

the calculation of phase equilibria of gas hydrates and prevent hydrate formation in natural gas production systems], Moscow, All-Russian Research Institute of Natural Gases and Gas Technologies Publ. House, 1985. 124 p.

16. Nikolaev Yu. P., Sinyakov V. N., Serebryakov A. O., Serebryakov O. I. *Inzhenernaya geologiya i poleznye iskopaemye Prikaspiya* [Engineering geology and minerals of Caspian], Astrakhan, TsNTEP Publ., 2007. 492 p.

## **КИСЛОТНОСТЬ НЕФТИ СОСТИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛМЫКИИ И ЕЁ ФРАКЦИЙ**

*Эрдниева Ольга Григорьевна*

кандидат химических наук, доцент

Калмыцкий Государственный Университет

358000, Российская Федерация, Республика Калмыкия, г. Элиста, ул. Пушкина, 11

E-mail: erdnieva\_og@kalmsu.ru

*Сангаджиев Мерген Максимович*

кандидат геолого-минералогических наук, доцент

Калмыцкий Государственный Университет

358000, Российская Федерация, Республика Калмыкия, г. Элиста, ул. Пушкина, 11

E-mail: smm54724@yandex.ru

*Басанова Сагара Савровна*

студентка

Калмыцкий Государственный Университет

358000, Российская Федерация, Республика Калмыкия, г. Элиста, ул. Пушкина, 11

Данная статья посвящена определению кислотности нефти Состинского месторождения (скв. № 3, 8, 9) и отдельных ее фракций. Определение кислотного числа осуществляли титриметрическим способом. В качестве индикатора применяли нитрозиновый желтый. Сущность метода заключается в титровании кислых соединений испытуемого продукта спиртовым раствором гидроксида калия в присутствии цветного индикатора и определении для светлых нефтепродуктов кислотности, выраженной в мг КОН на 100 см<sup>3</sup>, для масел и смазок – кислотного числа, выраженного в мг КОН/г. Исследуемые нефти обладают низкой кислотностью. В пробе скв. № 9 нефтяные кислоты отсутствуют. Получение бензиновой, лигроиновой, керосиновой и дизельной фракций осуществляли по ГОСТ 2177-99. Фракционную перегонку нефти проводили при атмосферном давлении на аппарате типа АРНС-1Э. Кислотность равна 5 мг КОН на 100 мл топлива. Это больше, чем для рассмотренных выше бензинов и керосина. Исследования показали, что дистиллятные фракции нефти Состинского месторождения, скв. № 3, 8, характеризуются низким содержанием нефтяных кислот. Содержание нефтяных кислот не превышает норм, предусмотренных перечисленными выше ГОСТами. Кислотность фракций нефти скв. № 9 отсутствует. Все исследуемые нефти и фракции нефтей соответствуют ГОСТам.

**Ключевые слова:** кислотность, кислотное число, нефтяные кислоты, нафтеновые кислоты, фракции нефти, цветной индикатор, гидроксид калия

**ACIDITY OF SOSTINSKIY OIL FIELD  
OF KALMYKIA AND ITS FRACTIONS**

***Erdnieva Olga G.***

C.Sc. in Chemistry  
Associate Professor  
Kalmyk State University  
11 Pushkin st., Elista, Republic of Kalmykia, 358000, Russian Federation  
E-mail: erdnieva\_og@kalmsu.ru

***Sangadzhiev Mergen M.***

C.Sc. in Geology and Mineralogy, Associate Professor  
Kalmyk State University  
11 Pushkin st., Elista, Republic of Kalmykia, 358000, Russian Federation  
E-mail: smm54724@yandex.ru

***Basanova Saglara S.***

Student  
Kalmyk State University  
11 Pushkin st., Elista, Republic of Kalmykia, 358000, Russian Federation

