

**АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА**

*На правах рукописи*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИОННО-ЖИДКОСТНОЙ  
ЭКСТРАКЦИОННОЙ ДЕАРОМАТИЗАЦИИ И  
ОБЕССЕРИВАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДИСТИЛЛЯТА**

Специальность: 3321.01– Технология переработки нефти, газа и  
каменного угля

Отрасль науки: Химия

Соискатель: **Сабина Ариф кызы Сеидова**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

диссертации на соискание ученой степени  
доктора философии

**Баку – 2020**

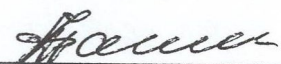
Работа выполнена в лаборатории «Полифункциональные мономеры и олигомеры» Института Нефтехимических Процессов им. академика Ю.Г.Мамедалиева Национальной Академии Наук Азербайджана

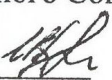
Научные руководители: - д.х.н., профессор  
**Минавер Джафар кызы Ибрагимова**  
- д.т.н., доцент  
**Сейяра Гулам кызы Алиева**

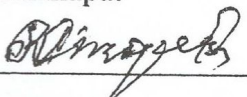
Официальные оппоненты: - д.х.н., профессор  
**Парвин Шамхал кызы Мамедова**  
- д.х.н., профессор  
**Ибрагим Гариб оглы Мамедов**  
- д.х.н., доцент  
**Ряван Абдуллатиф оглы Рагимов**

Диссертационный Совет ЕД1.16 Высшей Аттестационной Комиссии при Президенте Азербайджанской Республики действующий на базе Института Нефтехимических Процессов им. академика Ю.Г.Мамедалиева Национальной Академии Наук Азербайджана

Председатель д.х.н., академик  
Диссертационного Совета: **Вагиф Меджид оглы Фарзалиев**

  
Ученый секретарь д.х.н., профессор  
Диссертационного Совета: **Минавер Джафар кызы Ибрагимова**

  
Председатель научного д.х.н., профессор  
семинара: **Чингиз Гняз оглы Расулов**



## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Одной из глобальных проблем, стоящих перед человечеством в XXI веке является охрана окружающей среды. В связи с этим создание экологически «чистых» производств органического синтеза, а также нефтепереработки, отвечающих требованиям «зеленой химии» имеет актуальное значение.

Развитие нефтеперерабатывающей промышленности, что является стратегической задачей отечественной экономики, определяется как ростом глубины переработки нефти, так и увеличением объема и качественных показателей выпускаемых товарных нефтепродуктов.

Среди всех видов нефтепродуктов моторные топлива, в частности дизельное топливо занимает особое место, так как без топлива для дизельных двигателей нельзя представить существующий рост объема автопарков – грузовых, железнодорожных транспортов, сельскохозяйственной техники и, следовательно, с увеличением производства нефтепродуктов наблюдается и рост производства дизельного топлива, как во всем мире, так и у нас в республике. В 2018 году в Азербайджане было произведено 1 миллион 956,3 тысячи тонн дизельного топлива<sup>1</sup>. Согласно данным статистики в январе-феврале 2019 года производство нефтепродуктов в республике по сравнению с аналогичным периодом прошлого года увеличилось на 0,2 % и составляло 461,136 млн тонн, в том числе дизельного топлива на 3,4% (339,4 тысяч тонн)<sup>2</sup>.

С ростом употребления дизельного топлива одновременно наблюдается ужесточение требований к ее качеству. Особое внимание уделяется содержанию в составе топлива серосодержащих соединений, ароматических, в частности полициклических ароматических углеводородов, что связано с токсичностью продуктов их сгорания, а также показателем

---

<sup>1</sup>Azərbaycan Energetikası: (statistik məcmuə) / tərt.ed. V.Məmmədov – Bakı: 9 №-li kiçik müəssə, – 2018. – 160 s.

<sup>2</sup>URL: <http://interfax.az/view/760611>

цетанового числа топлива.

Известные методы повышения качества дизельных топлив основываются в основном на гидрогенизационных, адсорбционных и окислительных процессах, а также на экстракционных методах очистки. Гидрогенизационные методы очистки требуют применение дорогих катализаторов, большого расхода водорода, жестких условий осуществления процесса – высокой температуры и давления. Адсорбционные и окислительные методы очистки дизельного топлива эффективны лишь для очистки малосернистых дизельных фракций. Экстракционные методы очистки отличаются возможностью осуществления процесса при невысоких температурных условиях и атмосферном давлении. Однако, практически все применяемые в процессах жидкостной экстракции избирательные растворители – фенол, фурфурол, сульфонал, N-метилпирролидон, морфолин и т.д. характеризуются токсичностью, коррозионной активностью, высокой растворяющей способностью и относительно низкой избирательностью, что диктует необходимость разработки методов жидкостной экстракции с подбором более эффективных, экологичных растворителей.

В этом аспекте представляет интерес разработки процессов очистки дизельных дистиллятов с применением экологически более безопасных растворителей, чему и посвящена представленная диссертационная работа.

**Цель работы.** Целью настоящей диссертационной работы является разработка условий получения качественного дизельного топлива, отвечающего требованиям европейского стандарта ионно-жидкостной экстракционной очисткой дизельных дистиллятов различного состава, в частности прямогонной фракции дизельного дистиллята, вырабатываемого на Бакинском нефтеперерабатывающем заводе им. Г. Алиева, гидроочищенного дизельного дистиллята, а также смеси дизельных фракций, полученных компаундированием прямогонного дизельного дистиллята с продуктами вторичной переработки нефти – легким газойлем коксования или легким

газойлем каталитического крекинга. Для достижения поставленной цели исследована экстракционная очистка вышеуказанных дизельных фракций с использованием в качестве избирательного растворителя ионных жидкостей на основе уксусной и муравьиной кислот. В частности:

- исследованы условия деароматизации и обессеривания прямогонного дизельного дистиллята и его узких фракций;
- исследованы условия облагораживания дизельного дистиллята после гидроочистки;
- исследован процесс деароматизации и обессеривания дизельной фракции, полученной компаундированием дизельного дистиллята с легким газойлем коксования или легким газойлем каталитического крекинга при объемном соотношении компонентов 70:30 соответственно;
- произведены технико-экономические расчеты для установления преимущества ионно-жидкостной экстракционной очистки.

**Методы исследования.** Достоверность полученных результатов определяется применением в проводимых исследованиях современных методов анализа: ИК-, УФ-, люминесцентной и хромато-масс спектроскопий, а также гостерируемых методов анализа дизельной фракции.

**В данной работе защищаются следующие положения:**

- влияния условий ионно-жидкостной экстракционной очистки
- температуры, соотношения сырья к экстрагенту и продолжительности контакта компонентов на выход и качество очищенного дизельного топлива;
- влияния природы ионно-жидкостного экстрагента, т.е. катионно-анионной комбинации на эффективность процесса экстракционной очистки топлива;
- влияние фракционного состава дизельного дистиллята на степень извлечения нежелательных компонентов при ионно-жидкостной экстракционной очистке;
- результаты исследований ионно-жидкостной экстракционной очистки прямогонного дизельного дистиллята с вовлечением продуктов вторичной переработки нефти;

– обоснование выбора оптимального состава ионно-жидкостного экстрагента для процесса очистки эффективной дизельной фракции.

