

УДК 665.7.03
МРНТИ 61.53.15

DOI: [10.54859/kjogi108891](https://doi.org/10.54859/kjogi108891)

Получена: 11.07.2025.
Одобрена: 03.09.2025.
Опубликована: 30.09.2025.

Оригинальное исследование

Перспективы получения базовых масел из нефтебитуминозных пород месторождения Карасязь-Таспас

Е.О. Аяпбергенов¹, Б.Ж. Туркпенбаева², А.Ф. Ахметов³

¹Филиал КМГ Инжиниринг «КазНИПИМунайгаз», г. Актау, Казахстан

²КМГ Инжиниринг, г. Астана, Казахстан

³Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. В условиях истощения запасов лёгкой нефти и устойчивого роста спроса на смазочные материалы актуальной задачей становится освоение альтернативных источников углеводородного сырья. Природные битумы, несмотря на технологические сложности переработки, представляют собой перспективное сырьё для получения базовых масел, особенно в Республике Казахстан, где на сегодняшний день отсутствует собственное промышленное производство смазочных материалов.

Цель. Оценка возможности получения базовых промышленных и моторных масел из масляных фракций, выделенных из мазута природного битума месторождения Карасязь-Таспас.

Материалы и методы. Объектом исследования являлся мазут, полученный в результате атмосферной перегонки природного битума. Методом вакуумной перегонки были выделены масляные фракции с температурными интервалами кипения 350–400°C и 400–460°C. Очистка осуществлялась с применением отбеливающей глины. Физико-химические характеристики фракций до и после очистки определялись по стандартным методикам ASTM и ГОСТ.

Результаты. Полученные масляные фракции характеризуются высокой кинематической вязкостью, индексом вязкости до 110,7 и низким содержанием серы (< 0,45%). По своим физико-химическим свойствам они соответствуют требованиям, предъявляемым к базовым маслам I и II групп согласно классификации American Petroleum Institute, а также сопоставимы с промышленными маслами марок И-40А и И-50А. Установлена необходимость проведения депарафинизации и добавления присадок с целью улучшения низкотемпературных характеристик.

Заключение. Природный битум месторождения Карасязь-Таспас представляет собой перспективное сырьё для производства высококачественных базовых масел. Проведённые исследования подтверждают целесообразность комплексной переработки мазута природного битума с целью получения промышленных и моторных масел, что способствует решению стратегически важных задач, связанных с восполнением сырьевой базы, устойчивым развитием нефтедобывающей отрасли и обеспечением энергетической безопасности страны.

Ключевые слова: природный битум, Карасязь-Таспас, мазут, масляные фракции, базовые промышленные масла, индекс вязкости.

Как цитировать:

Аяпбергенов Е.О., Туркпенбаева Б.Ж., Ахметов А.Ф. Перспективы получения базовых масел из нефтебитуминозных пород месторождения Карасязь-Таспас // Вестник нефтегазовой отрасли Казахстана. 2025. Том 7, №3. С. 82–92. DOI: [10.54859/kjogi108891](https://doi.org/10.54859/kjogi108891).

UDC 665.7.03
CSCSTI 61.53.15

DOI: [10.54859/kjogi108891](https://doi.org/10.54859/kjogi108891)

Received: 11.07.2025.

Accepted: 03.09.2025.

Published: 30.09.2025.

Original article

Prospects for Obtaining Base Oils from Bitumen-Bearing Rocks of the Karasyaz-Taspas Deposit

Yerbolat O. Ayapbergenov¹, Bibigul Zh. Turkpenbayeva², Arslan F. Akhmetov³

¹Branch of KMG Engineering “KazNIPImunaigaz”, Aktau, Kazakhstan

²KMG Engineering, Astana, Kazakhstan

³Ufa State Oil Technical University, Ufa, Russia

ABSTRACT

Background: With light oil reserves depleting and the demand for lubricants steadily increasing, the development of alternative sources of hydrocarbon feedstock has become a pressing issue. Despite the technological complexity of processing, natural bitumens represent a promising raw material for the production of base oils, particularly in the Republic of Kazakhstan, where domestic industrial lubricant production is currently absent.

Aim: To assess the possibility of obtaining base industrial and motor oils from oil fractions derived from the fuel oil of natural bitumen at the Karasaz-Taspas deposit.

Materials and methods: on the study object was fuel oil obtained by atmospheric distillation of natural bitumen. Oil fractions with boiling temperature ranges of 350–400 °C and 400–460 °C were separated using vacuum distillation. Purification was carried out using bleaching clay. The physical and chemical characteristics of the fractions were determined before and after purification according to standard ASTM and GOST methods.

Results: The obtained oil fractions are characterized by a high kinematic viscosity, a viscosity index of up to 110.7, and low sulfur content (<0.45 wt.%). Their physical and chemical properties meet the requirements for base oils of groups I and II according to the American Petroleum Institute classification and are comparable to industrial oils of grades I-40A and I-50A. Dewaxing and the addition of additives are necessary to improve low-temperature performance.

Conclusion: Natural bitumen from the Karasyaz-Taspas deposit is a promising raw material for producing high-quality base oils. The study confirms the feasibility of comprehensive processing of natural bitumen fuel oil to produce industrial and motor oils, contributing to the replenishment of the raw material base, the sustainable development of the oil industry, and the enhancement of the country's energy security.

Keywords: natural bitumen; Karasaz-Taspas; fuel oil; oil fractions; base industrial oils; viscosity index.

