МРНТИ 61.51.35 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.3.28-848**

ПОЛУЧЕНИЕ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОМПОЗИЦИОННОЙ ДЕПРЕССОРНОЙ ПРИСАДКИ

[1]А.Р. Бегимова, [1]Ж.К. Надирова✉, [2]А.А. Сулейманов, [1]М.К. Жантасов, [3]Ж.У. Икласова

[1]Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан,
[2]Азербайджанский Государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан,
[3]Атырауский университет нефти и газа им. С. Утебаева, Атырау, Казахстан
✉*Корреспондент-автор: zhanna.nadirova@inbox.ru*

Основной целью работы является исследование влияние композиционной депрессорной присадки на свойства высокопарафинистой нефти месторождения Коныс, в частности, на её температуру потери текучести и кинематическую вязкость. Задачи исследования включают сравнение депрессорной активности композиционной депрессорной присадки с исходными присадками на основе малеинового ангидрида и этаноламина, а также бутилового эфира и линолевой кислоты с точки зрения влияния на температуру потери текучести и кинематическую вязкость. Установлено депрессорное действие продуктов синтеза, определено синергетическое действие компонентов в составе реагента по отношению к парафинистой нефти.

Результаты исследований показали, что применение присадок на основе малеинового ангидрида и этаноламина, а также бутилового эфира и линолевой кислоты значительно улучшает текучесть нефти. Температура застывания нефти снижается, что позволяет транспортировать нефть при более низких температурах. Были проведены сопоставительные результаты использования различных присадок органического происхождения в сопоставлении с композиционной депрессорной присадкой с точки зрения эффективности снижения температуры застывания и вязкости нефти. Полученные результаты подчеркивают потенциал использования разработанной нами добавки для улучшения реологических свойств нефти.

Ключевые слова: парафинистая нефть, температура застывания, депрессия, присадки, малеиновый ангидрид, этаноламин, бутиловый эфир, линолевая кислота, температура потери текучести, кинематическая вязкость.

КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ ДЕПРЕССОРЛЫҚ ҚОСПАНЫ АЛУ ЖӘНЕ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ

[1]А.Р. Бегимова, [1]Ж.К. Надирова✉, [2]А.А. Сулейманов, [1]М.К. Жантасов, [3]Ж.У. Икласова

[1]М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан,
[2]Әзірбайжан мемлекеттік мұнай және өнеркәсіп университеті, Баку, Әзірбайжан,
[3]С. Утебаев атындағы Атырау мұнай және газ университеті, Атырау, Казахстан,
e-mail: zhanna.nadirova@inbox.ru

Жұмыстың негізгі мақсаты - композициялық депрессорлық қоспаның Коныс кен орындағы жоғары парафинді мұнайының қасиеттеріне, атап айтқанда оның сұйықтықты жоғалту температурасына және кинематикалық тұтқырлығына әсерін зерттеу. Зерттеудің міндеттеріне композициялық депрессорлық қоспаның депрессорлық белсенділігін малеин ангидриді мен этаноламинге негізделген бастапқы қоспалармен, сондай-ақ бутил эфирі мен линол қышқылымен сұйықтықтың жоғалу температурасына және кинематикалық тұтқырлыққа әсер ету тұрғысынан салыстыру кіреді. Синтез өнімдерінің депрессорлық әсері, сонымен қатар парафинді мұнайға қатысты реагент құрамындағы компоненттердің синергетикалық әсері анықталды.

Зерттеу нәтижелері малеин ангидриді мен этаноламин негізіндегі қоспаларды, сондай-ақ бутил эфирі мен линол қышқылын қолдану мұнай ағынын айтарлықтай жақсартатынын көрсетті. Мұнайдың қатаю температурасы мен ағымдағы төмендету тиімділігі тұрғысынан композициялық депрессорлық қоспамен салыстыра отырып, әртүрлі органикалық қоспаларды қолданудың салыстырма-

лы нәтижелері жүргізілді. Алынған нәтижелерге сәйкес мұнайдың реологиялық қасиеттерін жақсарту үшін біз әзірлеген қоспаны пайдалану әлеуетін көрсетеді.

Түйін сөздер: парафинді мұнай, қатаю температурасы, депрессия, қоспалар, малеин ангидриді, этаноламин, бутил эфирі, линол қышқылы, ағымдағы сұйықтықтың жоғалу температурасы, кинематикалық тұтқырлық.