**Научная новизна работы.** Впервые осуществлен процесс экстракционной очистки дизельных фракций с использованием в качестве избирательного растворителя ионно-жидкостного состава - экологичного, дружественного к окружающей среде растворителя. Показана эффективность и целесообразность ионно-жидкостной экстракционной очистки.

Разработаны условия практически полной деароматизации и снижения содержания серосодержащих соединений до 130 ppm методом ионно-жидкостной экстракционной очистки гидроочищенной дизельной фракции с пределом выкипания 185-364°C, полученной с Бакинского нефтеперерабатывающего завода им. Г. Алиева.

Разработаны условия ионно-жидкостной экстракционной очистки прямогонной дизельной фракции с пределом выкипания 191-350°C с получением дизельного топлива, обладающего цетоновым числом 51 против 45 исходного сырья.

Экстракционной очисткой фракций с пределами кипения 191-250°C; 250-300°C и 300-345°C, выделенных перегонкой прямогонной дизельной фракции на установке Энглера показана возможность и целесообразность облагораживания дизельного дистиллята с использованием в качестве избирательного растворителя ионной жидкости – N- метилпирролидонацетата.

Предложена ионно-жидкостная экстракционная очистка фракций с пределами выкипания 191-300°C и выше 300°C, выделенных перегонкой прямогонной дизельной фракции и отличающихся содержанием ароматических углеводородов и серосодержащих соединений. Компаундированием рафинатов, полученных ионно-жидкостной экстракционной очисткой вышеуказанных узких фракций обеспечивается получение экологически чистого топлива, содержащего 3% масс ароматических соединений и 348 ppm сернистых соединений.

Предложены условия ионно-жидкостной экстракционной очистки смеси прямогонного дизельного дистиллята и

продуктов вторичной переработки нефти, обеспечивающей получение дизельного топлива, соответствующего требованиям европейского стандарта.

### **Практическая ценность работы.**

- предлагаемый способ ионно-жидкостной экстракционной очистки дизельной фракции обеспечивает возможность получения дизельного топлива улучшенного качества экологически чистым методом;
- установлена эффективность комбинированного метода ионно-жидкостной экстракционной очистки гидроочищенного дизельного дистиллята для получения практически полностью деароматизированного дизельного топлива;
- технико-экономическим расчетным методом установлена ежегодная прибыль в объеме 52 млн AZN для процесса экстракционной очистки смеси прямогонной дизельной фракции и легкого газойля коксования- продукта вторичной переработки нефти ионной жидкостью, синтезированной на основе уксусной кислоты и N-метилпирролидона;
- практическая значимость выполненных исследований определяется также возможностью неоднократного повторного использования ионной жидкости после регенерации.

Как видно, полученные результаты могут быть использованы для создания экологически чистого процесса экстракционной очистки нефтяных фракций различного назначения.

**Апробация работы:** Основные результаты диссертационной работы были представлены на международных и республиканских конференциях: International conference on thermophysical and mechanical properties of advanced materials (Cesme-Izmir, 2014); Республиканская научно-практическая конференция, посвященная 100-летию академика С.Д.Мехтиева (Баку, 2014); Müasir biologiya və kimyanın aktual problemləri elmi-praktik konfrans (Gəncə, 2015); “XXI əsrdə ekologiya və torpaqsü-nəslıq elmlərin aktual problemləri” IV Respublika elmi konfransı (Bakı, 2015); XII Международная научно-практическая конференция «Advances in Science and Technology» (Москва, 2018); Международная научно-практическая конференция «Ин-

новативные перспективы развития нефтепереработки и нефтехимии», посвященная 110-летию академика В.С.Алиева (Баку, 2018); Akademik Murtuza Nağıyevin 110 illik yubileyinə həsr olunmuş “Nağıyev qiraətləri” Beynəlxalq konfransı (Bakı, 2018); Beynəlxalq elmi konfrans “Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri” (Gəncə, 2018); Dedicated to the 96<sup>th</sup> Anniversary of the National leader of Azerbaijan, Heydar Aliyev «III International scientific conference of young researchers» (Baku, 2019); Ümum-millî Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 96-cı ildönümünə həsr olunmuş doktorant, magistrant və gənc tətqiqatçıların «Kimyanın Aktual Problemləri» XIII Beynəlxalq Elmi Konfrans (Bakı, 2019); Международная научная конференция «Актуальные проблемы современной химии», посвященная 90-летию ИНХП имени академика Ю.Г.Мамедалиева (Баку, 2019); Kimya texnologiyası və mühəndisliyinin innovativ inkişaf perspektivləri Beynəlxalq elmi konfrans (Sumqayıt, 2019); Radiation and chemical safety problems «Internation Scientific-Practical» Conference (Baku, 2019).

**Место проведения диссертационной работы.** Исследования, представленные в данной диссертации выполнены согласно программе научно-исследовательских работ ИНХП НАНА 16/2016, 2016-2019 гг. (Государственный регистрационный № 0106Az00017).

**Опубликованные труды по диссертационной работе.** По результатам диссертационной работы опубликованы 28 научных трудов, из них 14 научных статей в республиканских и международных журналах, 14 тезисов докладов.

**Личный вклад соискателя.** Соискатель являлся ответственным исполнителем всех этапов работ, связанных с постановкой задач, проведением экспериментальных исследований, анализом полученных результатов, а также оформлением публикаций и диссертации.

**Структура и объем диссертации.** Работа изложена на 163 страницах компьютерного текста и состоит из введения – 7 стр., из четырех глав: литературный обзор – 30 стр., методика проведения эксперимента – 14 стр., обсуждение результатов (3 и 4 главы) – 74 стр., выводы – 2 стр., список использованной



литературы, состоящий из 272 библиографических наименований – 32 стр. Диссертация включает 32 таблиц и 25 рисунков. Объем диссертационной работы – 175290 символов (без таблиц, рисунков и списка литературы).

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследований, научная новизна, практическая значимость работы.

В первой главе – представлен литературный обзор методов, применяемых для получения дизельного топлива улучшенного качества, а также использования ионных жидкостей в процессах извлечения нежелательных компонентов из состава топлив, в частности дизельного топлива экстракционной очисткой.

Вторая глава - посвящена описанию основных физико-химических характеристик сырья - дизельных дистиллятов, а также ионных жидкостей, используемых в качестве экстрагента. Приведены результаты определения критической температуры растворения смеси прямогонной дизельной фракции и легкого газойля коксования в исследуемых экстрагентах.

Третья глава - посвящена определению оптимальных условий ионно-жидкостной экстракционной очистки гидроочищенной дизельной фракции, а также результатам исследований облагораживания прямогонной дизельной фракции и его узких фракций ионно-жидкостными составами на основе муравьиной и уксусной кислот. Приведены результаты ИК- и УФ- спектральных анализов дизельных фракций и полученных на их основе рафинатов.

Четвертая глава - посвящена результатам экстракционной очистки смеси прямогонной дизельной фракции и продуктов вторичной переработки нефти с использованием в качестве экстрагента ионной жидкости N-метилпирролидонацетата. Приведена технико-экономическая оценка экстракционной очистки смеси прямогонной дизельной фракции с легким газойлем коксования.