To cite this article:

Ayapbergenov YO, Turkpenbayeva BZ, Akhmetov AF. Prospects for Obtaining Base Oils from Bitumen-Bearing Rocks of the Karasyaz-Taspas Deposit. *Kazakhstan journal for oil & gas industry*. 2025;7(3):82–92. DOI: [10.54859/kjogi108891](https://doi.org/10.54859/kjogi108891).

ӨОЖ 665.7.03
ҒТАХР 61.53.15

DOI: [10.54859/kjogi108891](https://doi.org/10.54859/kjogi108891)

Қабылданды: 11.07.2025.

Мақұлданды: 03.09.2025.

Жарияланды: 30.09.2025.

Түпнұсқа зерттеу

Қарасаз-Таспас кен орнының битуминозды мұнай жыныстарынан базалық майларды алу перспективалары

Е.О. Аяпбергенов¹, Б.Ж. Түркпенбаева², А.Ф. Ахметов³

¹ҚМГ Инжиниринг «ҚазҒЗЖИмұнайгаз» филиалы, Ақтау қаласы, Қазақстан

²ҚМГ Инжиниринг, Астана қаласы, Қазақстан

³Уфа мемлекеттік мұнай техникалық университеті, Уфа қаласы, Ресей

АННОТАЦИЯ

Негіздеу. Жеңіл мұнай қорларының сарқылуы және жағармай материалдарына сұраныстың тұрақты өсуі жағдайында көмірсутек шикізатының балама көздерін игеру өзекті міндетке айналууда. Табиғи битумдар, қайта өңдеудің технологиялық күрделілігіне қарамастан, базалық майларды алу үшін перспективалы шикізат болып табылады, әсіресе Қазақстан Республикасында бүгінгі күні жанармай материалдарының өзіндік өнеркәсіптік өндірісі жоқ.

Мақсаты. Қарасаз-Таспас кен орнының табиғи битум мазутынан бөлінген май фракцияларынан базалық өнеркәсіптік және мотор майларын алу мүмкіндігін бағалау.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу объектісі-табиғи битумды атмосфералық айдау нәтижесінде алынған мазут болды. Вакуумдық айдау әдісі арқылы қайнау температура интервалдары 350–400°C және 400–460°C болатын май фракциялары ажыратылды. Тазарту ағартқыш сазды қолдану арқылы жүзеге асырылды. Тазартуға дейінгі және кейінгі фракциялардың физикалық-химиялық сипаттамалары ASTM және МЕМСТ стандартты әдістеріне сәйкес анықталды.

Нәтижелері. Алынған май фракциялары жоғары кинематикалық тұтқырлықпен, 110,7-ге дейінгі тұтқырлық индексімен және төмен күкірт мөлшерімен (< 0,45%) сипатталады. Физикалық-химиялық қасиеттері бойынша олар American Petroleum Institute классификациясына сәйкес І және ІІ топтардың базалық майларына қойылатын талаптарға сәйкес келеді, сондай-ақ И-40А және И-50А маркалы өнеркәсіптік майлармен салыстыруға болады. Төмен температуралық сипаттамаларды жақсарту мақсатында қоспаларды депарафинизациялау және қосу қажеттілігі анықталды.

Қорытынды. Қарасаз-Таспас кен орнының табиғи битумы жоғары сапалы базалық майларды өндіру үшін перспективалы шикізат болып табылады. Жүргізілген зерттеулер өнеркәсіптік және мотор майларын алу мақсатында табиғи битум мазутын кешенді қайта өңдеудің орындылығын растайды, бұл шикізат базасын толықтырумен, мұнай өндіру саласын тұрақты дамытумен және елдің энергетикалық қауіпсіздігін қамтамасыз етумен байланысты стратегиялық маңызды міндеттерді шешуге ықпал етеді.

Негізгі сөздер: табиғи битум, Қарасаз-Таспас, мазут, май фракциялары, базалық өнеркәсіптік майлар, тұтқырлық индексі.

Дәйексөз келтіру үшін:

Аяпбергенов Е.О., Түркпенбаева Б.Ж., Ахметов А.Ф. Қарасаз-Таспас кен орнының битуминозды мұнай жыныстарынан базалық майларды алу перспективалары // Қазақстанның мұнай-газ саласының хабаршысы. 2025. 7 том, №3, 82–92 б. DOI: [10.54859/kjogi108891](https://doi.org/10.54859/kjogi108891).

Введение

В настоящее время наблюдается устойчивая тенденция к развитию и внедрению отечественных технологий, направленных на производство высококачественных смазочных материалов. В Республике Казахстан на сегодняшний день отсутствует собственное промышленное производство смазочных масел, в связи с чем весь объём потребляемой продукции покрывается за счёт импорта, сопровождаемого значительными затратами на приобретение и логистику. Согласно оценкам, годовая потребность страны в смазочных материалах составляет порядка 600 тыс. т, при этом данный показатель демонстрирует стабильный рост на фоне развития транспортной инфраструктуры, расширения промышленного комплекса и увеличения числа энергетических объектов [1].

В условиях постепенного истощения запасов лёгких нефтей все более актуальным становится вопрос разработки месторождений тяжёлого углеводородного сырья (далее – УВС), такого как тяжёлые нефти и природные битумы (далее – ПБ). ПБ представляют собой некондиционное УВС, что существенно осложняет их переработку и требует индивидуального технологического подхода. В зависимости от химической природы и состава ПБ различных месторождений необходимо подбирать соответствующий комплекс технологических процессов и химических методов переработки, направленных на эффективное извлечение целевых компонентов и получение высококачественных нефтепродуктов. Одним из приоритетных направлений развития нефтеперерабатывающей промышленности страны является разработка и внедрение инновационных технологий глубокой переработки, адаптированных к свойствам тяжёлого УВС [2].

