

ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА ПРИРОДНОГО БИТУМА НЕФТЕБИТУМИНОЗНОЙ ПОРОДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЕСЕКЖАЛ ЮГО-ЗАПАДНЫЙ



Н.К. ИШМУХАМЕДОВА,
доктор технических наук,
главный научный сотрудник,
nasima.ishmuhamedova@mail.ru

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

Представлено изучение органических составляющих нефтебитуминозной породы месторождения Есекжал Юго-Западный в зависимости от глубины залегания нефтебитуминозной породы и установление области применения природного битума в зависимости от качества и объема выхода природного вяжущего. Месторождения нефтебитуминозных пород Западного Казахстана разбросаны на значительной территории, например, только в Жылыойском районе Атырауской области недалеко от города Кульсары сосредоточено более 20 месторождений нефтебитуминозных пород. Нами была составлена карта, где представлены месторождения этих нефтебитуминозных пород.

Из результатов полученных экспериментальных данных следует, что с увеличением глубины залегания нефтебитуминозных пород наблюдается уменьшение молекулярной массы от 543 до 504 а.е.м. В элементном составе природного битума исследуемого месторождения содержание углерода изменяется в пределах от 81,3 до 83,1% масс., при этом четкой закономерности зависимости содержания углерода от глубины залегания не установлено. Аналогичная картина наблюдается и по содержанию водорода (от 9,2 до 11,0% масс.). Содержание серы от 2,4 до 4,5% масс. Суммарное содержание азота и кислорода колеблется от 3,2 до 5,1% масс.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: дорожное строительство, нефтебитуминозные породы, природные битумы, тяжелые нефти, месторождение Есекжал Юго-Западный, аппарат Сокслета, молекулярная масса, элементный состав.

ОҢТҮСТІК-БАТЫС ЕСЕКЖАЛ КЕН ОРНЫНЫҢ МҰНАЙ БИТУМИНОЗДЫ ЖЫНЫСЫНЫҢ ТАБИҒИ БИТУМ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ

Н.К. ИШМУХАМЕДОВА, техника ғылымдарының докторы, бас ғылыми қызметкер,
nasima.ishmuhamedova@mail.ru

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

Бұл жұмыста Оңтүстік-Батыс Есекжал кен орнының мұнай битуминозды жынысының органикалық компоненттерін мұнай битуминозды жыныстың пайда болу тереңдігіне байланысты зерттеу және табиғи байланыстырғыштың сапасы мен көлеміне байланысты табиғи битумды қолдану саласын белгілеу ұсынылған. Батыс Қазақстанның мұнай битуминозды жыныстарының кен орындары едәуір аумақта шашыраңқы орналасқан, мысалы, Атырау облысының Жылыой ауданында Құлсары қаласының маңында 20-дан астам мұнай битуминозды жыныстардың кен орындары шоғырланған. Біз осы мұнай битуминозды жыныстардың кен орындарын ұсынатын карта жасадық. Алынған эксперименттік деректердің нәтижелерінен мұнай битуминозды жыныстардың пайда болу тереңдігінің ұлғаюымен молекулалық салмақтың 543-тен 504 м.а.б.-не дейін төмендеуі байқалады. Зерттелетін кен орнының табиғи битумының элементтік құрамында көміртегі мөлшері 81,3-тен 83,1%-ға дейін өзгереді.

Бұл жағдайда көміртегі құрамының пайда болу тереңдігіне тәуелділігінің нақты заңдылығы анықталған жоқ. Ұқсас көрініс сутегі құрамында да байқалады (массаның 9,2-ден 11,0%-ға дейін.). Күкірттің мөлшері 2,4-тен 4,5%-ға дейін. Азот пен оттегінің жалпы мөлшері 3,2-ден 5,1%-ға дейін.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: жол құрылысы, мұнай битуминозды жыныстар, табиғи битумдар, ауыр мұнай, Оңтүстік-Батыс Есекжал кен орны, Сокслет аппараты, молекулалық массасы, элементтік құрамы.