В выводах представлены основные результаты проведенных работ.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

С целью улучшения экологической обстановки в последнее время одной из основных задач, стоящих перед нефтеперерабатывающей промышленностью является производство качественного дизельного топлива. Применение экстракционных методов очистки дизельной фракции с использованием в качестве экстрагента ионных жидкостей – растворителей, подчиняющихся принципам «зеленой химии», считается перспективным путем решения этой задачи [1,25]. В процессе экстракционной очистки дизельных дистиллятов различного фракционного состава в качестве избирательного растворителя использованы ионные жидкости (ИЖ), отличающиеся катионно-анионной комбинацией, в частности N-метилпирролидонформиат, N-метилпирролидонацетат и морфолинформиат. Указанные ионные жидкости синтезированы по известной методике, взаимодействием эквимольного количества компонентов при температуре 50-60°C и времени контакта 2-3 часа. Методами ИК- и ЯМР спектрального анализа подтверждена структура синтезированных ионных жидкостей и определены основные физико-химические свойства [4,6].

В проводимых исследованиях изучено влияние различных факторов, в частности, как условий проведения процесса ионно-жидкостной экстракционной очистки (температуры, соотношения и времени контакта компонентов), так и фракционного состава используемых в качестве сырья дизельных дистиллятов, а также анионно-катионной комбинации ионных жидкостей на эффективность процесса экстракции. Установлено, что выход и качество рафината зависят от всех вышеуказанных параметров [5,7,9,13,14,17,27].

### **Ионно-жидкостная экстракционная очистка гидроочищенной дизельной фракции**

Экстракционная очистка гидроочищенной дизельной фракции (ГДФ) с температурой кипения 185-364 °С, содержащая 16% масс ароматических и 311 ppm серосодержащих соединений осуществлена с применением в качестве экстрагента

ионных жидкостей, синтезированных на основе уксусной кислоты и N-метилпирролидона (ИЖ-1), муравьиной кислоты и N-метилпирролидона (ИЖ-2), а также муравьиной кислоты и морфолина (ИЖ-3).

Оптимальное условие экстракционной очистки ГДФ определено исследованием влияния температуры, соотношения экстрагента – ИЖ-1 к сырью и времени контакта компонентов (табл. 1). Процесс экстракционной очистки осуществлен как в одну стадию, так и поэтапно [3,8,9,10,12,15].

**Таблица 1**  
**Зависимость выхода и показателей дизельного топлива от условий селективной очистки гидроочищенной дизельной фракции N-метилпирролидонацетатной ионной жидкостью**

№	Соотношение ИЖ : ГДФ	Температура, °С	Время контакта, ч	Выход рафината, % масс	Степень деароматизации, % масс	Степень обессеривания, % масс	$d_{20}^{40}$ , кг/м <sup>3</sup>	$n_D^{20}$	Кинематическая вязкость, при 20°С, мм <sup>2</sup> /с	Цетановое число
1	1:1	60	3	88,80	62,5	59,9	838	1,4659	5,35	49
2	2:1	60	3	81,34	75,0	54,7	832	1,4634	5,53	51
3	3:1	60	3	73,20	75,0	50,9	829	1,4615	5,8	52
4	1:1	20-25	3	89,00	56,2	53,1	836	1,4639	5,23	50
5	2:1	20-25	3	82,00	81,2	56,6	832	1,4633	5,40	51
6	2:1	20-25	1	80,50	100	58,2	831	1,4616	5,40	52
7	2:1	20-25	0,5	79,60	100	51,5	832	1,4615	5,34	51
8	Поэтапно									
	1,5:1	60	1,5	80	-	-	-	-	-	-
	1,5:1	-	1,5	70,4	75,0	59,2	832	1,4634	5,38	51

Показано, что при одностадийной экстракционной очистке ГДФ в условиях трехкратного избытка ионно-жидкостного экстрагента, при температуре 60°С и времени контакта компонентов 3 часа по сравнению с осуществлением процесса в аналогичных условиях, поэтапно, в частности в две стадии выход рафината относительно высокий и составляет 73,2% масс против 70,4% масс. В указанных условиях с уменьшением количества ионной жидкости по отношению к сырью,

наилучший результат достигнут при двукратном избытке экстрагента к сырью. Полученный в этих условиях рафинат, характеризуется относительно высоким выходом (81,34% масс). При соотношении ИЖ:ГДФ равных 2:1 с уменьшением температуры экстракции от 60°C до 20-25°C и времени контакта компонентов с 3 часов до часа увеличивается степень обессеривания (58%) и достигается практически полная деароматизация дизельного дистиллята (ГОСТ 6994-74). При этом выход рафината составляет 80,5% масс, остаточное содержание серосодержащих 130 ppm (ASTM D- 4294).

Таким образом, дизельное топливо после ионно-жидкостной экстракционной очистки по ряду показателей – цетановому числу, плотности, кинематической вязкости отвечает требованиям стандарта Евро-5, по содержанию серы в два раза превосходит стандарт Евро-3.

При определенных оптимальных условиях осуществлена экстракционная очистка ГДФ с использованием в качестве избирательного растворителя ИЖ-2 и ИЖ-3. При этом наблюдалась сравнительно низкая степень деароматизации сырья, в частности в случае применения ИЖ-2 степень деароматизации составляла 62,5% масс, в случае ИЖ-3 всего 25% масс (табл. 2).

Групповой углеводородный состав исходного дизельного дистиллята и рафината, полученного экстракционной очисткой с ИЖ-1 исследован с использованием методов ИК- и УФ-спектральных анализов.

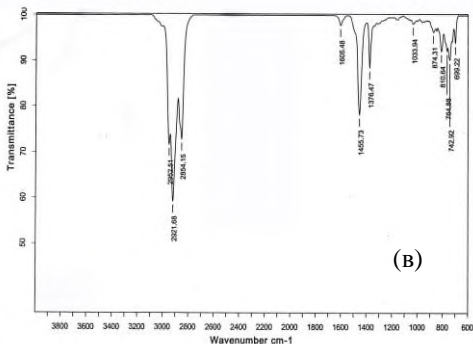
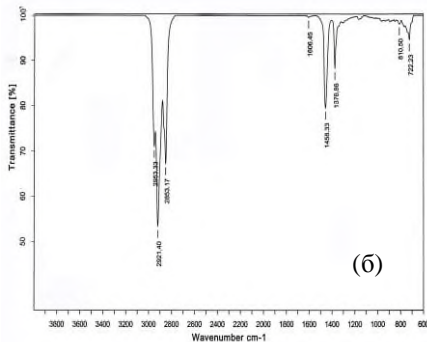
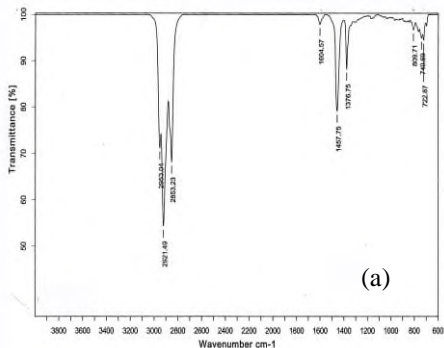
В ИК- спектрах ГДФ и рафината наблюдаются идентичные полосы поглощения. Однако в рафинате наблюдается снижение интенсивности полосы поглощения в области  $1605\text{см}^{-1}$ , характеризующая С-С связи замещенного бензольного кольца. В ИК-спектре экстракта, наоборот, наблюдается рост интенсивности вышеуказанной полосы поглощения, что подтверждает избирательную очистку ГДФ (рис.1) [19].