В настоящее время в Казахстане нефтебитуминозные породы (далее – НБП) практически не используются, что обусловлено их недостаточной изученностью, отсутствием эффективных технологий извлечения и переработки, а также ограниченной информацией о возможных направлениях применения получаемых продуктов. Освоение месторождений НБП позволит обеспечить целый ряд отраслей экономики страны ценным отечественным сырьём. Практическое решение задач по освоению НБП представляет собой одно из приоритетных направлений развития энергетики и нефтехимической промышленности в ближайшем будущем [3]. Следует отметить, что на территории Западного Казахстана сосредоточены значительные запасы НБП, имеющие промышленное значение. По нашим оценкам [4], прогнозные ресурсы тяжёлых УВС составляют более 125–350 млн т ПБ и порядка 20–25 млрд т НБП.

С учётом роста потребности в моторных и смазочных материалах, а также наличия на территории Казахстана уникальных месторождений НБП возникает объективная необходимость развития технологий их глубокой переработки.

В современных условиях приоритетным направлением для устойчивого роста топливно-энергетического и нефтехимического секторов экономики является разработка и промышленное внедрение технологических решений, адаптированных к переработке характерных для региона тяжёлых, высоковязких и сернистых нефтей с получением не только моторных топлив, но и минеральных масел, соответствующих современным требованиям к качеству.

Материалы и методы

Объектом исследования являлся мазут, полученный в результате атмосферной перегонки ПБ месторождения Карасаяз-Таспас.

Физико-химические характеристики мазута и выделенных масляных фракций определялись по стандартным нормативным методам ASTM (*англ.* American Society for Testing and Materials – Американское общество испытаний и материалов) и ГОСТ. Дополнительно был проведён анализ углеводородного состава (парафиновые, нафтеновые и ароматические соединения) и расчёт индекса вязкости.

Основные требования к базовым маслам

Сегодня мазут выступает основным сырьевым источником для производства базовых минеральных масел. Его получают в результате атмосферно-вакуумной перегонки тяжёлой нефти с содержанием масляных фракций не менее 38%. По происхождению базовые масла делят на три основные группы: нефтяные, синтетические и смешанные на основе сложных эфиров. Наиболее широкое распространение получили нефтяные масла, которые в зависимости от технологии получения подразделяются на дистиллятные, остаточные и компаундированные. В последние годы растёт интерес к синтетическим маслам, обладающим высокими значениями кинематической вязкости и индекса вязкости, что обеспечивает улучшенные эксплуатационные характеристики. Путём смешения базовых масел с различной вязкостью и введения многофункциональных присадок получают товарные моторные и промышленные масла, удовлетворяющие современным требованиям к качеству смазочных материалов [5]. На рис. 1 представлены типы и методы получения базовых масел.

Экологические характеристики нефтяных масел, в т.ч. остаточных, в значительной степени определяются содержанием серы и групповым составом УВ. Технические свойства остаточных масел во многом зависят от их вязкостно-температурных характеристик, ключевым показателем которых является индекс вязкости. Основные требования, предъявляемые к базовым нефтяным маслам в соответствии с классификацией API, приведены в табл. 1. Указанная классификация обеспечивает стандартизированный подход к выбору масел для различных отраслей экономики [7, 8].

По европейской классификации SAE (англ. Society of Automotive Engineers – Общество автомобильных инженеров) моторные масла подразделяются на зимние, летние и всесезонные. Зимние масла (обозначаемые индексом «W») характеризуются пониженной вязкостью при отрицательных температурах, что обеспечивает лёгкий запуск двигателя в холодное время года. Летние масла, напротив, сохраняют стабильные смазочные свойства при эксплуатации

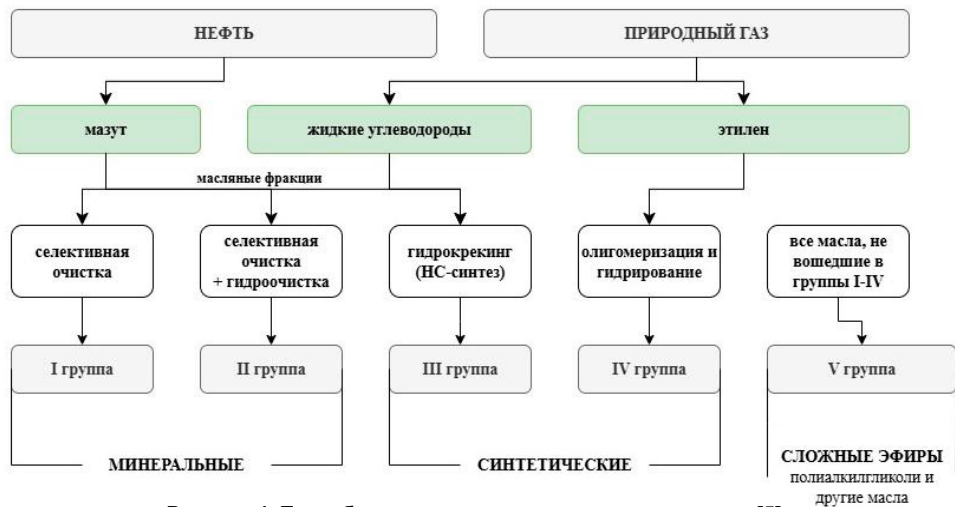


Рисунок 1. Типы базовых масел и методы их получения [5]
Figure 1. Types of base oils and methods of their production [5]