STUDY OF THE COMPOSITION OF NATURAL BITUMEN OF THE PETROBITUMINOUS ROCK OF THE SOUTH-WESTERN ESEKZHAL FIELD

N.K. ISHMUHAMEDOVA, Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher,
nasima.ishmuhamedova@mail.ru

«ATYRAU OIL AND GAS UNIVERSITY NAMED AFTER SAFI UTEBAYEV» NJSC,
Republic of Kazakhstan, 060027, Atyrau, M. Baimukhanov st., 45-a

This paper presents the study of the organic components of the petrobituminous rock of the South-Western Esekzhal deposit, depending on the depth of the petrobituminous rock and the establishment of the scope of natural bitumen depending on the quality and volume of the output of natural binder. Deposits of petrobituminous rocks of Western Kazakhstan are scattered over a significant area, for example, only in the Zhylyoi district of Atyrau region, near the city of Kulsary, there are more than 20 deposits of petrobituminous rocks. We have compiled a map showing the deposits of these oil-bituminous rocks.

From the results of the experimental data obtained, it follows that with an increase in the depth of occurrence of oil-bitumen rocks, a decrease in the molecular weight from 543 to 504 a.m.u is observed. In the elemental composition of natural bitumen of the studied deposit, the carbon content

varies from 81.3 to 83.1% by weight, while a clear pattern of dependence of the carbon content on the depth of occurrence has not been established. A similar pattern is observed in terms of hydrogen content (from 9.2 to 11.0% by weight). The sulfur content is from 2.4 to 4.5% by weight. The total nitrogen and oxygen content ranges from 3.2 to 5.1% by weight.

KEY WORDS: road construction, petrobituminous rocks, natural bitumen, heavy oil, the South-Western Esekzhal field, Soxlet apparatus, molecular weight, elemental composition.

ВВЕДЕНИЕ. В Казахстане вопрос поиска путей уменьшения дефицита битума, учитывая относительно низкую плотность железных дорог и слабую обеспеченность водными судоходными путями – приобретает особенно важное значение. Поэтому именно нефтебитуминозные породы (НБП), содержащие в своем составе природный органический материал – тот самый источник сырья, который может обеспечить резкое сокращение влияния дефицита промышленного битума на темпы дорожного строительства.

Для расширения сырьевой базы органических вяжущих материалов большой интерес представляют природные битумы, содержащиеся в нефтебитуминозных породах месторождений Казахстана. Возможность использования и технология применения битумсодержащих пород в дорожном строительстве зависит от качества и количества содержащихся в них битума. Выявление особенностей природных вяжущих нефтебитуминозных пород позволяет определить целесообразность применения пород в естественном состоянии или использовать их в качестве сырья для производства дорожных битумов.

Следует отметить, что казахстанские кыры по сравнению с битуминозными породами других месторождений СНГ характеризуются групповым расположением, более высоким содержанием битума, большими запасами и однородностью состава. Подтверждением этого являются месторождения нефтебитуминозных пород Западного Казахстана, где только в Жылыойском районе Атырауской области сосредоточены более 20 месторождений НБП, которые представлены на *рисунке 1*.

Из приведенных месторождений НБП (*рисунк 1*) изучены такие месторождения как: Кольжан, Акший, Бакачи, Аралтобе [1], Мунайлы – Мола, Иманкара [2-6], Канжига [7], Сатыпалды [8], Алимбай [9], Койкара [10].

В представленной работе приводятся результаты исследования состава нефтебитуминозных пород месторождения Есекжал Юго-Западный, расположенного в Жылыойском районе Атырауской области.

Месторождение нефтебитуминозных пород Есекжал Юго-Западный (первоначальное название Каскырбулак) находится в Жылыойском районе Атырауской области в 72 км к востоку от г. Кульсары и в 6 – 8 км к юго-западу от месторождения Есекжал.

Структура изучаемого месторождения двукрылая: юго-западное – приподнятое и северо-восточное – опущенное, крылья разделены грабеном, сложенным с поверхности карбонатными породами верхнего мела и глинами палеогена. В присводовой части юго-западного крыла залегают нерасчлененные альб-сеноманские отложения, северо-восточное крыло сложено туран-сенонскими образованиями.