PREPARATION AND COMPARATIVE ANALYSIS OF A COMPOSITE DEPRESSOR ADDITIVE

[1]A.R. Begimova, [1]Zh.K. Nadirova✉, [2]A.A. Suleymanov, [1]M.K. Zhantasov, [3]Zh.U. Iklasova

[1]M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan,
[2]Azerbaijan State University of Petroleum and Industry, Baku, Azerbaijan,
[3]S.Utebayev Atyrau University of Oil and Gas, Atyrau, Kazakhstan,
e-mail: zhanna.nadirova@inbox.ru

The main purpose of this work is to study the effect of a composite depressant additive on the properties of high-paraffin oil from the Konys field, in particular, on its flow loss temperature and kinematic viscosity. The objectives of the study include comparing the depressive activity of the composite depressor additive with the initial additives based on maleic anhydride and ethanolamine, as well as butyl ether and linoleic acid in terms of the effect on the temperature of yield loss and kinematic viscosity. The depressive effect of the synthesis products has been established, and the synergistic effect of the components in the reagent composition in relation to paraffin oil has been determined. The research results have shown that the use of additives based on maleic anhydride and ethanolamine, as well as butyl ether and linoleic acid, significantly improves oil fluidity. The solidification temperature of the oil is reduced, which allows oil to be transported at lower temperatures.

Comparative results of using various additives of organic origin in comparison with a composite depressant additive were carried out in terms of the effectiveness of reducing the pour point and viscosity of oil. The results obtained highlight the potential of using the additive we have developed to improve the rheological properties of oil.

Keywords: paraffin oil, pour point, depression, additives, maleic anhydride, ethanolamine, butyl ether, linoleic acid, loss temperature, kinematic viscosity.

Введение. Транспортировка нефти представляет собой одну из ключевых задач нефтяной промышленности Казахстана, особенно учитывая уникальные свойства нефти, добываемой в регионе [1]. Нефть, извлекаемая из месторождений Кзылординского региона, отличается высокой вязкостью, парафинистостью и склонностью к образованию эмульсий. Эти особенности создают значительные технические и экономические проблемы при транспортировке нефти по трубопроводам. Одной из наиболее серьезных проблем при транспортировке нефти в Казахстане является образование парафиновых отложений в трубопроводах. Парафиновые отложения могут блокировать трубопроводы, вызывая значительные перепады давления и увеличивая затраты на транспортировку [2-4]. В некоторых случаях блокировки требуют значительных затрат на ремонт трубопроводов, что дополнительно увеличивает общие эксплуатационные расходы [5].

Для предотвращения блокировок и поддержания текучести нефти вдоль трубопроводов устанавливаются нагревательные станции. Например, на магистральном трубопроводе от насосной станции «Джумагалиева» на юг к Павлодару нагревательные станции расположены вдоль всей длины трубы. Эти станции поддерживают температуру нефти на уровне, подходящем для транспортировки в зимний период [6]. Однако проблема заключается в том, что казахстанская нефть может быть настолько вязкой, что её температура застывания может достигать +30 °C [7]. Это означает, что нагревательные станции долж-

ны работать круглогодично, что влечет за собой значительные энергетические затраты для нефтетранспортных компаний [8]. В зимнее время года, когда температуры в Центральном Казахстане могут достигать -10 °С и ниже, транспортировка нефти без систем отопления становится практически невозможной. Нефтепроводы проложены глубоко под землей, где отрицательные температуры могут сохраняться гораздо дольше, и парафиновые отложения быстро накапливаются и затвердевают.

В результате, дополнительное оборудование и методы для обеспечения текучести нефти становятся жизненно необходимыми. Кроме того, на многих месторождениях период нефтеотдачи некоторых скважин составляет 2–10 суток [9]. Таким образом, перевозка нефти и нефтяных смесей в холодное время года без присадок экономически нецелесообразна. Резюмируя вышесказанное, можно сделать вывод, что исследователи уделяют большое внимание проблеме, снижения высокой вязкости и парафинистости казахстанской нефти, особенно в холодное время года. В частности, до сих пор не решены вопросы, связанные с ликвидацией парафиновых отложений в трубопроводах, что может привести к блокировке и увеличению затрат на транспортировку.

Это предопределяет необходимость использования нагревательных станций для поддержания круглогодичной текучести нефти, что влечет за собой значительные энергетические затраты. Актуальность исследований заключается в поиске решений для этой проблемы, в частности, в исследовании влияния композиционной депрессорной присадки (КДП) на свойства (температура потери текучести и кинематическая вязкость) нефти.

