

УДК 665.521.5; <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2025-5.11>

<https://orcid.org/0000-0001-6121-1125>

<https://orcid.org/0000-0001-8764-6979>

<https://orcid.org/0000-0001-5323-0916>

ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОКАТАЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МАСЕЛ НА АТЫРАУСКОМ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ЗАВОДЕ



Н.А. КАРАБАСОВА¹,
докторант, магистр,
nagima@inbox.ru



Р.И. ХАЙРУДИНОВ²,
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник,
khayrudinov@inhp.ru



А.С. БУКАНОВА¹,
кандидат технических наук,
профессор,
bukanova66@mail.ru



Ф.Б. КАЙРЛИЕВА¹,
кандидат технических наук,
ассоциированный
профессор,
kairlieva.fazi@mail.ru

¹НАО «АТЫРАУСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НЕФТИ И ГАЗА ИМ. С. УТЕБАЕВА»
Республика Казахстан, 060027, г. Атырау, ул. М. Баймуханова, 45а

²АО «ИНСТИТУТ НЕФТЕХИМПЕРЕРАБОТКИ»
Республика Башкортостан, 450032, г. Уфа, ул. Инициативная, 12

Производство нефтяных базовых масел на мировом уровне сопровождается постоянным ужесточением требований к их качеству, охватывающих как технические, так и экологические аспекты.

В статье затронуты вопросы важности производства смазочных масел в Казахстане. Учитывая современный уровень экологических и потребительских свойств нефтепродуктов при производстве высококачественных масел, возникает необходимость в изучении гидрокаталитических процессов переработки нефтяного сырья.

Дана сравнительная характеристика процессов депарафинизации и каталитической гидродепарафинизации при переработке вакуумного газойля Атырауского нефтеперерабатывающего завода с целью получения смазочных масел. При депарафинизации вакуумного газойля получены масла с индексом вязкости 83-86 и температурой застывания минус 12°С. Технология каталитической гидродепарафинизации позволяет нам получать высококачественные специальные смазочные масла с индексом вязкости 136 и температурой застывания минус 21°С.

Проведенные исследования продемонстрировали, что данная переработка остаточного углеводородного сырья имеет двойное преимущество: она не только обеспечивает получение отличных базовых масел, но и генерирует до-полнительный объем светлых фракций. Это, в свою очередь, способствует расширению ассортимента выпускаемых нефтепродуктов и существенному углублению переработки нефти на предприятии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *глубокая переработка нефти, Атырауский нефтеперерабатывающий завод, мазут, вакуумный газойль, базовые масла, депарафинизация, каталитическая гидродепарафинизация, качественные характеристики, индекс вязкости масел, температура застывания масел.*

АТЫРАУ МҰНАЙ ӨҢДЕУ ЗАУЫТЫНДА МАЙЛАРДЫ ӨНДІРУ ҮШІН ГИДРОКАТАЛИТИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІ ҚОЛДАНУ

Н.А. КАРАБАСОВА¹, докторант, магистр, nagima@inbox.ru

Р.И. ХАЙРУДИНОВ², техника ғылымдарының кандидаты, аға ғылыми қызметкер,
khayrudinov@inhp.ru

А.С. БУКАНОВА¹, техника ғылымдарының кандидаты, профессор, bukanova66@mail.ru

Ф.Б. КАЙРЛИЕВА¹, техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор,
kairlieva.fazi@mail.ru

¹«САФИ ӨТЕБАЕВ АТЫНДАҒЫ АТЫРАУ МҰНАЙ ЖӘНЕ ГАЗ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ,
Қазақстан Республикасы, 060027, Атырау қ., М. Баймұханов көшесі, 45-а

²«МҰНАЙ-ХИМИЯЛЫҚ ӨҢДЕУ ИНСТИТУТЫ» АҚ
Башқұртстан Республикасы, 450032, Уфа қ., Инициативная көш., 12

Әлемдік деңгейде мұнай базалық майларын өндіру олардың сапасына қойылатын талаптардың, соның ішінде техникалық және экологиялық аспектілердің үздіксіз жоғарлауымен сипатталады.