По результатам УФ- спектрального анализа остаточное содержание ароматических углеводородов в рафинате составляет 0,62% масс против 18,82% масс в исходном. Степень

деароматизации составляет 96,8% масс (табл.3) [26].

**Таблица 2**  
**Зависимость эффективности процесса экстракционной очистки гидроочищенной дизельной фракции от состава ионно-жидкостного экстрагента**

Ионная жидкость	Соотношение ИЖ : ГДФ	Температура, °С	Время контакта, ч	Выход рафината, % масс	Содержание ароматических углеводородов в рафинате, % масс	Содержание серы в рафинате, ppm	$d_{4}^{20}$ , кг/м <sup>3</sup>	$n_D^{20}$	Климатическая вязкость при 20 °С, мм <sup>2</sup> /с	Цетановое число
ИЖ-1	2:1	20-25	1	80,5	0	130	831	1,46160	5,40	52
ИЖ-2	2:1	20-25	1	83,0	6	114	832	1,4618	5,51	51
ИЖ-3	2:1	20-25	1	92,5	12	161	833	1,4663	5,47	51



**Рисунок 1. ИК-спектры ГДФ (а), а также рафината (б) и экстракта (в), полученного ионно-жидкостной экстракционной очисткой ГДФ**

**Таблица 3**

**Результаты УФ- спектрального анализа гидроочищенной дизельной фракции и рафината, полученного ионно-жидкостной экстракцией**

Образцы	Молекулярная масса образцов	Концентрация ароматических углеводородов, % масс				
		Производные бензола	Нафталины	Фенантроны	Антрацены	Сумма аром. углев.
Сырьё ГДФ	208	8,54	6,37	3,46	0,45	18,82
Очищенный ИЖ	192	0,47	0,15	—	—	0,62

**Экстракционное облагораживание прямогонного дизельного дистиллята и его узких фракций с использованием в качестве избирательного растворителя ионных жидкостей.**

Исследована также ионно-жидкостная экстракционная очистка прямогонной дизельной фракции (ПДФ) с температурой кипения 191-350°C, содержащая 12% масс ароматических и 983 ppm серосодержащих соединений с использованием в качестве экстрагента ИЖ-1 и ИЖ-3 [2,13,16,17,18,22].

При двухэтапной экстракционной очистке ПДФ при температуре экстракции 20-25°C и времени контакта компонентов один час с использованием на каждом этапе равного массового количества ИЖ-3 по отношению к сырью, остаточное содержание ароматических углеводородов в полученном рафинате составляло 5% масс, серосодержащих соединений 483 ppm (выход рафината 87,5% масс) против 4% масс и 470 ppm (выход рафината 84,08% масс) соответственно в случае экстракционной очистки указанного состава дистиллята с ИЖ-1. Полученные результаты указывали на практически одинаковую экстрагирующую способность ИЖ-3 и ИЖ-1 в процессе экстракционной очистки ПДФ.

В аналогичных условиях исследована экстракционная очистка узких фракций дизельного дистиллята с пределом температур кипения 191-300°C (содержание ароматических углеводородов 10% масс, серосодержащих соединений 828 ppm) и выше 300°C (содержание ароматических углеводородов 16% масс,

серосодержащих соединений 1535 ppm), полученного перегонкой ПДФ на установке Энглера с ИЖ-1. Дизельное топливо, полученное компаундированием рафинатов на основе выделенных фракций после двухэтапной ионно-жидкостной экстракционной очистки, характеризовалось относительно низким содержанием ароматических углеводородов - 3% масс и серосодержащих соединений - 348 ppm [27].

Таким образом, полученное дизельное топливо по содержанию сернистых и ароматических соединений соответствует европейскому классу.

### **Ионно-жидкостная экстракционная очистка смеси прямогонного дизельного дистиллята с продуктами вторичного происхождения**

С целью расширения сырьевой базы наблюдается тенденция вовлечения продуктов вторичной переработки в цикл производства дизельного топлива. С учетом этого, исследована экстракционная очистка смеси ПДФ с продуктами вторичной переработки нефти – легким газойлем коксования (ЛГК) или легким газойлем каталитического крекинга (ЛГКК) при объемном соотношении компонентов 70:30 соответственно [20]. В качестве экстрагента для очистки смесового сырья использована ионная жидкость на основе уксусной кислоты и N-метилпирролидона. При экстракционной очистке смеси ПДФ и ЛГК, содержащей 16% ароматических и 1265 ppm серосодержащих соединений исследовано влияние различных факторов на выход и качество полученного рафината (табл. 4) [22,23].

Установлено, что с увеличением количества ионно-жидкостного экстрагента по отношению к сырью степень деароматизации и обессеривания увеличивается. Так, рафинат, полученный в результате осуществления процесса экстракционной очистки при температуре 20-25°C, времени контакта 1 час обработкой сырья двукратным избытком экстрагента характеризуется остаточным содержанием ароматических углеводородов 6% масс при выходе 76,57% масс в расчете на сырье. Содержание серосодержащих соединений в

полученном рафинате снижается до 364 ppm. С увеличением времени контакта компонентов до 2 часов наблюдается лишь некоторый рост степени обессеривания (остаточное содержание серосодержащих 362 ppm). С увеличением количества ионно-жидкостного экстрагента по отношению к дизельному дистилляту до 3 раз, содержание ароматических углеводородов снижается до 5% масс и степень деароматизации составляет 68,75% масс, степень обессеривания 72,88% масс при остаточном содержании сернистых соединений в рафинате 343 ppm. Однако при этом наблюдается снижение выхода рафината (71,6% масс), что говорит о снижении избирательности ионно-жидкостного состава с ростом его количества по отношению к сырью. С повышением температуры экстракции до 60°C практическое изменение степени деароматизации и обессеривания сырья не наблюдалось.

При поэтапной очистке смеси ПДФ с ЛГК с использованием на каждом этапе равного количества экстрагента по отношению к сырью, при температуре экстракции 20-25°C и времени контакта компонентов 1 час на каждой стадии остаточное содержание ароматики в составе рафината после первой стадии очистки составляет 10% масс против 16% масс в исходном. После второй стадии селективной очистки количество ароматики в составе рафината снижается до 8% масс, т.е. степень извлечения ароматических углеводородов составляет 50% масс. Однако при этом степень обессеривания выше и составляет 74,3% (остаточное содержание серосодержащих 325 ppm), что говорит о более глубокой сероочистке при осуществлении процесса постадийно. Выход рафината при этом составляет 75,6% масс на сырье.

Основываясь на полученные результаты, постадийная экстракционная очистка смеси дизельного дистиллята (ДД) указанного состава осуществлена с использованием на первой стадии двукратного избытка экстрагента, а на второй стадии лишь равного количества экстрагента. При этом, как видно из таблицы 4, уже на первой стадии достигается высокая степень облагораживания сырья и наблюдается относительно глубокая



деароматизация с остаточным содержанием ароматических углеводородов в рафинате 6% масс. После второй стадии очистки остаточное содержание ароматики в рафинате составляет 5% масс, серосодержащих 285 ppm при выходе рафината 72,3% масс на сырье.