Таблица 1. Классификация базовых масел в соответствии с требованиями API
Table 1. Classification of base oils in accordance with API requirements

Группа Group	Содержание серы, %масс. Sulfur content, wt. %	Оператор Operator	Содержание насыщенных УВ, % Saturated hydrocarbon content, %	Индекс вязкости Viscosity index
I	>0,03	и / или or / and	<90	80–119
II	≤0,03	и / and	≥90	80–119
III	≤0,03	и / and	≥90	≥120
IV	РАО (полиальфаолефины)			
V	Все остальное, не включенные в группы I–IV (нафтеновые базовые масла и не РАО синтетические масла) All others not included in I–IV (naphthenic base oils and non-PAO synthetic oils)			
VI	Полиалкилнафталины			

API – American Petroleum Institute (Американский институт нефти). api.org
РАО – Poly-Alpha-Olefin; УВ – углеводороды

Таблица 2. Европейская классификация масел SAE для моторных масел [7]
Table 2. European SAE classification of motor oils [7]

Классификация Classification		Диапазон кинематической вязкости при 100°С, мм²/с Kinematic viscosity range at 100 °C, mm²/s		Температурный диапазон, °С Temperature range, °C	
		min	max	min	max
зимние winter	0W	3,8	–	–35	+20
	5W	3,8	–	–30	+20
	10W	4,1	–	–25	+45
	15W	5,6	–	–20	+45
	20W	5,6	–	–15	+45
	25W	9,3	–	–10	+20
летние summer	20	5,6	9,3	–	–
	30	9,3	12,5	–	–
	40	12,5	16,3	–	–
	50	16,3	21,9	–	–
	60	21,9	26,1	–	–

в условиях высоких температур. Наибольшее распространение получили всесезонные масла, обеспечивающие надёжную работу двигателя в широком температурном диапазоне благодаря оптимальному подбору вязкостных характеристик и применению модификаторов вязкости (табл. 2).

Согласно ГОСТ 17479.1-2015¹ устанавливаются классификация и система обозначений моторных масел в зависимости от их температурной пригодности и области применения. В соответствии с данным стандартом моторные масла подразделяются на летние (марки 10, 12, 14, 16, 20, 24), зимние (марки 3з, 4з, 5з, 6з, 6, 8) и всесезонные (марки 3з/8, 4з/6, 4з/8).

Такое деление учитывает диапазон рабочих температур и обеспечивает обоснованный выбор масла с учётом климатических условий эксплуатации и требований к надёжности функционирования двигателя.

ГОСТ 20799-2022² устанавливает требования к классификации, маркировке, а также физико-химическим показателям качества промышленных масел. Настоящий стандарт обеспечивает унифицированный подход к оценке эксплуатационных свойств и качества продукции, что способствует стандартизации процессов подбора и применения промышленных масел в различных отраслях промышленности. Основные физико-химические характеристики промышленных масел приведены в табл. 4.

Таблица 3. Классы вязкости моторных масел согласно ГОСТ 17479.1-2015
Table 3. Motor oil viscosity grades according to GOST 17479.1-2015

Классы вязкости Viscosity grades	Кинематическая вязкость, мм ² /с (сСт), при температуре Kinematic viscosity, mm ² /s (cSt), at a temperature of	
	+100°C	-18°C, не более -18°C, not higher than
3з	≥ 3,8	1250
4з	≥ 4,1	2600
5з	≥ 5,6	6000
6з	≥ 5,6	10400
8	5,6–7,0	–
8	7,0–9,3	–
10	9,3–11,5	–
12	11,5–12,5	–
14	12,5–14,5	–
16	14,5–16,3	–
20	16,3–21,9	–
24	21,9–26,1	–
3з/8	7,0–9,3	1250
4з/6	5,6–7,0	2600
5з/10	9,3–11,5	6000
5з/12	11,5–12,5	6000
5з/14	12,5–14,5	6000
6з/10	9,3–11,5	10400
6з/14	12,5–14,5	10400
6з/16	14,5–16,3	10400

Таблица 4. Физико-химические показатели промышленных масел
в соответствии с ГОСТ 20799-2022

Table 4. Physical and chemical properties of industrial oils according to GOST 20799-2022

Марка масла Oil grade	Вязкость кинематическая при 40°C, мм ² /с Kinematic viscosity at 40°C, mm ² /s	Массовая доля серы, %масс. Sulfur content, wt. %	Плотность при 20°C, г/см ³ Density at 20°C, g/cm ³	Температура застывания, °C Pour point, °C
И-5А	6,00–8,00	> 1,0	< 0,870	<-18
И-8А	9,00–11,00	> 1,0	< 0,880	<-15
И-12А	13,00–17,00	> 1,0	< 0,880	<-15
И-12А ₁	13,00–17,00	> 1,0	< 0,880	<-30
И-20А	29,00–35,00	> 1,0	< 0,890	<-15
И-30А	41,00–51,00	> 1,0	< 0,890	<-15
И-40А	61,00–75,00	> 1,1	< 0,900	<-15
И-50А	90,00–110,00	> 1,1	< 0,910	<-15

¹ ГОСТ 17479.1-2015. Масла моторные. Классификация и обозначение.

² ГОСТ 20799-2022. Масла промышленные. Технические условия.

Результаты и обсуждение

Объектом исследования являлась фракция мазута, полученная при атмосферной разгонке ПБ месторождения Карасязь-Таспас на установке АРН (атмосферно-вакуумная разгонка нефти) в соответствии со стандартами ASTM: ASTM D 2892³ и ASTM D 5236⁴. В табл. 5 представлены физико-химические характеристики мазута (фракция >350°С).