This article is devoted to the determination of acidity Sostinskoe oil field (well no. 3, 8, 9) and some of its fractions. Determination of acid value was carried out by titrimetric method as used nitrozin indicator yellow. The essence of the method lies in the titration of the test product of the acidic compounds with an alcohol solution of potassium hydroxide in the presence of a color indicator and light oil for determining acidity, expressed in mg KOH/100 cm<sup>3</sup> for oils and greases – acid number, expressed in mg KOH/g. The test oil has low acidity. In the sample wells no. 9 oil acids are absent. Getting gasoline, naphtha, kerosene and diesel fractions was carried out according to GOST 2177-99. Fractional distillation of crude oil was carried out at atmospheric pressure on the unit type Arns-1E. Acidity equal to 5 mg KOH per 100 ml of fuel. This is more than the above gasoline and kerosene. Studies have shown that oil distillate fractions of Sostinskiy field, wells no. 3, 8, characterized by a low content of oil acids. The content of oil acids does not exceed the standards set listed above state standards. The acidity of oil fractions wells no. 9 missing. All test oil and petroleum fractions correspond to state standards.

**Keywords:** pH, acid number, oil acids, naphthenic acids, oil fractions, colored indicator, potassium hydroxide

Кислотность нефти обусловлена содержанием в ней алифатических и циклических карбоновых кислот, фенолов и других кислородных соединений кислотного характера. Все кислые вещества, выделяемые из нефти растворами щелочей, объединяют термином «нефтяные кислоты» [4, 10].

Содержание нефтяных кислот в нефтях – от следов до 1 % (по массе) и более. В нефтях обнаружено более 20 алифатических карбоновых кислот: муравьиная, уксусная, пропионовая, масляная, капроновая, энантовая, пальмитиновая, стеариновая, миристиновая, арахиновая и др. При этом преобладают кислоты с четным числом атомов углерода. А пальмитиновая кислота (C<sub>16</sub>H<sub>32</sub>O<sub>2</sub>) содержится в аномально большом количестве. Нафтенновые кислоты

различных нефтей представляют собой монокарбоновые кислоты ряда циклопентана и циклогексана [3, 14].

Идентифицированы следующие соединения фенола: фенол, алкилфенолы (крезолы, ксиленолы и др.), цикло-алкилфенолы, дициклоалкилфенолы, нафтолы. Трудность выделения и исследования фенолов связана с их незначительным содержанием в нефтях (менее 0,1 %) и легкой осмояемостью [2, 13]. Обычно с повышением температуры выкипания нефтяной фракции содержание кислот в ней увеличивается. Максимальное количество кислот содержится в средних фракциях. Снижение содержания кислот в тяжелых фракциях связывают с их термическим разложением при перегонке нефти [1, 12].

Нефтяные кислоты, обладающие значительной поверхностной активностью, влияют на такие процессы нефтедобычи и нефтепереработки, как нефтевытеснение, эмульгирование, отложение парафинов и солей, коррозия оборудования. Низкомолекулярные алифатические кислоты обладают большой коррозионной активностью. Из-за коррозионной активности нефтяных кислот ограничивают их содержание в моторных топливах и смазочных маслах [11]. Цель работы – определение кислотности нефти Состинского месторождения (скв. № 3, 8, 9) и отдельных ее фракций.

Для достижения цели были выдвинуты следующие задачи:

- 1) определить кислотность сырой нефти (скв. № 3, 8, 9);
- 2) определить кислотность бензиновых фракций (скв. № 3, 8, 9);
- 3) определить кислотность керосиновых фракций (скв. № 3, 8, 9);
- 4) определить кислотность лигроиновых фракции (скв. № 3, 8, 9);
- 5) определить кислотность дизельных фракции (скв. № 3, 8, 9).

Объектами исследования – пробы нефти Состинского месторождения:

- скважина № 3 (дата отбора – 7.09.2012 г.);
- скважина № 8 (дата отбора – 7.09.2012 г.);
- скважина № 9 (дата отбора – 7.09.2012 г.).