Таким образом, установлено, что при ионно-жидкостной экстракции смеси ПДФ и ЛГК двукратным избытком экстрагента при температуре 20-25°C и времени контакта компонентов 1 час достигается достаточно высокая степень облагораживания сырья с получением дизельного топлива, отвечающего требованиям европейского стандарта.

В найденных оптимальных условиях осуществлена экстракционная очистка смеси дизельного дистиллята на основе ПДФ и ЛГКК, содержащей 29% масс ароматики и 1132 ppm серосодержащих соединений. Показано, что при избирательной очистке сырья двукратным избытком ИЖ при температуре 20-25°C и времени контакта 1 час степень деароматизации составляет 79,3% при остаточном содержании ароматики 6%, а степень десульфирования составляет 72,4% при содержании серосодержащих 313 ppm. Цетановое число очищенного дистиллята увеличивается с 23 до 50 пунктов при выходе 62,34% масс.

Полученные результаты показали, что с увеличением концентрации ароматических углеводородов в исходном сырье наблюдается увеличение степени их удаления в одних и тех же условиях ионно-жидкостной экстракционной очистки.

С учетом того, что синтез указанного ионно-жидкостного состава осуществлен с использованием в качестве аминного компонента N-метилпирролидона, который в свою очередь является промышленно применяемым избирательным растворителем в процессах экстракционной очистки нефтяных фракций, нами была исследована селективная очистка исследуемых составов ДД с использованием в качестве экстрагента N-метилпирролидона.

Таблица 4

**Характеристика рафинатов, полученных на основе смеси прямогонной дизельной фракции с легким газойлем коксования и каталитического крекинга**

Массовое соотношение ИЖ : смеговой дизельный дистиллят	Температура, °С	Время контакта, ч	Выход рафината, % масс	Остаточное содержание ароматических углеводородов в рафинате, % масс	Остаточное содержание серы в рафинате, ppm	$d_{4,3}^{20}$ кг/м <sup>3</sup>	$n_D^{20}$	Кинематическая вязкость, при 20°С, мм <sup>2</sup> /с	Цетановое число
1:1	20-25	1	84,10	10	484	829,2	1,4618	5,44	52
2:1	20-25	1	76,57	6	364	822,6	1,4554	5,11	54
2:1	20-25	2	74,35	6	362	822,8	1,4559	5,11	54
3:1	20-25	1	71,60	5	343	821,9	1,4553	5,11	55
2:1	60	0,5	79,68	8	387	823,8	1,4597	5,12	54
2:1	60	1	75,25	7	368	823,1	1,4583	5,12	54
2:1	60	2	74,18	6	371	827,7	1,4556	5,12	53
Поэтапно I этап 1:1 II этап 1:1	20-25	1 1	84,4 75,6	10 8,0	486 325	– 826	– 1,4604	– 5,20	– 53
I этап 2:1 II этап 1:1	20-25	1 1	78,5 72,3	6,0 5,0	373 285	– 820	– 1,4586	– 4,97	– 55
2:1*	20-25	1	62,34	6,0	313	837	1,4662	5,20	50

Примечание: \* результат экстракционной очистки смеси ПДФ и ЛГКК

Установлено, что при селективной очистке смеси ПДФ+ЛГКК вышеуказанного состава в аналогичных условиях (массовое соотношение сырья к экстрагенту равных 2:1, температура экстракции 20-25°С, время контакта компонентов 1

час) с использованием в качестве экстрагента N-метилпирролидона выход рафината составлял всего 54,43% масс против 62,34% масс в случае экстракционной очистки соответствующего сырья ионной жидкостью. При этом необходимо отметить, что остаточное содержание ароматических углеводородов (8% масс) и серосодержащих соединений (392 ppm) в полученном рафинате несколько выше и степень деароматизации составляет всего 72,5%, десульфирования-65,4% против 79,3% и 72,4% масс, соответственно в случае осуществления процесса экстракционной очистки с использованием в качестве экстрагента ИЖ, синтезированной на основе уксусной кислоты и N-метилпирролидона.

При селективной очистке смеси дизельного дистиллята на основе ЛГК также наблюдается относительно высокая растворяющая способность N-метилпирролидона при низкой избирательности. При этом выход рафината составлял 61% масс против 76,57 % при очистке указанного сырья ИЖ-1. Остаточное содержание ароматических углеводородов в полученном рафинате составляет 7% масс при степени деароматизации 56,25% против 62,5% масс при осуществлении процесса с ИЖ-1. Остаточное содержание серосодержащих соединений в рафинате составляло 398 ppm при степени обессеривания 68,46% масс против 72,2% масс при ионно-жидкостной очистке [7,14].

Рассчитанные значения коэффициентов распределения ароматических углеводородов и сернистых соединений в процессе экстракционной очистки смеси ПДФ и ЛГК с использованием в качестве экстрагента как ИЖ, так и N-метилпирролидона показали, что в случае ионно-жидкостной экстракционной очистки исследуемого состава ДД значения коэффициента распределения по ароматическим и сернистым соединениям ( $K_A=8,46$ ,  $K_C=10,35$ ) почти в два раза выше значений этих показателей при осуществлении процесса экстракционной очистки с использованием N-метилпирролидона ( $K_A=4,45$ ,  $K_C=5,47$ ) [24].

Результаты экстракционной очистки смесевого дизельного

дистиллята, полученного введением в состав продуктов вторичной переработки исследованы с использованием ИК-, УФ-, люминесцентного и хромато-масс- спектральных анализов. В частности, ИК- спектральным анализом сырья, а также рафината и экстракта, полученных экстракционной очисткой с ИЖ-1, а также очисткой N-метилпирролидоном установлено относительно низкое остаточное содержание ароматических углеводородов в составе рафината, полученного ионно-жидкостной экстракционной очисткой.

УФ-спектральный анализ исходных образцов дизельного дистиллята, а также рафинатов, полученных экстракционной очисткой, указывает на отличие группового углеводородного состава смеси дизельных дистиллятов, полученных введением в состав прямогонного дизельного дистиллята ЛГК или ЛГКК, а также рафинатов на их основе (табл.5) [11,14].

Так, в составе смеси ДД, полученного на основе ПДФ и ЛГК, содержание моноциклических ароматических углеводородов в три раза больше (9,96% масс), чем в составе смеси ДД на основе ПДФ и ЛГКК, где содержание суммарной ароматики равно 3,7% масс. При этом необходимо отметить, что суммарное содержание ароматических углеводородов в исходной смеси на основе ПДФ и ЛГК почти в два раза больше, чем в составе смеси ДД на основе ПДФ и ЛГКК. В составе последней содержание бициклических ароматических углеводородов (11,2% масс) относительно больше, и указанный состав отличается содержанием трициклических ароматических углеводородов, в частности антраценов, содержание которых составляет 7,7% масс.