Перегонка ПБ месторождения Карасязь-Таспас проводилась под вакуумом на автоматизированной лабораторной установке АРН. Поскольку при высоких температурах для УВС характерно термическое разложение, процесс был завершён на стадии отбора масляных фракций до температуры конца кипения 460°С. В результате перегонки фракции мазута было получено около 33%масс. широкой масляной

Таблица 5. Характеристика фракций мазута ПБ месторождения Карасязь-Таспас
Table 5. Characteristics of fuel oil fractions of natural bitumen from the Karasyaz-Taspas deposit

№	Наименование показателя Indicator name	Результат Result	Нормативный документ на методы испытания Regulatory document on testing methods
1	Плотность при 20°С, кг/м³ Density at 20 °C, kg/m³	963,1	СТ РК ASTM D 4052-2013 ⁵
2	Массовая доля серы, %масс. Sulfur content, wt.%	0,453	СТ РК ASTM D 4294-2011 ⁶
3	Температура застывания, °С Pour point, °C	-20	ГОСТ 20287-91 ⁷
4	Температура помутнения, °С Cloud point, °C	-17	ГОСТ 20287-91
5	Кинематическая вязкость, мм²/с, при: Kinematic viscosity, mm²/s,		СТ РК ASTM D 7042-2015 ⁸
	40°С	20,93	
	50°С	14,90	
	80°С	6,65	
	100°С	4,42	
6	Зольность, %масс. Ash content, wt.%	0,26	ГОСТ 1461-75 ⁹
7	Температура вспышки в закрытом тигле, °С Flash point in closed cup, °C	142	ГОСТ 6356-75 ¹⁰

фракции 350–460°С. Общая потеря при перегонке ПБ не превысила 2,1% масс.

Исследование полученных фракций в качестве потенциальных базовых масел осуществлялось по традиционной схеме, включающей последовательные этапы очистки. Очистка масляных фракций проводилась методом адсорбционной обработки с применением отбеливающей глины при температуре 170–200°С в течение 25–30 мин. В результате атмосферно-вакуумной перегонки мазута были выделены лёгкие (350–400°С) и средние (400–460°С) масляные фракции, представляющие интерес для дальнейшего изучения как потенциальные базовые компоненты индустриальных и моторных масел.

Основные физико-химические свойства базовых масел, полученных из ПБ месторождения Карасязь-Таспас, представлены в табл. 6.

Индекс вязкости масляных фракций с интервалами температур кипения 350–400°С и 400–460°С составляет 106 и 112 соответственно, что свидетельствует об их высоких эксплуатационных свойствах. Базовые масла, полученные в результате очистки фракций вакуумной перегонки, характеризуются повышенным индексом вязкости по сравнению с исходными неочищенными масляными фракциями, что указывает на улучшение их эксплуатационных свойств. С увеличением температуры кипения масляных фракций наблюдается закономерный рост плот-

³ ASTM D 2892. Standard Test Method for Distillation of Crude Petroleum(15-Theoretical Plate Column). [astm.org](#).
⁴ ASTM D 5236. Standard Test Method for Distillation of Heavy Hydrocarbon Mixtures (Vacuum Potstill Method). [astm.org](#).
⁵ СТ РК ASTM D 4052-2013 «Стандартный метод определения плотности, относительной плотности и плотности API (в градусах американского нефтяного института) жидкостей с помощью цифрового ареометра».
⁶ СТ РК ASTM Д 4294-2011 «Стандартный метод определения серы в нефти и нефтепродуктах методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии на основе энергии дисперсионного взаимодействия».
⁷ ГОСТ 20287-91 «Нефтепродукты. Методы определения температур текучести и застывания».
⁸ СТ РК ASTM D 7042-2015 «Стандартный метод определения динамической вязкости и плотности жидкостей с помощью вискозиметра Штабингера и расчет кинематической вязкости».
⁹ ГОСТ 1461-75 «Нефть и нефтепродукты. Метод определения зольности»
¹⁰ ГОСТ 6356-75 (СТ СЭВ 1495-79) «Нефтепродукты. Метод определения температуры вспышки в закрытом тигле».

Таблица 6. Характеристика масляных фракций ПБ месторождения Карася́зь-Таспас
Table 6. Characteristics of oil fractions of natural bitumen from the Karasyaz-Taspas deposit

№	Наименование показателя Indicator name	350–400°C		400–460°C		Нормативный документ на методы испытания Regulatory document on testing methods
		до очистки before purification	после очистки after purification	до очистки before purification	после очистки after purification	
1	Плотность при 20°C, кг/м³ Density at 20 °C, kg/m³	924,2	920,51	951,4	947,5	СТ РК ASTM D 4052-2013
2	Вязкость, мм²/с, при: Viscosity, mm²/s:					
	40°C	54,34	61,22	94,88	103,25	СТ РК ASTM D 7042-2015
	100°C	6,91	8,36	10,24	12,29	
3	Индекс вязкости, ВУ Viscosity index (VI)	76,3	106,2	87,0	110,7	СТ РК ASTM D 7042-2015
4	Соотношение вязкостей η_{40}/η_{100} Viscosity ratio η_{40}/η_{100}	7,86	7,32	9,27	8,40	–
5	Показатель преломления (n_D^{20}) Refractive index (n_D^{20})...	1,5084	1,5080	1,5289	1,5137	–
6	Температура застывания, °C Pour point, °C	-10	-10	-10	-12	ГОСТ 20287-91
7	Содержание общей серы, % Total sulfur content, wt. %	0,44	0,39	0,46	0,43	СТ РК ASTM D 4294-2011
8	Содержание УВ, %, из них: Hydrocarbon composition, %, incl.:	100%	100%	100%	100%	–
	ароматических Aromatic hydrocarbons, %	17%	10%	22%	6%	–
	нафтеновых Naphthenic hydrocarbons, %	47%	59%	44%	69%	–
	парафиновых Paraffinic hydrocarbons, %	36%	31%	34%	25%	–