Мақалада Қазақстанда майлау майларын өндіру қажеттігі мәселелері қарастырылған. Жоғары сапалы майларды өндіру кезінде мұнай өнімдерінің қазіргі экологиялық және тұтынушылық қасиеттерін ескере отырып, мұнай шикізатын гидрокаталитикалық өңдеу

процестерін зерттеудің маңызы туындайды. Вакуумдық газойлден Атырау мұнай өңдеу зауытында жоғары майлау майларды алуға парафинсіздендіру және каталитикалық гидропарафинсіздендіру процестерінің арқылы жолдары көрсетілген.

Вакуумдық газойлды парафинсіздендіру кезінде тұтқырлық индексі 83-86 және қатау температурасы минус 12°C болатын майлар алынды. каталитикалық парафинсіздендіру технологиясы бізге тұтқырлық индексі 136 және қату температурасы минус 21°C жоғары сапалы арнайы майлау майларын алуға мүмкіндік береді.

Жүргізілген зерттеулер көмірсутек шикізатының қалдықтарын қайта өңдеудің екі есе артықшылығы бар екенін көрсетті: ол тамаша базалық майларды алуды қамтамасыз етіп қана қоймай, сонымен қатар жеңіл фракциялардың қосымша көлемін тудырады. Бұл өз кезегінде өндірілетін мұнай өнімдерінің ассортиментін кеңейтуге және кәсіпорында мұнай өңдеуді едәуір тереңдетуге ықпал етеді.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: мұнайды терең өңдеу, мазут, Атырау мұнай өңдеу зауыты, вакуумдық газойл, базалық майлар, парафинсіздендіру, каталитикалық гидропарафинсіздендіру, сапалық сипаттамалар, тұтқырлық индексі, майлардың қату температурасы.

APPLICATION OF HYDROCATALYTIC PROCESSES FOR PRODUCING LUBRICANTS AT THE ATYRAU OIL REFINERY

N.A. KARABASSOVA¹, Doctoral student, Master's degree, nagima@inbox.ru

R.I. KHAIRUDINOV², Ph. Sci, Senior researcher, khayrudinov@inhp.ru

A.S. BUKANOVA¹, Ph. Sci, Professor, bukanova66@mail.ru

F.B. KAIRLIYEVA¹, Ph. Sci, Associate Professor, kairlieva.fazi@mail.ru

¹ATYRAU UNIVERSITY OF OIL AND GAS NAMED AFTER SAFI UTEBAEV

Republic Kazakhstan, 060027, Atyrau, Baimukhanov str. 45 a

²JSC "INSTITUTE OF PETROCHEMICAL REFINING"

Republic of Bashkortostan, 450032, Ufa, Initiative str., 12

The production of petroleum base oils at the global level is accompanied by constantly tightening quality requirements covering both technical and environmental aspects.

The article addresses the need for lubricant production in Kazakhstan. Given the current level of environmental and consumer properties of petroleum products in the production of high-quality oils, there is a need to study hydrocatalytic processes for processing crude oil. A comparative characteristic of the dewaxing and catalytic hydrodewaxing processes in the processing of vacuum gas oil from the Atyrau oil refinery with the aim of obtaining high-quality oils is given.

The dewaxing of vacuum gas oil produced oils with a viscosity index of 83-86 and a solidification temperature of minus 12 °C. The technology of catalytic hydrodeparaffination allows us to produce high-quality special lubricating oils with a viscosity index of 136 and a solidification temperature of minus 21 °C.

The conducted studies have demonstrated that this processing of residual hydro-carbon raw materials has a double advantage.: it not only provides excellent base oils, but also generates an additional volume of light fractions. This, in turn, contributes to the expansion of the range of petroleum products produced and a significant deepening of oil refining at the enterprise.