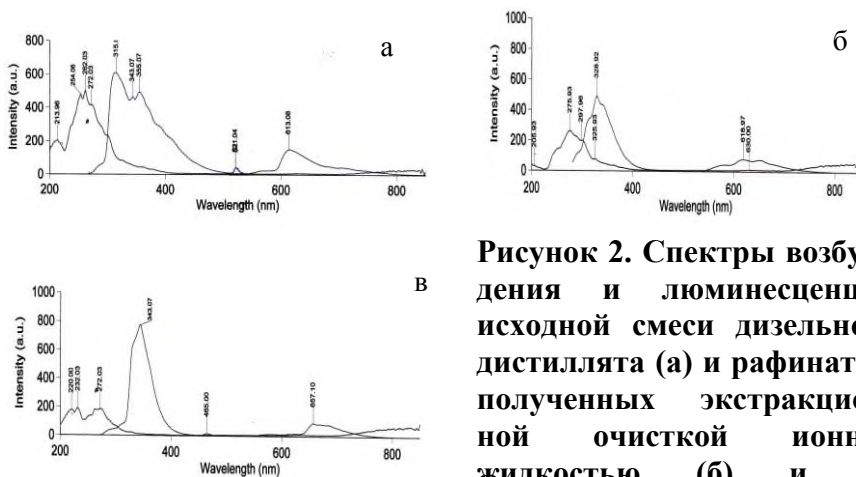
Анализ УФ-спектров исходных образцов и рафината, полученного ионно-жидкостной экстракцией, указывает на снижение концентрации суммарной ароматики с 31,3% до 8,6% масс в случае смеси ДД на основе ПДФ и ЛГКК и с 16,6% масс до 8,84% масс в случае смеси ДД на основе ЛГК. При этом наблюдается полное удаление бициклических ароматических углеводородов из состава ДД на основе смеси с ЛГК, а из состава смеси ДД на основе ПДФ и ЛГКК - фенантронов.

**Таблица 5**  
**Результаты УФ- спектрального анализа рафинатов,**  
**полученных экстракционной очисткой смеси ПДФ с ЛГКК**  
**или ЛГК ионной жидкостью и N-метилпирролидоном**

Образцы	Молекулярная масса	Концентрация ароматических углеводородов, % масс					
		производные бензола	Нафталины	Фенантроны	Антрацены	1,2 бензпирен, 3,4бензантрацен, пирен	Сумма аром. углеводородов
Сырьё ПДФ+ЛГКК	227,5	3,7	11,2	8,7	7,7	следы	31,3
Очищенный ИЖ	195,01	1,1	7,1	—	0,4	—	8,6
Очищенный НМП	197,56	1,3	8,2	0,98	0,62	—	11,1
Сырьё ПДФ+ЛГК	205	9,96	4,8	1,8	—	следы	16,6
Очищенный ИЖ	179,7	8,4	—	0,44	—	—	8,84
Очищенный НМП	180,8	4,8	3,6	1,3	—	—	9,7

В случае экстракционной очистки исследуемых смесей ДД с использованием в качестве экстрагента N-метилпирролидона остаточное содержание бициклических углеводородов в составе очищенного дистиллята составляет 3,6% масс, при степени удаления 25% масс, а фенантронов — 1,3% масс, при степени удаления 27,78% масс, в случае смеси дизельного дистиллята на основе ПДФ и ЛГК. При избирательной очистке смеси ДД на основе прямогонного ДД и ЛГКК степень удаления бициклических углеводородов составляет 26,78% масс, при остаточном содержании 8,2% масс, трициклических — 90,25% масс, в частности фенантронов 88,73% масс и антраценов 91,95% масс.

С целью получения более информативных данных о составе сырья наряду с УФ-спектральным исследованием осуществлен люминесцентный анализ смеси ПДФ и ЛГК и рафинатов, полученных методом экстракционной очистки указанного состава (рис. 2).



**Рисунок 2. Спектры возбуждения и люминесценции исходной смеси дизельного дистиллята (а) и рафинатов, полученных экстракционной очисткой ионной жидкостью (б) и N-метилпирролидоном (в)**

Установлено, что при возбуждении исходного сырья и рафината, очищенного ионно-жидкостной экстракцией интенсивность максимумов люминесценции замещенных бензольных, нафталиновых и фенантроновых углеводородов уменьшается соответственно в 8,0; 10,0 и 3,2 раза. В спектре указанного образца рафината максимум люминесценции антрацена, 1,2 бензантрацен, 3,4 бензфенантрена и пирена не наблюдается.

В спектре люминесценции образца рафината, полученного очисткой N-метилпирролидоном наблюдаются максимумы люминесценции нафталина и фенантрена, а в спектре образца очищенного ионной жидкостью максимум люминесценции бициклического углеводорода – нафталина отсутствует.

Полученные результаты подтверждают более высокую избирательность ионно-жидкостного экстрагента по отношению

к исследуемому сырью – смеси дизельного дистиллята.

Анализ группового углеводородного состава сырья, полученного компаундированием ПДФ и ЛГК, а также рафинатов, полученных экстракционной очисткой указанного дистиллята с ИЖ-1 и промышленным экстрагентом N-метилпирролидоном осуществлен также хромато-масс спектроскопией [28].

Результаты хромато-масс спектрального анализа исследуемых образцов показывают на целесообразность ионно-жидкостной экстракционной очистки. Так, хромато-масс-спектральный анализ рафинатов, полученных экстракционной очисткой смеси ПДФ+ЛГК с использованием в качестве избирательного растворителя ИЖ-1, а также органического растворителя - N-метилпирролидона указывает на отличие группового углеводородного состава. В частности, рафинат, полученный ионно-жидкостной экстракционной очисткой сырья характеризуется суммарным содержанием ароматических углеводородов всего 3,57% масс против 5,69% при экстракционной очистке сырья N-метилпирролидоном. Содержание моно- и бициклических ароматических углеводородов при ионно-жидкостной экстракционной очистке снижается с 10,73% масс до 3,37% масс, т.е. соответственно в 3,18 раза, а при экстракционной очистке N-метилпирролидоном снижается всего в 1,89 раза. Независимо от природы взятого экстрагента при экстракционной очистке три и тетрациклические ароматические углеводороды удаляются полностью.

Одним из основных требований, предъявляемых к избирательным растворителям при экстракционной очистке, является возможность регенерации и повторного их использования. Циклом исследований показана возможность регенерации ИЖ-1 добавлением к экстрактивному раствору 30% масс воды от количества экстрактивного раствора с дальнейшей ректификацией полученного водного раствора экстрагента.

Исследована возможность использования экстрактов, полученных при экстракционной очистке дизельных фракций в качестве сырья в процессе получения пластифицирующих

добавок для бетона.

Технико-экономическая оценка экономической эффективности процесса получения качественного дизельного топлива с низким содержанием ароматических и сернистых соединений осуществлена путем сравнения процесса ионно-жидкостной экстракционной очистки с процессом гидрооблагораживания и установлена целесообразность метода экстракции. Показано, что выработка топлива по разработанной методике обеспечивает ежегодную прибыль в объеме 52 млн AZN [21].