Состинское нефтяное месторождение находится в Ики-Бурульском районе Республики Калмыкия, в 26 км от поселка Черноземельский. Оно было открыто в 1984 г. Из-за недоразведанности и отсутствия обустройства месторождение находилось 15 лет в консервации. В настоящее время Состинское месторождение разрабатывается тремя скважинами № 3, 8, 9.

Определение кислотного числа осуществляли титриметрическим способом. В качестве индикатора применяли нитрозиновый желтый.

Сущность метода заключается в титровании кислотных соединений испытуемого продукта спиртовым раствором гидроксида калия в присутствии цветного индикатора и определении для светлых нефтепродуктов кислотности, выраженной в мг КОН на 100 см<sup>3</sup>, для масел и смазок – кислотного числа, выраженного в мг КОН/г [10, 15, 16].

Результаты определения содержания нефтяных кислот в сырой нефти приведены в таблице 1

Таблица 1

**Кислотное число в нефти Состинского месторождения, скважина № 2**

№ скв.	Кислотное число (КЧ), мг КОН/г
3	0,0005
8	0,0004
9	0,0

Исследуемые нефти обладают низкой кислотностью. В пробе скв. № 9 нефтяные кислоты отсутствуют. Фракционную перегонку нефти проводили при атмосферном давлении на аппарате типа АРНС-1Э [7]. Бензины делятся на автомобильные и авиационные.

В зависимости от октанового числа устанавливаются следующие марки автомобильных бензинов:

- А-72 – с октановым числом по моторному методу не менее 72;
- А-76 – с октановым числом по моторному методу не менее 76;
- АИ-91 – с октановым числом по исследовательскому методу не менее 91;
- АИ-93 – с октановым числом по исследовательскому методу не менее 93;
- АИ-95 – с октановым числом по исследовательскому методу не менее 95.

Выход фракции составил:

Таблица 2

Скважина №	ВЫХОД ФРАКЦИЙ, %					
	Температу-ра начала кипения, °С	Бензиновая фракция от нач. кип. до 140°	Лигроиновая фракция от 140 до 180°	Керосиновая фракция от 180 до 240°	Дизельная фракция от 240 до 350°	Всего до 350°
3	51	14,5	10,3	9,7	16,3	50,8
8	64,5	10,7	9,8	11,0	20,4	51,9
9	54,5	14,2	9,9	14,7	25,6	65,4

Автомобильные бензины подразделяют на следующие виды:

- летний – для применения во всех районах, кроме северных и северо-восточных, в период с 1 апреля по 1 октября; в южных районах допускается применять летний вид бензина в течение всех сезонов;
- зимний – для применения в течение всех сезонов в северных и северо-восточных районах и остальных районах с 1 октября по 1 апреля.

Кислотность присутствует на 5-ой позиции среди тринадцати физико-химических характеристик автомобильных бензинов [6]. Это одно из обязательных требований, предъявляемых к бензинам разных марок.

Таблица 3

**Физико-химическая характеристика автомобильного бензина ГОСТ 2084-77**

Наименование показателя	Значение для марки						Метод испытания	
	А-72		А-76		АИ-91	АИ-93		АИ-95
	Неэтилированный	Неэтилированный	Этилированный	Неэтилированный	Неэтилированный	Неэтилированный		
1. Детонационная стойкость: октановое число, не менее;								
по моторному методу	72	76	76	82,5	85	85	По ГОСТ 511	
по исследовательскому методу	Не нормируется			91	93	95	По ГОСТ 8226	

*Geologiya, Geografiya i Globalnaya Energiya (Geology, Geography and Global Energy)*  
**2014. No. 2 (53)**  
*Geology, Prospecting, Exploration of Oil and Gas*