ВУ / CU – вязкость условная / Conditional viscosity

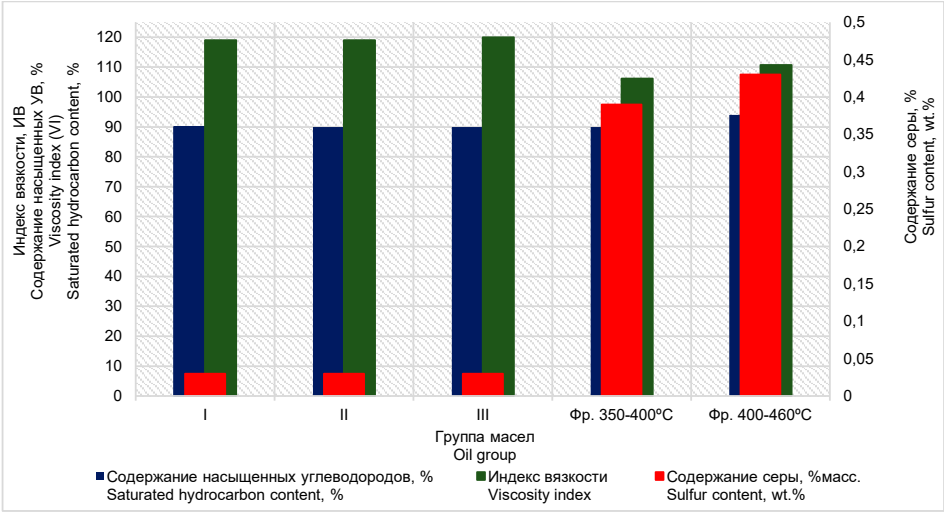


Рисунок 2. Сравнение фракций масел с классификацией API
Figure 2. Comparison of oil fractions with API classification

ности, показателя преломления и индекса вязкости. Полученные масляные фракции отличаются низким содержанием серы, что повышает их экологическую и технологическую ценность.

Основу базового масла составляет смесь парафиновых, нафтеновых и ароматических УВ. Групповой углеводородный состав масля-

ных фракций, полученных из ПБ месторождения Карася́зь-Таспас, может быть оценён по выходу отдельных углеводородных фракций на основе показателя преломления.

Технические требования к различным видам масел и соответствующим им по свойствам масляным фракциям ПБ месторождения Кара-

связь-Таспас приведены на рис. 2–4. Анализ представленных данных показывает, что исследованные масляные фракции, полученные из мазута ПБ, соответствуют требованиям и могут быть использованы для производства базовых масел. Согласно классификации API, базовые масла I группы характеризуются содержанием серы свыше 0,03% и долей насыщенных УВ не менее

90%. Их индекс вязкости находится в диапазоне 80–119. Масляные фракции с температурными интервалами кипения 350–400°С и 400–460°С, полученные из фракций мазута ПБ, по своим физико-химическим характеристикам соответствуют требованиям, предъявляемым к базовым маслам I группы в соответствии с классификацией API (рис. 2). После проведения соответствующих

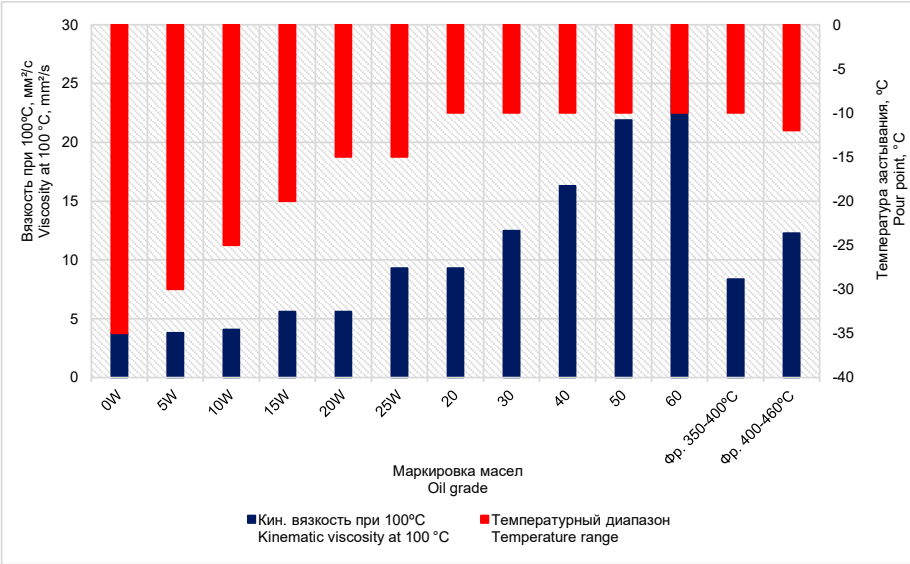


Рисунок 3. Сравнение фракций масел с классификацией SAE
Figure 3. Comparison of oil fractions with SAE classification