KEYWORDS: deep oil processing, Atyrau oil refinery, fuel oil, vacuum gas oil, base oils, dewaxing, catalytic hydrodewaxing, quality characteristics, oil viscosity index, oil pour point.

Введение. В настоящее время на мировом рынке происходит изменение качества нефтей, сокращается доля высококачественных малосернистых и возрастает доля тяжелых сернистых нефтей. В результате ухудшения сырьевой базы возникает дефицит масел, поэтому проведение исследований по получению нефтяных масел является важным и актуальным [1].

Нефтяные масла являются продуктом сырой нефти, включающим высокомолекулярные парафины, нафтены и ароматические соединения. Этот класс нефтепродуктов играет важную роль в эксплуатации двигателей машин и автомобилей, сводя к минимуму трение, уменьшая износ, защищая от коррозии, улучшая герметизацию и рассеивая тепло. Масла бывают минеральными, синтетическими, полусинтетическими и биоразлагаемыми. Минеральные масла получают при переработке сырой нефти и широко используются благодаря своей экономической эффективности и адекватным характеристикам. Синтетические масла разрабатываются из химических соединений и обеспечивают превосходные характеристики, в то время как полусинтетические масла получают путем смешивания минеральных и синтетических масел. Биоразлагаемые масла производятся из природных источников и являются экологически чистыми [2-3].

В условиях современного этапа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан одной из приоритетных задач выступает формирование и реализация технологических решений, ориентированных на переработку углеводородного сырья с учетом его качественного состава. Особую актуальность приобретает разработка и внедрение адаптированных к отечественной сырьевой базе технологий, обеспечивающих глубинную переработку тяжёлых, вязких и высокосернистых нефтей с целью получения не только моторных топлив, но и высококачественных минеральных масел.

Следует отметить, что действующие нефтеперерабатывающие заводы Казахстана функционируют преимущественно по топливному варианту, что обуславливает ограниченное использование потенциала углеводородного сырья. В частности, недооценивается содержательное разнообразие нефтей, включающее значительные объёмы масляных и парафиновых компонентов. Как следствие, наблюдается полная импортозависимость в сегменте смазочных материалов, сопровождаемая существенными валютными и логистическими издержками, что негативно отражается на технологической и экономической устойчивости нефтеперерабатывающей отрасли в целом.

Таким образом, научно обоснованная трансформация перерабатывающей инфраструктуры с переходом от преимущественно топливной модели к комплексной схеме извлечения и использования ценных фракций нефти представляет собой необходимое условие повышения глубины переработки, расширения внутреннего ассортимента нефтепродуктов и снижения зависимости от внешних поставок [4].

Республика Казахстан располагает исключительно ценными ресурсами для производства масел и парафинов, представленными нефтью Мангышлакской группы (Узеньское, Жетыбайское месторождения), Кумкольской нефтью, а также сырьём Эмбинского региона. Повышенная эффективность создания маслблока на базе переработки указанных нефтей обусловлена рядом ключевых факторов. В их числе следует выделить необходимость глубокой переработки углеводородного сырья в целях импортозамещения сырой нефти продуктами с высокой добавленной стоимостью, высокое содержание масляных и парафиновых фракций в исходной нефти, а также выраженный дефицит продукции маслблока на внутреннем рынке [5].

На сегодняшний день на территории Республики Казахстан отсутствует собственное производство смазочных масел, в результате чего весь объём потребля-

емой продукции импортируется, что сопряжено с существенными финансовыми затратами на ее приобретение и транспортировку[4].

По имеющимся оценкам, ежегодная потребность внутреннего рынка в смазочных материалах составляет порядка 600 тыс. т. в год и демонстрирует устойчивую тенденцию к росту в связи с развитием транспортной инфраструктуры, увеличением числа энергетических объектов и расширением промышленного сектора страны [3]. Рост потребности в моторных топливах и смазочных материалах в сочетании с наличием в республике уникального по составу углеводородного сырья обуславливает необходимость развития процессов глубокой переработки[6].