Материалы и методы. Для синтеза КДП использовали следующие реагенты: линолевая кислота, малеиновый ангидрид; этаноламин; бутиловый спирт.

Указанные выше реагенты для получения присадок были приобретены по коммерческой цене у следующих поставщиков: линолевая кислота (ТОО «Мембран», Казахстан); малеиновый ангидрид (ТОО «Лаборфарма», Казахстан); этаноламин (ТОО «Лаборфарма», Казахстан), бутиловый спирт для получения эфира (ТОО «Мембран», Казахстан).

Получение присадки на основе малеинового ангидрида и моноэтаноламина (МАЭ) осуществляли путем радикальной сополимеризации малеинового ангидрида и этаноламина в молярном соотношении 1:1, так как именно это соотношение обеспечивает эффективное взаимодействие между карбоксильной группой малеинового ангидрида и аминогруппой этаноламина. В качестве инициатора радикальной полимеризации использовали дибензоилпероксид. Реакцию проводили при температуре 90 ^{o}С, время реакции составляло 8 часов. После завершения реакции остатки инициатора отфильтровывали, а растворитель упаривали до выделения целевого продукта. После завершения реакции продукт очищали от катализатора и непрореагировавших веществ путем дистилляции.

Получение присадки БЭЛК (бутиловый эфирлинолевой кислоты) осуществляли путем реакции этерификации линолевой кислоты с бутиловым спиртом с в соотношении 1:1. Эта реакция конденсации, при которой выделяется вода. Для ускорения реакции этерификации использовали кислотный катализатор, в частности, серную кислоту. Реакцию проводили при повышенной температуре 140 ^{O}С и давлении 0,7-0,8 МПа.

Получение КДП осуществляли путем синтеза МАЭ и БЭЛК при температуре 137-142 ^{O}С и давлении 0,7-0,8 МПа в соотношении 1:1. В лабораторных условиях синтез проводили в реакторе высокого давления из нержавеющей стали, который снабжен магнитной мешалкой, контактным термометром и обратным холодильником.

Методологию процесса и аппаратурное оформление для определения физико-химических свойств нефти, таких как вязкость, текучесть и других, проводили в соответствии со СТ РК 1347-2024 [9].

Достоверность полученных результатов обеспечена использованием современных методов анализа, математической обработкой результа-

тов, лабораторными испытаниями. Контрольно-измерительные приборы, которые использовались для регистрации параметров технологических процессов, прошли текущий метрологический контроль.

Результаты и обсуждение. Для сравнительной оценки депрессорной активности полученной КДП и отдельно составляющих ее присадок (МАЭ и БЭЛК) использовали высокопарафинистую нефть месторождения Коныс (таблица 1).

Таблица 1 - Физико-химические показатели качества нефти месторождения Коныс

Показатель	Единица измерения	Значение
Плотность	кг/м3	833
Содержание парафинов	%	11,5
Содержание смол	%	0,69
Содержание асфальтенов	%	0,19
Содержание воды	%	7,5
Содержание хлоридов	мг/л	18
Содержание механических примесей	%	0,002

Таблица 2 - Депрессорная активность присадок в нефти месторождения Коныс

Вид пробы	Концентрация присадки, %	Температура потери текучести, °С	Кинематическая вязкость при 20°С, мм^2/с
Исходная нефть	0	10	18,1
	термообработка до 60^{0}С	7	16,4
МАЭ	0,01	-5	12,7
	0,02	-8	10,8
	0,03	-10	8,7
БЭЛК	0,01	-5	13,4
	0,02	-7	12,1
	0,03	-8	9,6
КДП	0,01	-9	10,1
	0,02	-10	8,4
	0,03	-13	6,8

Анализируя данные, приведенные в таблице 1, можно прийти к выводу, что нефть месторождения Коныс относится к легким нефтям с низким содержанием смол и асфальтенов, но с заметной долей парафинов, что может влиять на ее стабильность и свойства при транспортировке и переработке.

Результаты по определению реологических свойств нефти в присутствии потенциальных депрессорных присадок приведены в таблице 2.