В пределах купола вблизи картировочных скважин В-366, В-411, В-347, В-435 и В-312 на поверхности отмечены натеки битума, местами встречался песчаник, насы-

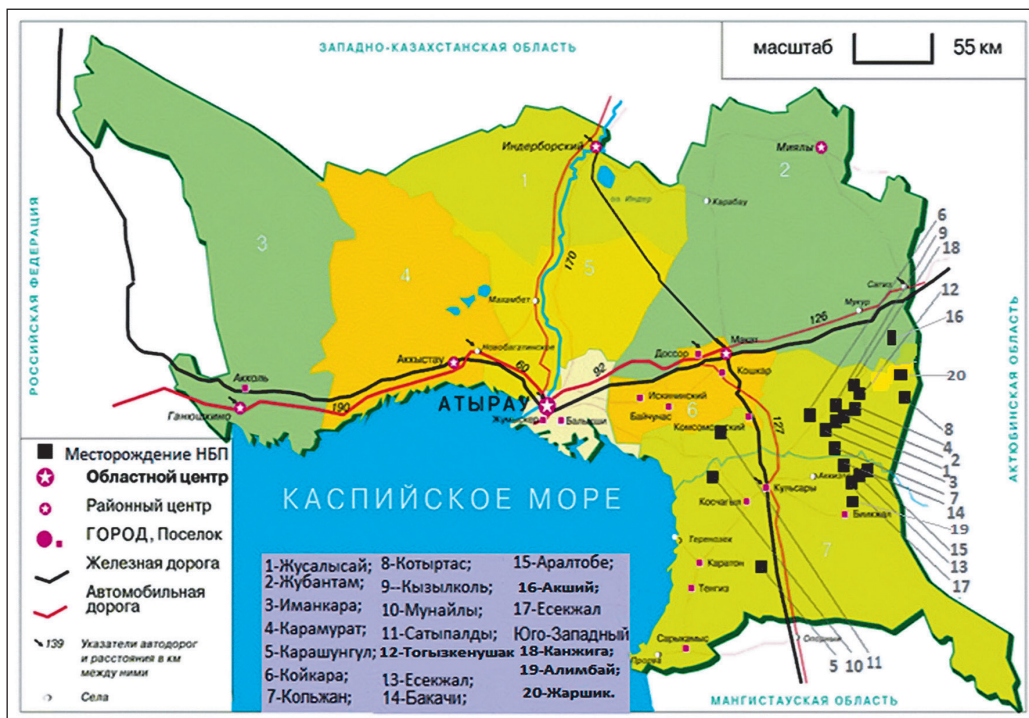


Рисунок 1 – Карта месторождений НБП Жылыойского района Атырауской области

ценный густой тяжелой нефтью. Битумопроявления выявлены также при бурении картировочных скважин в отложениях альба и верхнего мела на глубинах 9 – 40 м, за исключением скважины В-435, где глубина залегания составляет 6 – 32 м [11].

Целью данной работы являлось изучение органических составляющих нефтебитуминозной породы месторождения Есекжал Юго-Западный в зависимости от глубины залегания нефтебитуминозной породы и установление области применения природного битума в зависимости от качества и объема выхода природного вяжущего.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Для исследования были взяты пробы нефтебитуминозной породы из скважины № 102 различной глубины залегания. Комплекс лабораторных исследований включал подготовку проб сухой, дроблением, извлечение природного битума из нефтебитуминозной породы растворителями в аппарате Сокслета смесью: этиловый спирт (ректификат), бензол в соотношении 1:3, разделение природного битума по групповому составу с использованием видоизмененного метода Гольде [12] и по методике [13] методами селективного и экстракционного разделения с использованием сорбентов.

Полученное количество органических веществ составляет сумму первичной экстракции спиртобензольной смеси и вторичной экстракции минеральной части хлороформом, т.к. органическое вещество неэкстрагируется полностью из нефтебитуминозной породы. Это связано плотной упаковкой минеральной части и высокомолекулярных веществ, содержащих в своем составе карбены и карбоиды,

которые не растворяются в спиртобензольной смеси и для их выделения необходима вторичная экстракция минеральной части хлороформом.

Метод выделения асфальтенов. Асфальтены выделяли из нефтей и битума по видоизмененному «горячему» методу Гольде. Навеску исходного материала растворяли в 40-кратном объеме петролейного эфира (температура кипения 40 – 70 °С). Раствор выдерживали в темном месте в течение 24 часов при комнатной температуре, а затем в течение часа при 50 °С.