Работающие в Казахстане компании «HILL Corporation LLP» (Шымкент), Семипалатинский завод масел, (Семей), ТОО «Эвоойл Казахстан» (Павлодар), «LUKOIL Lubricants Central Asia LLP» (Алматы), построившие заводы по компаундированию товарных смазочных масел, по сути являются производственно-логистическими комплексами.

В Российской Федерации 96,5 % базовых масел из общего объема их производства получают преимущественно методами экстракционной очистки вакуумных дистиллятов и депарафинизации рафинатов селективными растворителями. При этом лишь около половины предприятий оснащены завершающей стадией гидроочистки на стационарном каталитическом слое в установках типа Г-24[7-10].

Мировая тенденция в развитии технологий производства базовых масел направлена на использование процессов глубокой гидроконверсии серосодержащих соединений, таких как гидроочистка, гидрокрекинг, гидродепарафинизация[11-12].

Материалы и методы исследования

Для изучения возможности применения современных гидрокаталитических процессов для получения смазочных масел на Атырауском нефтеперерабатывающем заводе нами был исследован мазут, отобранный на установке ЭЛОУ-АГ-2 (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели качества мазута

№ п/п	Наименование показателя	Значение
1	Плотность при 20 °С, кг/м ³	897,3
2	Содержание серы, % масс.	0,406
3	Коксуемость, % масс.	5,7
4	Групповой химический состав, % масс.:	
	- парафино-нафтеновые углеводороды	64,3
	- легкие ароматические углеводороды	8,0
	- средние ароматические углеводороды	3,2
	- тяжелые ароматические углеводороды	10,7
	- смолы	10,0
	- асфальтены	3,8

Из этой таблицы видно, что серы в мазуте содержится в количестве 0,406%, коксуемость составляет 5,7%. С помощью хроматографа "Градиент-М" был определен групповой компонентный состав исследуемого мазута.

Исследуемый образец мазута был подвергнут перегонке для получения дополнительного количества светлых фракций, результаты опытов приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Выходы продуктов фракционирования мазута

№ п/п	Наименование показателя	Выход, % масс.
1	Дизельная фракция (225 – 360 °С)	11,3
2	Вакуумный газойль I (360 – 420 °С)	14,7
3	Вакуумный газойль II (420 – 480 °С)	21,6
4	Гудрон (>480 °С)	52,4

Из полученных результатов видно, что при фракционировании мазута можно получить дополнительное количество дизельной фракции, выкипающей в интервале 225-360°С, в количестве 11,3%, вакуумного газойля, выкипающего при температуре 360-480 °С, 36,3 % и гудрона отгоняется 52,4%.

Таблица 3 – Характеристика дизельной фракции

№ п/п	Наименование показателя	Значение
1	Плотность при 20 °С, кг/м ³	835,2
2	Содержание серы, % масс.	0,163
3	Вязкость при 20 °С, сСт	7,9
4	Температура застывания, °С	7
5	Фракционный состав, % об.	
	- начало кипения, °С	225
	- 10 % выкипает при °С	261
	- 30 % выкипает при °С	284
	- 50 % выкипает при °С	304
	- 70 % выкипает при °С	321
	- 90 % выкипает при °С	347
	- конец кипения, °С	361

Анализ вакуумных газойлей (таблица 4) показал, что все они содержат много парафино-нафтеновых углеводородов, которые, как правило, обладают хорошими вязкостно-температурными свойствами.