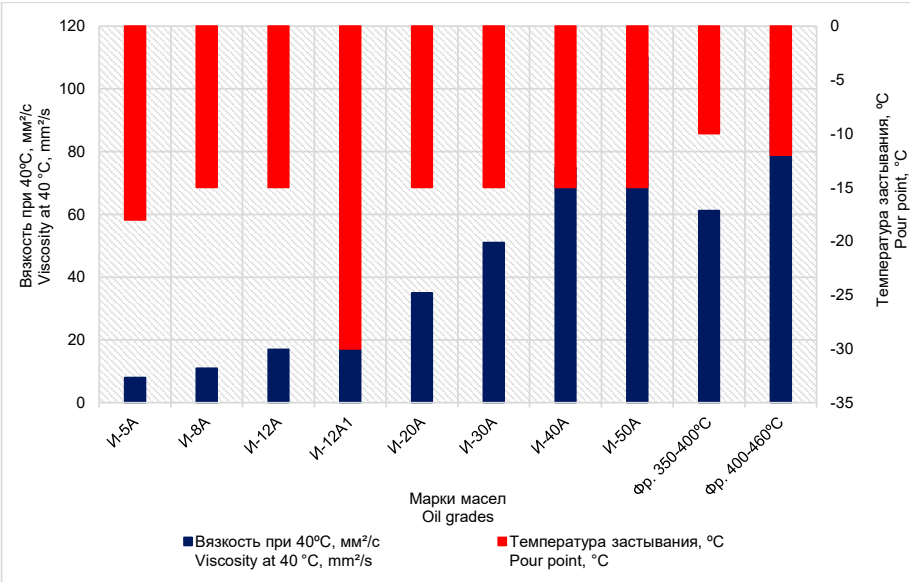


Рисунок 4. Сравнение фракций масел с марками промышленных масел по ГОСТ 20799-2022
Figure 4. Comparison of oil fractions with industrial oil grades according to GOST 20799-2022

процессов гидроочистки указанные масляные фракции соответствуют требованиям, установленным для базовых масел II группы API.

Фракция с интервалом кипения 350–400°C характеризуется кинематической вязкостью и температурным диапазоном эксплуатации, сопоставимыми с маслами классов SAE 40–50, тогда как фракция 400–460°C по аналогичным показателям соответствует моторным маслам классов SAE 30 и 25W (рис. 3). Однако температурные свойства указанных фракций, в частности, температура застывания, остаются недостаточными для их непосредственного применения в качестве зимних моторных масел. Это указывает на необходимость проведения дополнительных процессов депарафинизации и модификации с применением присадок для улучшения низкотемпературных и эксплуатационных характеристик.

Исследуемая фракция 350–400°C по вязкостным характеристикам сопоставима с промышленным маслом марки И-40А, а фракция 400–460°C – с маслом марки И-50А. Исследуемые фракции демонстрируют потенциальную пригодность в качестве базовых компонентов для промышленных масел в соответствии с требованиями ГОСТ 20799-2022. Однако температурные свойства, в частности, температура застывания для указанных фракций составляет около -10°C, что существенно выше аналогичных показателей стандартных масел И-40А

и И-50А (рис. 4). Это ограничивает их непосредственное применение в зимних условиях и указывает на необходимость проведения дополнительных процессов очистки, направленных на улучшение низкотемпературных характеристик.

Заключение

Результаты проведенных научно-прикладных исследований вносят значимый вклад в разработку теоретических и технологических подходов к получению базовых масел высокого качества из тяжелых углеводородных ресурсов, включая ПБ. Анализ состава и свойств масляных фракций, полученных из мазута ПБ месторождения Карасаяз-Таспас, подтвердил возможность их использования в качестве сырья для производства промышленных и моторных масел.

Показана целесообразность комплексной переработки ПБ в условиях Казахстана для получения высококачественных промышленных и моторных масел. Это позволит снизить зависимость от импортных смазочных материалов, тем самым обеспечит формирование отечественной сырьевой базы и повысит энергетическую безопасность страны. Полученные результаты представляют научно-практическую основу для дальнейших исследований, направленных на оптимизацию процессов депарафинизации и гидроочистки, а также на повышение эксплуатационных характеристик базовых масел.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределен следующим образом: Аялбергенов Е.О. – интерпретация и систематизация результатов, написание рукописи; Туркпенбаева Б.Ж. – генерация идеи исследования и постановка задач; Ахметов А.Ф. – формирование идеи и редактирование рукописи.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сатенов К.Г., Калиманова Д.Ж., Мадиева Л.К., Нажетова А.А. Смазочные масла из нефти Республики Казахстан // Новые импульсы развития: вопросы научных исследований. Сборник статей IV Международной научно-практической конференции. 2020. Том 1. С. 25–32.
2. Закиева Р.Р., Петров С.М., Каюкова Г.П., Башкирцева Н.Ю. Получение базовых масел III группы качества по классификации API из тяжелого углеводородного сырья с применением гидрокаталитических процессов // Вестник Казанского технологического университета. 2014. №18. С. 209–212.
3. Аялбергенов Е.О. Технологии извлечения и переработки нефтешламовых пород месторождения Карасаяз-Таспас : дис. ...канд. техн. наук. Уфа, 2024. Режим доступа: www.dissercat.com/content/tekhnologii-izvlecheniya-i-pererabotki-neftebituminoznykh-porod-mestorozhdeniya-karasyaz-tas. Дата обращения: 12.06.2025.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. The greatest contribution is distributed as follows: Yerbolat O. Ayapbergenov – interpretation and systematization of results, manuscript writing; Bibigul Zh. Turkpenbayeva – development of the research idea and formulation of objectives; Arslan F. Akhmetov – conceptualization and manuscript editing.