Данные таблицы 2 показывают, что значения показателей температуры потери текучести и

кинематической вязкости для КДП выше, чем для присадок МАЭ и БЭЛК. При этом для всех видов присадок оптимальной является концентрация присадки 0,03 %, дальнейшее ее увеличение незначительно влияет на реологические свойства, в связи с чем экономически не целесообразно. Физико-химические показатели нефти, такие как вязкость, текучесть и другие определяли по Наилучшие показатели изменения депрессии для КДП составляют с 10 до -13 ^{O}C, при этом вязкость понизилась с 18,1 до 6,8 мм^2/с. В случае добавления присадки МАЭ температура потери текучести опустилась до -10 ^{0}C, а кинематическая вязкость уменьшилась до 8,7 мм^2/с. Для присадки БЭЛК лучший показатель температуры потери текучести составил -8 ^{0}C, а вязкость уменьшилась до 9,6 мм^2/с.

Далее нами были проведены сопоставительные результаты использования различных присадок органического происхождения (таблица 3) в сопоставлении с присадкой КДП, с точки зрения эффективности снижения температуры застывания и вязкости нефти.

Таблица 3 - Сравнительный анализ присадки КДП и коммерческих реагентов

Добавка	Снижение температуры застывания, %	Снижение вязкости, %	Литературный источник
Гексилолеат-со-гексадецилмалеимид-со-алкилолеат	27	86,5	[10]
Три-триэтаноламина диолеат	54	90	[11]
Сополимер поли (бензиолеата-янтарного ангидрида)	75	56,3	[12]
Масло каучуковых семян	82,5	60,5	[13]
Масло семян ятрофы	86,3	64,6	
Касторовое масло семян	83,8	64,2	
Триэтаноламин	75,0	45,9	
Поли(метилметакрилат) с оксидом графена	77,8	82,2	[14]
Этиленвинилацетат с SiO2	100	95,5	
Поли(2-этилгексилакрилат) с оксидом графена	50,0	99,2	
Сополимер этилена и винилового спирта с оксидом графена	62,5	99,5	
КДП	230,0	62,4	Наше исследование

Добавка три-триэтаноламина диолеат снижает вязкость на 90% и температуру застывания на 54%, что делает её одной из самых эффективных по обоим параметрам. Масло семян ятрофы и касторовое масло семян также показывают высокую эффективность, снижая температуру застывания на 86,3% и 83,8% соответственно, и вязкость на 64,6% и 64,2%. Сополимер поли (бензиолеата-янтарного ангидрида) и триэтаноламин также являются эффективными, но уступают по снижению вязкости. Поли(метилметакрилат) с оксидом графена снизил температуру застывания на 77,8% и вязкость на 82,2%, показывая высокую эффектив-

ность по обоим параметрам. Этиленвинилацетат с SiO_2 продемонстрировал снижение температуры застывания более чем на 100% и вязкости на 95,5%, что делает его достаточно эффективной добавкой. Поли(2-этилгексилакрилат) с оксидом графена показал снижение температуры застывания на 50% и вязкости на 99,2%, что подчеркивает его высокую эффективность в снижении вязкости. Сополимер этилена и винилового спирта с оксидом графена продемонстрировал снижение температуры застывания на 62,5% и вязкости на 99,5%, что делает его одним из наиболее эффективных по снижению вязкости. Разработанная нами присадка КДП имеет наиболее значительное снижение температуры застывания (230%), однако её эффективность по снижению вязкости (62,4%) уступает по сравнению с органическими добавками. Эти результаты подчеркивают потенциал использования разработанной нами добавки для улучшения реологических свойств нефти.

Выводы. Установлено депрессорное действие продуктов синтеза и определение синергетического действия компонентов в составе композиционной присадки по отношению к парафинистой нефти. Установлены зависимости состава и выхода получаемых депрессорных присадок от условий синтеза при реализации химических реакций смеси жирных кислот с бутиловым спиртом (этерификация) эфиров, жирных кислот (линолевой) с малеиновым ангидридом и моноэтаноламином. Результаты исследований показали, что применение присадок на основе малеинового ангидрида и этаноламина, а также бутилового эфира и линолевой кислоты значительно улучшает текучесть нефти. Сравнительный анализ полученной композиционной депрессорной присадки и коммерческих реагентов показал ее высокую эффективность по снижению вязкости нефти. Поскольку в условиях Казахстана трубопроводный транспорт играет стратегически важную роль, обеспечивая связь между месторождениями и перерабатывающими предприятиями, запуск собственного производства депрессорных присадок и композиционных реагентов позволит снизить зависимость отечественных предприятий, от ввоза импортной продукции.