Таблица 4 – Характеристика вакуумных газойлей

№ п/п	Наименование показателей	Образцы		
		ВГ-1	ВГ-2	ВГ-1+ВГ-2
1	Плотность при 20 °С, кг/м ³	855,2	875,1	866,6
2	Содержание серы, % масс.	0,241	0,282	0,261
3	Вязкость, сСт			
	- при 50 °С	12,02	не течет	19,08
	- при 100 °С	3,58	7,63	5,27
4	Температура застывания, °С	35	44	42
5	Групповой химический состав, % масс.:			
	- парафино-нафтеновые углеводороды	84,3	78,2	82,3
	- легкие ароматические углеводороды	3,5	6,2	3,8
	- средние ароматические углеводороды	4,1	3,5	4,3
	- тяжелые ароматические углеводороды	4,9	7,1	5,9
	- смолы	3,2	5,0	3,7
	- асфальтены	0	0	0

Результаты и обсуждение

Депарафинизация является неотъемлемой частью нефтяной промышленности, позволяет контролировать не только температуру застывания, но и термическую стойкость, а также вязкость – ключевой параметр для смазочных масел [13]. На втором этапе исследований были проведены эксперименты по депарафинизации вакуумных газойлей с целью оценки качества получаемых базовых масел. Для этого были выбраны вакуумные газойли, полученные из мазута АНПЗ. Опыты проводили при температуре фильтрации равной минус 27°C, кратность разбавления растворителем (смесь толуола и МЭК) газойля составляла 4:1 на стадии кристаллизации и 1,5:1 на стадии промывки [14-15]. Результаты опытов сведены в таблицу 5.

Таблица 5 – Выходы продуктов депарафинизации и характеристика масел, выделенных из вакуумного газойля, выкипающего в пределах 350-500°C

Показатели	Значение
1. Выходы, %	
-депарафинированного масла	70
-гача	30
Качественная характеристика масел	
Вязкость масла:	
- при 100 °С, сСт	6,0 – 6,2
- при 40 °С, сСт	42 – 43
Индекс вязкости	83 – 86.
Температура застывания, °С	минус 12
Качество гача	
Температура плавления, °С	48 – 52
Содержание остаточного масла, %	20 – 22

Депарафинизация вакуумного газойля ТОО АНПЗ дает депарафинизированные масла со средними значениями индекса вязкости 83-86.

В общей технологической схеме производства базовых масел гидрогенизационные процессы, как правило, заменяют селективную очистку, они не требуют соответствующей предварительной подготовки сырья.

В следующей серии экспериментов были проведены опыты по каталитической гидродепарафинизации вакуумного газойля, результаты которых приведены в таблице 6.

Результаты анализа продуктов каталитической гидродепарафинизации вакуумного газойля показывают, что выходы масляного дистиллята составило 79,5 %, причем при более жестких условиях гидродепарафинизации было получено депарафинированное масло с более улучшенными показателями по индексу вязкости и температуре застывания.

Таблица 6 – Результаты проведения процесса каталитической гидродепарафинизации

Показатели	Значение
Выходы, %	
-- газ	3,5
- легкие фракции (до 360 °С)	17,0
- легкое масло	30,0
- целевое масло	49,5
Качественная характеристика легкого масла	
Вязкость масла:	
- при 100 °С, сСт	2,1
- при 40 °С, сСт	6,9
Индекс вязкости	101
Температура застывания, °С	минус 46
Качественная характеристика целевого масла	
Вязкость масла:	
- при 100 °С, сСт	4,5
- при 40 °С, сСт	18,5
Индекс вязкости	136
Температура застывания, °С	минус 21

Закключение и выводы

Исключение процессов физического разделения позволяет избежать получения малоценных побочных продуктов, например, концентратов тяжелых ароматических углеводородов и смол. Все побочные продукты гидрогенизационных процессов масляного направления находят квалифицированное применение. Высокий выход масел и качество основных и побочных продуктов обеспечивают экономическую эффективность этих процессов.