## ВЫВОДЫ

1. Разработаны условия получения дизельного топлива улучшенного качества экстракционной очисткой дизельных фракций различного состава с использованием в качестве избирательного растворителя экологически чистой ионной жидкости на основе уксусной кислоты и N-метилпирролидона-N-метилпирролидонацетата [4,5,6,13,16,17,22,25].
2. Установлено, что комбинирование способов очистки дизельного дистиллята, в частности, гидроочистки и ионно-жидкостной экстракционной очистки обеспечивает возможность получения практически полностью деароматизированного дизельного топлива с остаточным содержанием сернистых соединений - 130 ppm [3,8,9,10,12,15,19,26].
3. Установлена целесообразность двухэтапной ионно-жидкостной экстракционной очистки узких фракций прямогонного дизельного дистиллята с пределами температур кипения 191-300°C и выше 300°C с последующим компаундированием полученных рафинатов. Показано, что дизельное топливо, полученное указанным способом по основным физико-химическим характеристикам, соответствует требованиям европейского стандарта, в частности содержание ароматических углеводородов и сернистых соединений составляет всего 3% масс и 348 ppm [2,18,27].
4. С целью расширения сырьевой базы дизельного топлива впервые исследована ионно-жидкостная экстракционная



очистка смеси прямогонной дизельной фракции с продуктами вторичной переработки нефти: легким газойлем коксования и каталитического крекинга при объемном соотношении 70:30 [22,23,24].

5. Установлено, что при экстракционной очистке смеси ПДФ и ЛГК двукратным избытком экстрагента при температуре 20-25°C и времени контакта компонентов один час степень деароматизации составляет 62,5%, обессеривания - 71,3% при выходе рафината 76,57% масс. Полученные результаты показывают возможность получения экологически чистого дизельного топлива с одновременным увеличением объема дизельного топлива за счет вовлечения в процесс экстракции продукта вторичной переработки нефти [7,11,14,20].
6. Показано, что аналогичный результат наблюдается при экстракционной очистке смеси ПДФ и ЛГКК. Установлена возможность получения дизельного топлива с содержанием ароматических углеводородов 6% масс и сероорганических соединений 313 ppm экстракционной очисткой смеси прямогонной дизельной фракции и легкого газойля каталитического крекинга. При этом степень деароматизации и обессеривания составляет 79,31% и 72,4% масс, соответственно [7,14].
7. Впервые хромато-масс-спектральным методом исследован групповой углеводородный состав смеси ПДФ+ЛГК и рафинатов, полученных ионно-жидкостной экстракционной очисткой указанного дистиллята N-метилпирролидон-ацетатом, а также промышленным экстрагентом N-метилпирролидоном. Установлено, что остаточное содержание ароматических углеводородов в рафинате, полученном ионно-жидкостной очисткой (3,57% масс) в 1,6 раза меньше, чем в составе рафината, полученного очисткой N-метилпирролидоном (5,69 % масс) [28].
8. Техничко-экономическим расчетом процесса ионно-жидкостной экстракционной очистки смеси ПДФ+ЛГК установлена ежегодная прибыль в объеме 52 млн AZN [21].

**Основное содержимое диссертационной работы опубликовано в ниже приведенных статьях и тезисах:**

1. Əzizov, A.H. Yağ və yanacaq fraksiyalarının ion maye əsaslı ekstragentlərlə ekstaksiyası / A.H.Əzizov, M.C.İbrahimova, R.V.Məmmədov [və b.] // Kimya problemləri jurnalı, – Bakı: – 2012. № 1, – s. 65-78.
2. Abbasov, V.M., İbrahimova, M.D., Afandiyeva, L.M., Nagiyev, V.A., Seidova, S.A. Catalytic oxidant of dearomatized diesel fraction in liquid phase by extraction method // International conference on thermophysical and mechanical properties of advanced materials, – Cesme-Izmir: – 12-15 june, – 2014, – p.67.
3. Нагиев, В.А., Ибрагимова, М.Д., Азизов, А.Х., Сеидова, С.А., Эфендиева, Л.М., Абдуллаева, Х.А. Селективная очистка дизельного дистиллята с использованием в качестве экстрагента ионно-жидкостного состава на основе N-метилпирролидона и муравьиной кислоты // Республиканская научно-практическая конференция, посвященная 100-летию академика С.Д.Мехтиева, – Баку: – 2-3 декабря, – 2014, – с.13.
4. İbrahimova, M.C., Əzizov, A.H., Nağıyev, V.Ə., Paşayeva, Z.N., Əbdüləliyev, Ə.M., Seyidova, S.Ə., Abdullayeva, X.Ə. Qarışqa və sirkə turşusu əsasında yeni tərkib ion mayələrinin sintezi və həll edici kimi tədqiqi // Müasir biologiya və kimyanın aktual problemləri elmi-praktik konfrans, – Gəncə: – II hissə, 5-6 may, – 2015, – s. 145-148.
5. Ибрагимова, М.Д., Нагиев, В.А., Ахмедова, С.А., Абдулалиев, А.М., Абдуллаев, Х.А. Зависимость деароматизации дизельного дистиллята от природы ионно-жидкостного состава // “XXI əsrdə ekologiya və torpaqşunaslıq elmlərinin aktual problemləri” IV Respublika elmi konfransı, – Bakı: – 7-8 may, – 2015,– s.60-61.
6. Ибрагимова, М.Д. Синтез ионных жидкостей на основе муравьиной и уксусной кислоты и физико-химические методы их исследования / Ибрагимова М.Д., Нагиев В.А.,

- Пашаева З.Н. [и др.] // Journal of Qafqaz University, Chemistry and Biology, – Баку: – 2016. № 1-2, – с. 101-107.
7. Сеидова, С.А. Экологически чистое дизельное топливо, полученное методом ионно-жидкостной экстракционной очистки / С.А. Сеидова, Г.Д.Гусейнов, В.А. Нагиев [и др.] // Journal of Baku Engineering University, Chemistry and Biology, – Баку: – 2017. № 2, – с. 98-105.
  8. Сеидова, С.А., Ибрагимова, М.Д., Халилов, А.Б., Гусейнов Г.Дж., Нагиев В.А., Алиева С.Г. Экстракционная облагораживание нефтяных фракций с использованием ионной жидкости в качестве селективного растворителя // XII Международная научно-практическая конференция «Advances in Science and Technology», –Москва: – 31 января, – 2018, – с. 29.
  9. Ibragimova, M.D. Improvement of quality of the hydropurified diesel fuel by ion-liquid extraction / M.D.Ibragimova, S.G.Aliyeva, S.A.Seidova [et.al.] // International Journal of Scientific Engineering and Applied Science (IJSEAS), – Tamil Nadu: – 2018, 4 (5), – p.91-94.
  10. Ibrahimova, M.J. Selective purification of the oil fractions with use of ionic liquid as extractant on the basis of N-methylpyrrolidone / M.J. Ibrahimova, V.M.Abbasov, S.G.Aliyeva [et.al.] // Processes of Petrochemistry and Oil Refining, – Baku: – 2018. №3, – p. 302-314.
  11. Ибрагимова, М.Д., Алиева, С.Г., Сеидова, С.А., В.А.Нагиев, Джафарова, Р.А., Гусейнов, Г.Дж., Абдуллаева, Х.А., Йолчуева, У.Дж., Кулиева, Э.М. УФ- спектральный анализ рафинатов экстракционной очистки дизельной фракции // Международная научно-практическая конференция «Инновативные перспективы развития нефтепереработки и нефтехимии», посвященная 110-летию академика В.С.Алиева, – Баку: – 9-10 октября, – 2018, – с. 23.
  12. Ибрагимова, М.Д., Алиева, С.Г., Нагиев, В.А., Халилов, А.Б., Сеидова, С.А., Гусейнов, Г.С., Гулиева Э.М., Гусейнова С.Ш. Селективная очистка нефтяных фракций ионно-жидкостной экстракцией // Akademik Murtuza Nağiyevin 110