Отмывку асфальтенов и смол проводили в аппарате Сокслета петролейным эфиром в токе аргона. По окончании экстракции мальтенов, асфальтены извлекались из аппарата Сокслета хлороформной экстракцией, проводившейся до обесцвечивания растворителя в экстракторе. После отгона хлороформа асфальтены сушили до постоянного веса при 40 – 50 °С в вакууме.

Адсорбционно-хроматографическое разделение природного битума месторождения Есекжал Юго-Западный по групповому составу. Навеска битума 1 г растворяли в 4 мл бензола, к полученному раствору добавляли 100 мл эталонного изооктана (20-кратное разбавление), смесь тщательно перемешивали и оставляли в темном месте на 24 часа. Указанное время является достаточным для полной коагуляции асфальтенов и выпадения их в осадок. Изооктан был выбран нами в качестве осадителя из-за удобства работы с ним.

В отличие от осадителей с низкой температурой кипения таких как: пентан, гептан, петролейный эфир (выкипающих до 40° С или до 55° С), изооктан с температурой кипения 90° С обладает значительно меньшей испаряемостью, что является определенным преимуществом при работе с ним. Осаждающая же способность его не уступает осаждающей способности гексена-1. Оставшаяся смесь переносится на двойной фильтр и промывается горячим изооктаном до практически бесцветного фильтра, представляющего собой асфальтены не содержащие примесей смол и масел, затем сушится от растворителя в термостате при 105° С в течение 2,5 часов, после чего взвешивается. Фильтрат, который является раствором масел и смол, концентрируется путем отгона растворителя почти досуха.

Разделение масляно-смолистых компонентов битума осуществлялось при помощи жидкостной адсорбционной хроматографии в двухступенчатой, цилиндрической колонке с нисходящим потоком растворителя, с использованием в качестве сорбента активированного силикагеля. Навеска, представляющая собой освобожденные от растворителя мальтены, растворялась в минимальном количестве изооктана (5-10 мл), концентрированный раствор осторожно заливали в верхнюю часть, заполненную адсорбентом, и, оставляли в таком виде на 15-20 минут до полной адсорбции мальтенов на сорбенте. После этого начинали заливать элюенты.

В качестве десорбентов фракций использовались следующие растворители: 100 мл – изооктана, 100 мл – 10%-го по объему раствора бензола в изооктане (10%-ная смесь), 100 мл – 20%-го по объему раствора бензола в изооктане (20%-ная смесь), 50 мл – 30%-го по объему раствора бензола в изооктане (30%-ная смесь), 100 мл – бензола.

Затем применяли смесь бензола и спирта в соотношении 1:1, количество данной смеси определялось полным вымыванием спиртобензольных смол и, наконец, применялся этиловый спирт, который адсорбируется сильнее всех компонентов анализируемой смеси.

Отбор фракций осуществлялся при постоянной скорости потока 2 мл/мин, равномерными порциями по 20 мл. Полученные фракции концентрировались путем отгона растворителя, термостатировались 2,5 часа при 105° С, после чего взвешивались и строились хроматограммы. Вес фракций откладывается по оси ординат, а объем по оси абсцисс. Расшифровка хроматограмм производилась с учетом коэффициента преломления и цвета люминесцентного свечения.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Установлены следующие граничные величины коэффициентов преломления при 20° С, по которым различают соединения разной структуры: до 1,49 – парафинонафтенновые углеводороды, 1,49 – 1,53 – моноциклические, 1,53 – 1,59 бициклические ароматические и выше 1,59 – полициклические ароматические углеводороды; если определение коэффициента преломления невозможно, соединения относят к смолам. Результаты исследования проб представлены в *таблице 1*.

Таблица 1 – Характеристики природного битума скважины № 102 месторождения Есекжал Юго-Западный