Таким образом, получение специальных смазочных масел по схеме с использованием технологии каталитической гидродепарафинизации позволяет нам получить высокоиндексные масла (ИВ=136). В целом результаты опытов по депарафинизации и каталитической гидродепарафинизации вакуумного газойля, получаемого на Атырауском НПЗ, свидетельствуют о том, что такая переработка остаточного углеводородного сырья, помимо отличных базовых масел, позволяет получить дополнительное количество светлых фракций, тем самым расширить ассортимент нефтепродуктов на заводе, и существенно углубить переработку нефти по предприятию в целом. 

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Alisyah Putri Desvi Takahasi, Dieni Mansur, Wegik Dwi Prasetyo, Sabar Pangihutan Simanundkalit, Wido Lesar Ignasius Purba, Wahyu Anggo Rizal, Ariyanti Sarwono, Yelita Anggiane Iskandar. Optimization of liquid fuel production from co-pyrolysis of oil palm fronds and expanded polystyrene using response surface methodology.//Case Studies in Chemical and Environmental Engineering. – 2025. – V. 11, P. 1-9, <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2024.101074>

- 2 Md Rahatul Islam Sazzad, Md Mizanur Rahman, Tafsilul Hassan, Abdullah Al Rifat, Abdullah Al Mamun, Abidur Rahman Adib, Redoy Masum Meraz, Minhaz Ahmed. Advancing sustainable lubricating oil management: Re-refining techniques, market insights, innovative enhancements, and conversion to fuel.//Heliyon. – 2024/ - V. 10. P. 1-37, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39248>
- 3 Аялбергенов Е.О, Туркпенбаева Б.Ж., Ахметов А.Ф., Туркменбаева М.Б, Аккенжеева А.Ш., Бусурманова А.Ч., Шакирова А.К. Перспективы и комплексные технологии переработки нефтебитуминозных пород Казахстана.//Горение и плазмохимия 23 (2025) с. 193-203 [https://doi.org/10.18321/cpc23\(2\)193-203](https://doi.org/10.18321/cpc23(2)193-203) [Ayarbergenov E.O, Turkpenbaeva B.ZH., Akhmetov A.F., Turkmenbaeva M.B, Akkenzhee-va A.SH., Busurmanova A.CH., Shakirova A.K. Perspektivy i kompleksnyye tekhnologii pererabotki neftebituminoznykh porod Kazakhstana.//Gorenie i plazmokhimiya 23 (2025) s. 193-203 [https://doi.org/10.18321/cpc23\(2\)193-203](https://doi.org/10.18321/cpc23(2)193-203)].
- 4 Аялбергенов Е.О., Туркпенаева Б.Ж., Ахметов А.Ф. Перспективы получения базовых масел из нефтебитуминозных пород месторождения Карасязь-Таспас.//Вестник нефтегазовой отрасли Казахстана. Том 7, №3(2025) с 82-92. DOI:10.54859/kjogi108891 [Ayarbergenov E.O., Turkpenaeva B.ZH., Akhmetov A.F. Perspektivy polucheniya bazovykh masel iz neftebituminoznykh porod mestorozhdeniya Karasyaz'-Taspas.//Vestnik neftegazovoy otrasli Kazakhstana. Tom 7, №3(2025) s 82-92. DOI:10.54859/kjogi108891].
- 5 Оразова Г.А., Буканова А.С. Технология производства минеральных масел из нефтей Казахстана. – Алматы: «Эверо», 2008 г. 198 с. [Orazova G.A., Bukanova A.S. Tekhnologiya proizvodstva mineral'nykh masel iz neftej Kazakhstana. – Almaty: «Eh-vero», 2008 g. 198 s.].
- 6 Сериков Т.П., Оразова Г.А., Буканова А.С., Хайрудинов И.Р. Получение нефтяных масел из нефтей месторождений Кумколь и Мангистау. Нефть и газ №2, 2006 г., 93-97 с. [Serikov T.P., Orazova G.A., Bukanova A.S., Khajrudinov I.R. Poluchenie neftyanykh masel iz neftej mestorozhdenij Kumkol' i Mangistau. Neft' i gaz №2, 2006 g., 93-97 s.].
- 7 Багдасаров Л.Н., Михайлов Э.Р. Обзор современных работ в области производства смазочных материалов. Sciences of Europe. № 69, 2021 г., 3-18 с. [Bagdasarov L.N., Mikhajlov E.H.R. Obzor sovremennykh rabot v oblasti proizvodstva smazochnykh materialov. Sciences of Europe. № 69, 2021 g., 3-18 s.].
- 8 Гусакова Ж.Ю. Гидрооблагораживание масляных фракций с использованием каталитической гидродепарафинизации и гидроочистки. Автореферат кандидатской диссертации, 2007 г. [Gusakova ZH.YU. Gidrooblagorazhivanie maslyanykh frakcij s ispol'zovaniem kataliticheskoj gidrodeparafinizacii i gidroochistki. Avtoreferat kandidatskoj dissertacii, 2007 g.].
- 9 Шейкина М.А. Разработка и внедрение технологии производства основы масла для компрессоров высокого давления. Автореферат кандидатской диссертации, 2016 г. [Shejkina M.A. Razrabotka i vnedrenie tekhnologii proizvodstva osnovy masla dlya kompressorov vysokogo davleniya. Avtoreferat kandidatskoj dissertacii, 2016 g.].
- 10 Грачев С.Д. Современное производство минеральных масел в России// Молодой ученый: матер. междунар. научно-практической конф. Пенза, Россия, 2024. – С. 25-28 с. Пенза. [Grachev S.D. Sovremennoe proizvodstvo mineral'nykh masel v Rossii// Mo-lodoj uchenyj: mater. mezhdunar. nauchno-prakticheskoy konf. Penza, Rossiya, 2024. – S. 25-28 s. Penza].
- 11 Классен И.А., Абдильдина К.М., Закиров Ж.Е. Эволюция и роль процесса депарафинизации в нефтепереработке. Нефть и газ №6, 2022 г. 84-90 с. [Klassen I.A., Abdil'dina K.M., Zakirov ZH.E. Ehvoljuciya i rol' processa depara-finizacii v neftepererabotke. Neft' i gaz №6, 2022 g. 84-90 s.].