Финансирование. *Данные исследования были выполнены при поддержке Комитета науки МНВО РК, Программа BR24992809.*

Литература

1. Chala G.T., Sulaiman S.A., Japper-Jaafar A. Flow start-up and transportation of waxy crude oil in pipelines-A review//Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics.-2018.-Vol.251.-P.69-87. DOI 10.1016/j.jnnfm.2017.11.008

2. Nadirov K.S., Zhantasov M.K., Marenov B.T., Bombetova G.Zh. et al. Obtaining High-Paraffin-Content Oil Depressants//Chemical Engineering and Technology.-2021.-Vol.44(2).-P.310-317. DOI 10.1002/ceat.202000366

3. Zhang F., Ouyang J., Feng X., Zhang H., Xu L.Paraffin deposition mechanism and paraffin inhibition technology for high-carbon paraffin crude oil from the Kazakhstan PK oilfield// Petroleum Science and Technology.-2014.-Vol.32 (4).-P.488-496. DOI 10.1080/10916466.2011.596883

4. Mun G.A., Bekbassov T., Beksultanov Z., Yermukhametova B.B., Azhgaliyev B., Azhgaliyev N., Dergunov S.A. Modified graft copolymers based on ethylene vinyl acetate as depressants for waxy crude oil and their effect on the rheological properties of oil//Journal of Petroleum Science and Engineering.-2022.-Vol.213:110298. DOI 10.1016/j.petrol.2022.110298

5. El-Dalatony M.M., Jeon B-H., Salama El-S., Eraky M., Kim W.B., Wang J., Jihoon W., Ahn T. Occurrence and characterization of paraffin wax formed in developing wells and pipelines// Energies.-2019.-Vol.12 (6): 967. DOI 10.3390/en12060967

6. Li W., Li H., Da H., Hu K., Zhang Y., Teng L. Influence of pour point depressants (PDDs) on wax deposition: A study on wax deposit characteristics and pipeline pigging//Fuel Processing Technology.-2021.-Vol.217: 106817. DOI 10.1016/j.fuproc.2021.106817

7. Kozhabekov S.S., Zhubanov A.A., Toktarbay Zh. Study the rheological properties of waxy oil with modified pour point depressants for the South Turgai oil Field in Kazakhstan//Oil and Gas Science and Technology.-2019.-Vol.74: 28. DOI 10.2516/ogst/2019004

8. Rehan M., Nizami A-S., Taylan O., Al-Sasi B.O., Demirbas A. (2016). Determination of wax content in crude oil//Petroleum Science and Technology.-2016.-Vol.34(9).- P.799-804. DOI 10.1080/10916466.2016.1169287.

9. СТ РК 1347-2024. Нефть. Общие технические условия. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=36721756.- Дата обращения: 12.01.2025

10. Лебедев Н. Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. - М.: Химия, 1988. - 588с. ISBN 5-7245-0008-6

11. Дьячкова Т.П., Орехов В.С., Брянкин К.В., Субочева М.Ю. Химическая технология органических веществ: учебное пособие.- Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. - Ч.2. - 100с. ISBN 978-5-8265-0649-3

12. Хамдамов М.Б. Исследование возможности совершенствования технологии производства жирных кислот из хлопковых соапстоков // Research and education, 2022.- №1(2).-С.385-388.

13. Гост межгосударственный iso/ts стандарт 17764-1-2015. URL https://meganorm.ru/Data2/1/4293758/4293758904.pdf.- Дата обращения: 12.01.2025

14. Акаева Т.К., Петрова С.Н. Основы химии и технологии получения и переработки жиров. Ч.1. Технология получения растительных масел: Учеб. пособие/ ГОУВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т; Иваново, 2007. - 124 с. ISBN 5- 9616- 0179-Х

References

1. Chala G.T., Sulaiman S.A., Japper-Jaafar A. Flow start-up and transportation of waxy crude oil in pipelines-A review//Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics.-2018.-Vol.251.-P.69-87. DOI 10.1016/j.jnnfm.2017.11.008

2. Nadirov K.S., Zhantasov M.K., Marenov B.T., Bombetova G.Zh. et al. Obtaining High-Paraffin-Content Oil Depressants//Chemical Engineering and Technology.-2021.-Vol.44(2).-P.310-317. DOI 10.1002/ceat.202000366

3. Zhang F., Ouyang J., Feng X., Zhang H., Xu L.Paraffin deposition mechanism and paraffin inhibition technology for high-carbon paraffin crude oil from the Kazakhstan PK oilfield// Petroleum Science and Technology.-2014.-Vol.32 (4).-P.488-496. DOI 10.1080/10916466.2011.596883