№	Показания	Пробы из скважины № 102 в зависимости от глубины залегания			
		1 – 5,3	7,2 – 12,5	14 – 20,9	22,7 – 28,3
1	Глубина залегания, м	1 – 5,3	7,2 – 12,5	14 – 20,9	22,7 – 28,3
2	Кислотное число мг КОН на г битума	20,15	18,6	15,7	11,3
3	Выход органического вещества, среднее значение, % масс.	4,6	7,8	12,4	17,2
4	Молекулярная масса, а.е.м.	543	530	521	504
5	Температура размягчения по методу кольца и шара (КиШ), °С	29,1	27,0	24,5	21,7
6	Групповой углеводородный состав, % масс.:				
а	парафино-нафтенновые	44,2	48,2	53,4	57,2
б	моноциклоароматические	11,7	9,3	10,0	9,8
в	бициклоароматические	6,8	7,3	5,7	4,2
г	полициклоароматические	4,5	2,8	1,9	0,8
д	смолы бензолные	8,8	9,1	7,6	4,9
е	смолы спиртобензолные	19,9	20,4	18,7	20,8
ж	Асфальтены	4,1	2,9	2,7	2,3
7	Элементный состав, % масс.:				
а	углерод	83,1	82,4	81,3	82,7
б	водород	10,2	10,6	11,0	9,2
в	сера	2,4	3,3	4,5	3,0
г	азот+кислород	4,3	3,7	3,2	5,1

Из данных таблицы следует, что выход органической части исследуемого месторождения колеблется в пределах от 4,6 до 17,2% масс. В связи с увеличением глубины залегания нефтебитуминозных пород наблюдается уменьшение молекулярной массы от 543 до 504 а.е.м. В элементном составе природного битума исследуемого месторождения содержание углерода изменяется в пределах от 81,3 до 83,1% масс., при этом четкой закономерности зависимости содержания углерода от глубины залегания не установлено. Аналогичная картина наблюдается и по содержанию водорода (от 9,2 до 11,0% масс.). Содержание серы от 2,4 до 4,5% масс. Суммарное содержание азота и кислорода колеблется от 3,2 до 5,1% масс.

Битумы имеют высокую кислотность. В частности, на глубине залегания 1 – 5,3 м кислотность составляет 20,1 мг КОН/г. С увеличением глубины залегания нефтебитуминозной породы кислотность битума снижается с 20,1 до 11,3 мг КОН/г, а молекулярная масса битума уменьшается с 543 до 504 а.е.м.

На *рисунке 2* в диаграммном оформлении представлены результаты адсорбционно-хроматографического фракционирования природного битума месторождения Есекжал Юго-Западный по групповому составу.

Если рассматривать групповой углеводородный состав изучаемого природного битума из различной глубины залегания НБП, то наблюдается преобладающее содержание парафино-нафтеновых углеводородов (44,2 – 57,2% масс.) и спирто-бензольных смол (18,7 – 20,8% масс.) при низком содержании моноциклоароматических (11,7 – 9,8% масс.), бициклоароматических (6,8 – 4,2% масс.), полициклоароматических (4,5 – 0,8% масс.) углеводородов, бензольных смол (4,9 – 8,8% масс.) и асфальтенов (2,3 – 4,1% масс.).

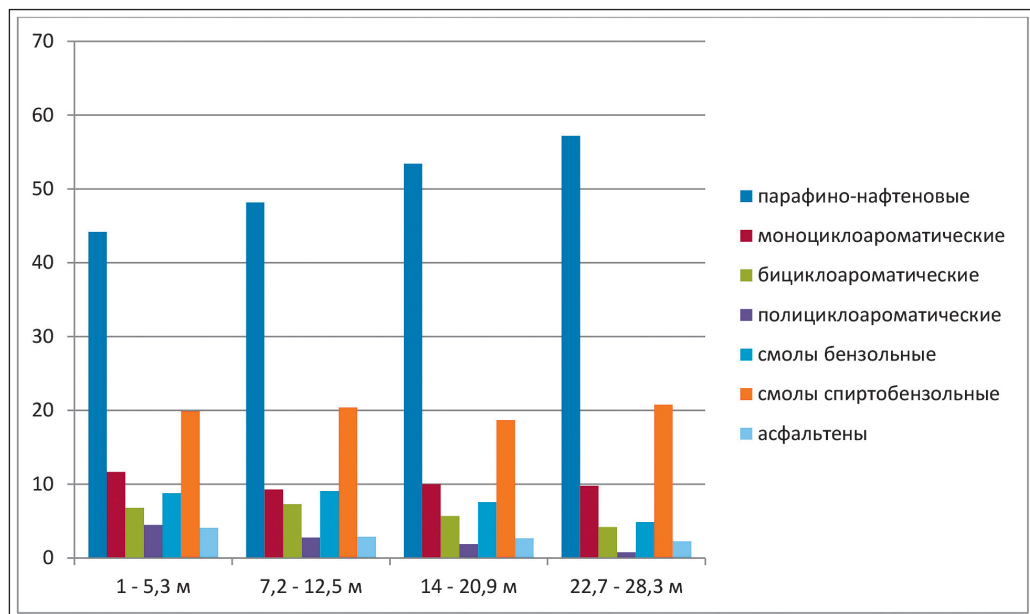



Рисунок 2 – Изменение группового углеводородного состава природного битума в зависимости от глубины залегания НБП