- 12 Turkasova G.I., Vagin A.I., Yerofeyev V.I. Investigation of the catalytic hydrodeparaffinization of diesel fractions of vacuum gas oil on zeolite catalysts//Petroleum Chemistry.-1990 -V.30, n.4.- P. 251-254. [https://doi.org/10.1016/0031-6458\(90\)90042-E](https://doi.org/10.1016/0031-6458(90)90042-E)
- 13 Нетупская А.С., Мостовская М.Е., Подгорбунская Т.А. Технология получения моторных масел//Молодежный вестник ИРГТУ №4, 2021 г. 47-53 с.[Netupskaya A.S., Mostovskaya M.E., Podgorbunskaya T.A. Tekhnologiya polucheniya mo-tornykh masel//Molodezhnyj vestnik IRGTU №4, 2021 g. 47-53 s.].
- 14 Справочник нефтепереработчика под редакцией Ластовкина Г.А., Радченко Е.Д., Рудина М.Г. Издательство Химия, 1986 г. с. 232-240.[Spravochnik neftepererabotchika pod redakciej Lastovkina G.A., Radchenko E.D., Rudina M.G. Izdatel'stvo Khimiya, 1986 g. s. 232-240].
- 15 Рудин М.Г., Сомов В.Е., Фомин А.С. Краткий справочник нефтепереработчика. Москва: ЦНИИТЭнефтехим. 2004 г. 336 с. [Rudin M.G., Somov V.E., Fomin A.S. Kratkij spravochnik neftepererabotchika. Moskva: CNIITEhneftekhim. 2004 g. 336 s.].