 2023, no. 1, pp. 22-28.
6. Tazhikov A. D. *Izuchenie gruppovogo sostava mazuta metodom kolonochnoj hromatografii* [Study of the group composition of fuel oil by column chromatography]. *72-ya*

Mezhduna-rodnaya studencheskaya nauchno-tehnicheskaya konferenciya: materialy, Astrahan', 18–23 aprelya 2022 goda. Astrahan', Izd-vo AGTU, 2022. Pp. 978-979.

7. Tazhikov A. D., Pivovarova N. A., Sal'nikova T. V. *Vliyanie magnitnoj obrabotki na komponentnyj sostav mazuta i ego sklonnost' k obrazovaniyu otlozhenij* [The effect of magnetic treatment on the component composition of fuel oil and its tendency to deposit]. *Novejshie tehnologii osvoeniya mestorozhdenij uglevodorodnogo syr'ya i obespechenie bezopasnosti ehkosistem Kaspiskogo shel'fa: materialy XIV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Astrahan', 11–12 oktyabrya 2023 goda*. Astrahan', Izd-vo AGTU, 2023. Pp. 297-302.

8. Sal'nikova T. V. *Snizhenie obrazovaniya otlozhenij v tehnologicheskom oborudovanii pri pererabotke neftyanogo i gazokondensatnogo syr'ya: dis. ... kand. tehn. nauk* [Reduction of sediment formation in technological equipment during the processing of oil and gas condensate raw materials: dis. ... Candidate of Technical Sciences]. Astrahan', 2024. 151 p.

9. Alabdin A. Z., Ermak A. A., Yusevich A. I. *Vliyanie svojstv komponentov syr'ya na vyhod i kachestvo produktov processa zamedlennogo koksovaniya neftyanyh ostatkov (obzor)* [The effect of the properties of the raw material components on the yield and quality of the products of the delayed coking of oil residues (review)]. *Vestnik Polockogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya B. Promyshlennost'*. *Prikladnye nauki*, 2020, no. 11, pp. 115-122.

Статья поступила в редакцию 26.02.2026; одобрена после рецензирования 30.04.2026; принята к публикации 25.05.2026
The article was submitted 26.02.2026; approved after reviewing 30.04.2026; accepted for publication 25.05.2026

Информация об авторах / Information about the authors

Надежда Анатольевна Пивоварова – доктор технических наук, профессор; профессор кафедры химической технологии переработки нефти и газа; Астраханский государственный технический университет; nadpivov@mail.ru

Nadezda A. Pivovarova – Doctor of Technical Sciences, Professor; Professor of the Department of Chemical Technology of Oil and Gas Refining; Astrakhan State Technical University; nadpivov@mail.ru

Антон Дмитриевич Татжиков – аспирант кафедры химической технологии переработки нефти и газа; Астраханский государственный технический университет; zelhario@gmail.com

Татьяна Владимировна Сальникова – кандидат технических наук, доцент; доцент кафедры химической технологии переработки нефти и газа; Астраханский государственный технический университет; t_salnikowa@mail.ru

Ольга Владимировна Красильникова – кандидат технических наук; начальник научно-исследовательской химико-аналитической лаборатории, заместитель начальника цеха газопромыслового управления; ООО «Газпром добыча Астрахань»; sniprkras@mail.ru

Anton D. Tatzhikov – Postgraduate Student of the Department of Chemical Technology of Oil and Gas Refining; Astrakhan State Technical University; zelhario@gmail.com

Tatyana V. Salnikova – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Chemical Technology of Oil and Gas Refining; Astrakhan State Technical University; t_salnikowa@mail.ru

Olga V. Krasilnikova – Candidate of Technical Sciences; Head of the Research Chemical and Analytical Laboratory, Deputy Head of the Gas Field Management Department; Gasprom Dobycha Astrakhan, LLC; sniprkras@mail.ru