4. Mun G.A., Bekbassov T., Beksultanov Z., Yermukhametova B.B., Azhgaliyev B., Azhgaliyev N., Dergunov S.A. Modified graft copolymers based on ethylene vinyl acetate as depressants for waxy crude oil and their effect on the rheological properties of oil//Journal of Petroleum Science and Engineering.-2022.-Vol.213:110298. DOI 10.1016/j.petrol.2022.110298

5. El-Dalatony M.M., Jeon B-H., Salama El-S., Eraky M., Kim W.B., Wang J., Jihoon W., Ahn T. Occurrence and characterization of paraffin wax formed in developing wells and pipelines// Energies.-2019.-Vol.12 (6): 967. DOI 10.3390/en12060967

6. Li W., Li H., Da H., Hu K., Zhang Y., Teng L. Influence of pour point depressants (PDDs) on wax

deposition: A study on wax deposit characteristics and pipeline pigging//Fuel Processing Technology.-2021.-Vol.217: 106817. DOI 10.1016/j.fuproc.2021.106817

7. Kozhabekov S.S., Zhubanov A.A., Toktarbay Zh. Study the rheological properties of waxy oil with modified pour point depressants for the South Turgai oil Field in Kazakhstan//Oil and Gas Science and Technology.-2019.-Vol.74: 28. DOI 10.2516/ogst/2019004

8. Rehan M., Nizami A-S., Taylan O., Al-Sasi B.O., Demirbas A. (2016). Determination of wax content in crude oil//Petroleum Science and Technology.-2016.-Vol.34(9).- P.799-804. DOI 10.1080/10916466.2016.1169287

9. ST RK 1347-2024. Neft'. Obshhie tehnicheskie uslovija. URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=36721756. - Data obrashhenija: 12.01.2025. [in Russian]

10. Lebedev N. N. Himija i tehnologija osnovnogo organicheskogo i neftehimicheskogo sinteza. - M.: Himija, 1988. - 588s. ISBN 5-7245-0008-6. [in Russian]

11. D' jachkova T.P., Orehov V.S., Brjankin K.V., Subocheva M.Ju. Himicheskaja tehnologija organicheskih veshhestv: uchebnoe posobie.- Tambov: Izd-vo Tamb. gos. tehn. un-ta, 2008. - Ch.2. - 100s. ISBN 978-5-8265-0649-3. [in Russian]

12. Hamdamov M.B. Issledovanie vozmozhnosti sovershenstvovanija tehnologii proizvodstva zhirnyh kislot iz hlopkovyh soapstokov // Research and education, 2022.- №1(2).-S.385-388. [in Russian]

13. Gost mezhgosudarstvennyj iso/ts standart 17764-1-2015. URL https://meganorm.ru.- Data obrashhenija:12.01.2025. [in Russian]

14. Akaeva T.K., Petrova S.N. Osnovy himii i tehnologii poluchenija i pererabotki zhirov. Ch.1. Tehnologija poluchenija rastitel' nyh masel: Ucheb. posobie/ GOUVPO Ivan. gos. him.-tehnol. un-t; Ivanovo, 2007. - 124 s. ISBN 5- 9616- 0179-H. [in Russian]

Сведения об авторах

Бегимова А.Р. - PhD докторант, Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент,Казахстан, e-mail: as_86_ar@mail.ru;

Надирова Ж.К. - кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан,e-mail: zhanna.nadirova@inbox.ru;

Сулейманов А.А. - доктор технических наук, профессор, Азербайджанский Государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан, petrotech@asoiu.az;

Жантасов М.К. - кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой, Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан, e-mail: manapjan_80@mail.ru;

Икласова Ж.У. - кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Атырауский университет нефти и газа им. С. Утебаева, Атырау, Казахстан, e-mail: janna_ua@mail.ru.

Information about the authors

Begimova A.R.-PhD doctoral, M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan,e-mail: as_86_ar@mail.ru;

Nadirova Zh.K. - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, zhanna.nadirova@inbox.ru;

Suleymanov A.A. - Doctor of Technical Sciences, Professor, [2]Azerbaijan State University of Petroleum and Industry, Baku, Azerbaijan, petrotech@asoiu.az;

Zhantasov M.K. - Candidate of Technical Sciences, Professor, Head of the Department. M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: manapjan_80@mail.ru;

Iklasova Zh.U. - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, S. Utebayev Atyrau University of Oil and Gas, Atyrau, Kazakhstan, e-mail: janna_ua@mail.ru.