- illik yubileyinə həsr olunmuş “Nağıyev qiraətləri” elmi konfransı, – Bakı: – 30-31 oktyabr, – 2018, – s.81.
13. Ибрагимова, М.Д., Алиева, С.Г., Нагиев, В.А., Сеидова, С.А., Гусейнов, Г.Д., Халилов, А.Б., Гусейнова, С.А., Гусейнова, С.Ш., Гулиева, Э.М., Балакишиева, С.А. Получение дизельных топлив ионно-жидкостной экстракционной очисткой // *Beynəlxalq elmi konfrans “Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri”*, – Gəncə: I hissə, – 4-5 may, – 2018, – s. 265-268.
  14. Ибрагимова, М.Д. Исследование структурно-группового состава рафината и экстракта, полученных деароматизацией смеси прямогонной дизельной фракции с продуктами вторичной переработки нефти / М.Д. Ибрагимова, С.А.Сеидова, Г.Дж. Гусейнов [и др.] // *Нефтепереработка и нефтехимия*, – Москва: – 2018. №8, – с.14-20.
  15. Сеидова, С.А. Оптимизация процесса ионно-жидкостной экстракционной очистки дизельной фракции / С.А.Сеидова, М.Д.Ибрагимова, Ф.М.Велиева [и др.] // *Sumqayıt Dövlət Universiteti “Elmi xəbərlər”* – Sumqayıt: – 2018. Cild 18, №4, – s. 32-38.
  16. Ibrahimova, M.J. Extraction ennoblement of diesel fuel and the close- cut fractions on its basis / M.J.Ibrahimova, S.A.Seyidova, S.G.Aliyeva [et.al.] // *Azerbaijan Chemical Journal*, – Baku: – 2018. № 4, – p. 60-68.
  17. Ибрагимова, М.Д. Сравнительные результаты селективной очистки дизельного топлива ионными жидкостями на основе муравьиной и уксусной кислот / М.Д. Ибрагимова, С.А.Сеидова, В.А. Нагиев [и др.] // *Azərbaycan Texnologiya Universiteti “Elmi xəbərlər”*, – Gəncə: – 2019. № 1(28), – s. 4-10.
  18. Ибрагимова, М.Д., Алиева, С.Г., Сеидова, С.А., Гусейнов, Г.Д., Нагиев, В.А. Политова, А. Абдуллаева, Х.А. Деароматизация и обессеривание дизельного дистиллята ионно-жидкостной экстракцией // *Dedicated to the 96<sup>th</sup> Anniversary of the National leader of Azerbaijan, Heydar Aliyev «III International scientific conference of young researchers»*,–

Баку: –20-30 апреля,– 2019,– с.148-151.

19. Ибрагимова, М.Д., Алиева, С.Г., Сеидова, С.А., Гусейнов, Г.Дж., Ахмедбекова, С.Ф., Гулиева, Э.М. Комбинированный процесс получения деароматизированного и обессериванного дизельного топлива // Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 96-cı ildönümünə həsr olunmuş doktorant, magistrant və gənc tətqiqatçıların «Kimyanın Aktual Problemləri» XIII Beynəlxalq Elmi Konfrans, – Bakı: – 15-16 may,– 2019,– s.73-74.
20. Ибрагимова, М.Д. Моделирование процесса ионно-жидкостной экстракционной очистки прямогонной дизельной фракции и легкого газойля коксования / М.Д.Ибрагимова, С.А.Сеидова, Ф.М.Велиева [и др.] // Нефтехимия и нефтепереработка, – Москва: – 2019. №9, – с.13-15.
21. Сеидова, С.А., Аскерзаде, С.М., Ибрагимова М.Д., Алиева, С. Г., Джавадова, М.Н., Гусейнов, Г.Дж., Гусейнова, С.Ш., Гулиева, Е.М., Худиева, И.А. Техничко-экономическая оценка процесса ионно-жидкостной экстракционной очистки дизельной фракции с N-метилпирролидонацетатом // Международная научная конференция «Актуальные проблемы современной химии», посвященная 90-летию ИНХП имени академика Ю.Г.Мамедалиева, – Баку: – 2-4 октября, – 2019,– с.51.
22. Сеидова, С.А. Успешный прорыв ионной жидкости в процесс экстракционной очистки дизельного дистиллята // Международная научная конференция « Актуальные проблемы современной химии», посвященная 90-летию ИНХП имени академика Ю.Г.Мамедалиева, – Баку: – 2-4 октября, – 2019,–с.68.
23. Seyidova, S.A., Əliyeva, S.Q., Quliyeva, E.M. Dizel distillatının perspektiv seçici təmizlənmə istiqamətləri // Kimya texnologiyası və mühəndisliyinin innovativ inkişaf perspektivləri Beynəlxalq elmi konfrans, – Sumqayıt: – 28-29 noyabr, – 2019, – s.231-232.
24. Seyidova, S.A. Justification of high efficiency of ionic liquid in the process of extraction cleaning of diesel fraction // – Bakı:

- Processes of Petrochemistry and Oil-Refining,– 2019.№ 3, – p. 291-296.
25. Сеидова, С.А. Экстракционные методы очистки моторного топлива // – Иваново: Химия и химическая технология,– 2019. №10, – с.30-39.
26. Seidova, S.A., İbrahimova M.D., Aliyeva S.G., Yolciyeva U.C. Combined method of treatment of the diesel fraction // Radiation and chemical safety problems « Internation Scientific-Practical» Conference, – Baku: –2019, – 5-6 november, – p. 250-252.
27. Ибрагимова, М.Д. Ионно-жидкостная экстракционная очистка дизельных фракций с различным содержанием ароматических и сернистых соединений / М.Д.Ибрагимова, С.А.Сеидова, С.Г.Алиева [и др.] // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация, – Воронеж: – 2019. №4, – с.26-32.
28. İbrahimova, M.J. Group hydrocarbon composition of the mixture of straight-run diesel fraction with light gas oil coking before and after purification of ionic liquid extraction / M.J.İbrahimova, V.M.Abbasov, S.A.Seyidova [et.al.] // Processes of Petrochemistry and Oil-Refining,– Baku: – 2019. №4, – p. 433-439.



Защита диссертации состоится 27 02 2020 в 10<sup>00</sup> на заседании Диссертационного Совета ЕД 1.16 при Институте Нефтехимических Процессов им. академика Ю.Г. Мамедалиева Национальной Академии Наук Азербайджана

Адрес: AZ 1025, Баку, пр. Ходжалы, 30

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института Нефтехимических Процессов им. академика Ю.Г. Мамедалиева НАН Азербайджана.

Электронная версия диссертации и автореферата размещена на официальном интернет-сайте [www.nkri.az](http://www.nkri.az)

Автореферат 24 01 2020 года разослан по необходимым адресам

Подписано к печати: 23.01.2020

Формат бумаги: А5

Объем: 38820

Тираж: 70