По исследуемым образцам НБП скважины №102 наблюдается снижение температуры размягчения органической части с 29,1 до 21,7° С с увеличением глубины залегания породы (от 1 – 5,3 до 22,7 – 28,3 м). Более высокую температуру размягчения и более твердую консистенцию органической составляющей верхних слоев породы можно объяснить в следующей интерпретации: вероятно, под влиянием более интенсивного действия тепла, солнечной радиации, кислорода воздуха, влаги, наличия природных катализаторов и других действий довольно глубоко прошли не только процессы окислительной полигидроконденсации и окисления, но и процессы деструкции и разрушения первоначальной структуры высокомолекулярных углеводородов, что привело к снижению молекулярной массы мальтеновой фракции НБП, которая наиболее сильно подверглась изменению, а прошедшие в мальтенах в дальнейшем реакции окислительной полидегидроконденсации, циклизации гетероароматических структур мальтеновой части киров, а также процессы декарбонирования и дегидратации привели к образованию высокомолекулярной части мальтенов, асфальтенов и карбенов.

Выделенные органические фракции НБП в зависимости от глубины залегания породы (1 – 5,3 м; 7,2 – 12,5 м; 14 – 20,9 м; 22,7 – 28,3 м) имеют различную температуру размягчения природного битума: 29,1° С, 27,0° С, 24,5° С и 21,7° С. Из всех выделенных органических фракций НБП самой эффективной оказалась фракция с температурой размягчения 29,1° С. Работа продолжается. Следующим этапом исследования является применение природного битумного материала в технологии разработки тех или иных марок битума: изоляционных, кровельных, дорожных или битумных эмульсий и др. Оставшаяся после выделения органической фракции минеральная часть может найти применение в качестве наполнителя при производстве асфальтобетона, либо в качестве материала для основания дорожного покрытия.

ВЫВОДЫ. Таким образом, благоприятные геолого-технические и экономические параметры: небольшие глубины залегания, высокое содержание природного битума (17,2%) в нефтебитуминозной породе, незначительная степень его измененности, большая плотность запасов, сравнительно невысокие предстоящие текущие издержки – выдвигают нефтебитуминозные породы месторождения Есекжал Юго – Западный в число приоритетных объектов для изучения, освоения и использования. 

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Надиров Н.К., Мусаев Г.А., Ромашов Г.В. Исследование состава и свойств нефтебитуминозных пород Казахстана // Нефтехимия. – 1991. –Т. 31. – № 6. – С. 781-785. [Nadirov N.K., Musaev G.A., Romashov G.V. Issledovanie sostava i svojstv neftebituminoznyh porod Kazahstana // Neftekhimiya. – 1991. –Т. 31. – № 6. – S. 781-785.]
- 2 Розенталь Д.А., Березников А.В., Федосова В.А. Изучение химического состава органической части киров с применением метода интегрального структурного анализа // Нефтебитуминозные породы. Алма - Ата: Наука, 1982. – С. 94 – 98. [Rozenal' D.A., Bereznikov A.V., Fedosova V.A. Izuchenie himicheskogo sostava organicheskoy chasti kirov s primeneniem metoda integral'nogo strukturnogo analiza // Neftebituminoznye porody. Alma - Ata: Nauka, 1982. – S. 94 – 98.]
- 3 Гуцалюк В.Г., Сдобнов Е.И., Байтуова А.Д., Надиров Н.К., Рафиков С.Р. Исследование органической части месторождений Мунайлы-Мола и Иман-Кара. – Алма-Ата:

- Наука, 1982. – С. 101-106. [Gucalyuk V.G., Sdobnov E.I., Bajtuova A.D., Nadirov N.K., Rafikov S.R. Issledovanie organicheskoy chasti mestorozhdenij Munajly-Mola i Iman-Kara. – Alma-Ata: Nauka, 1982. – S. 101-106.]
- 4 Айгистова С.Х., Садыков А.Н., Харламов В.А., Нигматуллина Р.Ш. Нефтебитуминозные породы. – Алма-Ата: Наука, 1982. – С. 106-109. [Ajgistova S.H., Sadykov A.N., Harlamov V.A., Nigmatullina R.SH. Neftebituminoznye породы. – Alma-Ata: Nauka, 1982. – S. 106-109]
 - 5 Бекбулатов Ш.Х., Елкин В.Н., Стрельникова В.Я. и др. Проблемы переработки тяжелых нефтей. – Алма-Ата, 1980. – С. 159-184. [Bekbulatov SH.H., Elkin V.N., Strel'nikova V.YA. i dr. Problemy pererabotki tyazhelyh neftej. – Alma-Ata, 1980. – С. 159-184.]
 - 6 Соколова А.Г., Мусаев Г.А., Горенштейн Р.Г., Дюсенгалиев К.И. Парамагнитные свойства природных битумов и нефтей Западного Казахстана // Горючие сланцы. – 1993. – Т. 10. – № 3-3. – С. 147-157. [Sokolova A.G., Musaev G.A., Gorenstejn R.G., Dyusengaliev K.I. Paramagnitnye svojstva prirodnyh bitumov i neftej Zapadnogo Kazahstana // Goryuchie slancy. – 1993. – Т. 10. – № 3-3. – S. 147-157.]
 - 7 Ishmukhamedova N. K. Road bitumens with the modifield additives // Science and technology. – 2011. – V. 6. – P. 76-78.
 - 8 Ишмухамедова Н.К. Изучение органической фракции нефтебитуминозной породы месторождения Сатыпалды // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2016. – № 11. – С. 22-24. [Ishmuhamedova N.K. Izuchenie organicheskoy frakcii neftebituminoznoj породы mestorozhdeniya Satypaldy // Neftepererabotka i neftekhimiya. – 2016. – № 11. – S. 22-24.]
 - 9 Ишмухамедова Н. К., Каримов О.Х. Состав нефтебитуминозных пород месторождения Алимбай Республики Казахстан // Нефтегазовое дело. – 2017. – № 5. – С. 6 – 19. [Ishmuhamedova N. K., Karimov O.H. Sostav neftebituminoznyh пород mestorozhdeniya Alimbaj Respubliki Kazahstan // Neftegazovoe delo. – 2017. – № 5. – S. 6 – 19.]
 - 10 Ишмухамедова Н.К. Изучение компонентного состава нефтебитуминозной породы месторождения Койкара // Нефть и газ. – 2021. – № 4 (124). – С. 80-90. [Ishmuhamedova N.K. Izuchenie komponentnogo sostava neftebituminoznoj породы mestorozhdeniya Kojkara // Nef' i gaz. – 2021. – № 4 (124). – S. 80-90.]
 - 11 Надиров Н.К. Высоковязкие нефти и природные битумы. – Т. 5. – Алматы: «Фылым», 2001. – 336 с. [Nadirov N.K. Vysokovyazkie nef'ti i prirodnye bitумы. – Т. 5. – Almaty: «Fylym», 2001. – 336 s.]
 - 12 Ахметова Р.С., Глазман Е.П. Определение группового состава битумов / Труды БашНИИНП. – Вып.8 «Высокосернистые нефти и проблемы их переработки». – Москва, 1968. – С. 187. [Ahmetova R.S., Glazman E.P. Opredelenie gruppovogo sostava bitumov / Trudy BashNIINP. – Vyp.8 «Vysokosernistye nef'ti i problemy ih pererabotki». – Moskva, 1968. – S. 187.]
 - 13 Мусаев Г.А. Комплексное исследование физико-химических свойств асфальтенов из нефтей и природного битума Казахстана: автореф. канд. дис....М.: МИНГ им. Губкина, 1983. 168 с. [Musaev G.A. Kompleksnoe issledovanie fiziko-himicheskikh svojstv asfal'tenov iz neftej i prirodnogo bituma Kazahstana: avtoref. kand. dis....M.: MING im. Gubkina, 1983. 168 s.]