4. Аяпбергенов Е.О., Ахметов А.Ф. Переработка нефтешламовой породы месторождения Карасыз-Таспас // Труды Академэнерго. 2019. №2. С. 25–37. doi: [10.34129/2070-4755-2019-55-2-25-37](https://doi.org/10.34129/2070-4755-2019-55-2-25-37).
5. Литвинцев Ю.И., Жаворонков Д.А. Производство базовых масел в России // Вестник АНГТУ. 2023. №17. С. 88–91. doi: [10.36629/2686-777X-2023-1-17-88-91](https://doi.org/10.36629/2686-777X-2023-1-17-88-91).
6. g-energy.org [интернет]. Часто задаваемые вопросы о смазочных материалах [дата обращения: 10.11.2024]. Доступ по ссылке: g-energy.org/attachment/editor/61/86/GPN_SM_G_Energy_voprosy.pdf?_id=1624511854.
7. Патент РФ на изобретение №2573573C1/ 20.01.16 Бюл. №2. Дезорцев С.В., Фамутдинов Р.Н., Колбин В.А., и др. Способ получения базовых компонентов высокоиндексных нефтяных масел. Режим доступа: patents.google.com/patent/RU2573573C1/ru. Дата обращения: 12.12.2014.
8. Фамутдинов Р.Н., Дезорцев С.В. Определение качества сырья для высокоиндексных масел из остатка гидрокрекинга // Башкирский химический журнал. 2013. Т. 20. № 4. С. 37–39.

REFERENCES

1. Satenov KG, Kalimanova DZ, Madiyeva LK, Nazhetova AA. Lubricants from Oil of The Republic of Kazakhstan. *Novyye impul'sy razvitiya: voprosy nauchnykh issledovaniy. Sbornik statey IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. 2020;1:25–32. (In Russ).
2. Zakiyeva RR, Petrov SM, Kayukova GP, Bashkirtseva NY. Polucheniye bazovykh masel III gruppy kachestva po klassifikatsii API iz tyazhelogo uglevodorodnogo syr'ya s primeneniym gidrokataliticheskikh protsessov. *Herald of Technological University*. 2014;18:209–212. (In Russ).
3. Ayapbergenov YO. *Tekhnologii izvlecheniya i pererabotki neftebituminoznykh porod mestorozhdeniya Karasyaz'-Taspas* [dissertation]. Ufa; 2024. Available from: www.dissercat.com/content/tekhnologii-izvlecheniya-i-pererabotki-neftebituminoznykh-porod-mestorozhdeniya-karasyaz-tas. (In Russ).
4. Ayapbergenov YO, Ahmetov AF. Processing of Karasyaz-Taspas Bitumen. *Transactions of Academenergo*. 2019;2:25–37. doi: [10.34129/2070-4755-2019-55-2-25-37](https://doi.org/10.34129/2070-4755-2019-55-2-25-37).
5. Litvincev YI, Zhavoronkov D. Production of Base Oils in Russia. *Bulletin of The Angarsk State Technical University*. 2023;17:88–91. doi: [10.36629/2686-777X-2023-1-17-88-91](https://doi.org/10.36629/2686-777X-2023-1-17-88-91). (In Russ).
6. g-energy.org [Internet]. Chasto zadavayemye voprosy o smazochnykh materialakh [cited 2024 Nov 10]. Available from: g-energy.org/attachment/editor/61/86/GPN_SM_G_Energy_voprosy.pdf?_id=1624511854. (In Russ).
7. Patent RUS 2573573C1/ 10.12.02. Byul. №2. Dezortsev SV, Famutdinov RN, Kolbin VA, et al. Sposob polucheniya bazovykh komponentov vysokoindexnykh neftyanykh masel. Available from: patents.google.com/patent/RU2573573C1/ru. (In Russ).
8. Famutdinov RN, Dezortsev SV. Determination of raw materials quality for high index oils from the hydrocracking residue. *Baskirskii Khimicheskii Zhurnal*. 2013;20(4):37–39. (In Russ).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Аяпбергенов Ерболат Озарбаевич

канд. техн. наук, профессор

ORCID [0000-0003-3133-222X](https://orcid.org/0000-0003-3133-222X)

e-mail: e.ayapbergenov@kmge.kz.

Туркпенбаева Бибигуль Жапаровна

докт. техн. наук, профессор

ORCID [0009-0008-3770-354X](https://orcid.org/0009-0008-3770-354X)

e-mail: b.turkpenbaeva@kmge.kz.

Ахметов Арслан Фаритович

докт. техн. наук, профессор

ORCID [0000-0003-0170-4774](https://orcid.org/0000-0003-0170-4774)

e-mail: tngrusoil@mail.ru.

AUTHORS' INFO

*Yerbolat O. Ayapbergenov

Cand. Sc. (Engineering), Professor

ORCID [0000-0003-3133-222X](https://orcid.org/0000-0003-3133-222X)

e-mail: e.ayapbergenov@kmge.kz.

Bibigul Zh. Turkpenbayeva

Doct. Sc. (Engineering), Professor

ORCID [0009-0008-3770-354X](https://orcid.org/0009-0008-3770-354X)

e-mail: b.turkpenbaeva@kmge.kz.

Arslan F. Akhmetov

Doct. Sc. (Engineering), Professor

ORCID [0000-0003-0170-4774](https://orcid.org/0000-0003-0170-4774)

e-mail: tngrusoil@mail.ru.

*Автор, ответственный за переписку/Corresponding Author