2. Массовая концентрация свинца, г, на 1 дм <sup>3</sup> бензина, не более	0,013	0,013	0,17	0,013	0,013	0,013	ПоГОСТ 28828 с дополнением по п. 4.5 настоящего стандарта
3. Фракционный состав:							ПоГОСТ 2177
температура начала перегонки бензина, °С, не ниже:							
летнего	35	35	35	35	35	30	–
зимнего	Не нормируется						–
10 % бензина перегоняется при температуре, °С, не выше:							
летнего	70	70	70	70	70	75	–
зимнего	55	55	55	55	55	55	–
50 % бензина перегоняется при температуре, °С, не выше:							
летнего	115	115	115	115	115	120	–
зимнего	100	100	100	100	100	105	–
90 % бензина перегоняется при температуре, °С, не выше:							
летнего	180	180	180	180	180	180	–
зимнего	160	160	160	160	160	160	–
конец кипения бензина, °С, не выше:							–
летнего	195	195	195	205	205	205	–
зимнего	185	185	185	195	195	195	
остаток в колбе, %, не более	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
остаток и потери, %, не более	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	–
4. Давление насыщенных паров бензина, кПа (мм рт. ст.), не более:							ПоГОСТ 1756 (арбитражный метод) или ГОСТ 28781
летнего	66,7 (500)	66,7 (500)	66,7 (500)	66,7 (500)	66,7 (500)	66,7 (500)	–
зимнего	66,7–93,3 (500–700)	66,7–93,3 (500–700)	66,7–93,3 (500–700)	66,7–93,3 (500–700)	66,7–93,3 (500–700)	66,7–93,3 (500–700)	
5. Кислотность, мг КОН на 100 см <sup>3</sup> бензина, не более	3,0	1,0	3,0	3,0	0,8	2,0	ПоГОСТ 5985 с дополнением по п. 4.3 настоящего стандарта или по ГОСТ 11362
6. Концентрация фактических смол в мг на 100 см <sup>3</sup> бензина, не более:							ПоГОСТ 1567
на месте производства	5,0						–
на месте потребления	10,0						
7. Индукционный период бензина на месте производства, мин, не менее	600	1200	900	900	1200	900	ПоГОСТ 4039

8. Массовая доля серы, %, не более	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	По ГОСТ 19121
9. Испытание на медной пластине	Выдерживает						По ГОСТ 6321
10. Водорастворимые кислоты и щелочи	Отсутствие						По ГОСТ 6307
11. Механические примеси и вода							По п. 4.4 настоящего стандарта
12. Цвет	–	–	Желтый	–	–	–	Визуально
13. Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>	Не нормируется. Определение обязательно						По ГОСТ 3900

Таблица 4

**Кислотность автомобильных бензинов ГОСТ 2084–77**

Наименование показателя	<i>A-72</i>	<i>A-76 неэтилированный</i>	<i>A-76 этилированный</i>	<i>AI-91</i>	<i>AI-93</i>	<i>AI-95</i>	Метод испытания
5. Кислотность, мг КОН на 100 см <sup>3</sup> бензина, не более	3,0	1,0	3,0	3,0	0,8	2,0	По ГОСТ 5985 с дополнением по п. 4.3 настоящего стандарта или по ГОСТ 11362

Авиационные бензины должны выпускаться следующих марок:

- авиационный бензин Б – 95 /130
- авиационный бензин Б – 91 / 115

Среди перечисленных 19-ти ГОСТовских характеристик присутствует кислотность. Значения кислотности авиационных бензинов приведены в таблице 5 [5].

Таблица 5

**Кислотность авиационных бензинов ГОСТ 1012–72**

Наименование показателя	<i>Б 95/130</i>	<i>Б 91/115</i>	Наименование испытания
6. Кислотность в мг/КОН на 100 см <sup>3</sup> бензина, не более	0,3		По ГОСТ 5985 или ГОСТ 11362

Кислотность автомобильных бензинов в целом изменяется от 0,8 до 3,0 мг КОН на 100 мл бензина, а у авиационных она должна быть не более 0,3 мг КОН на 100 мл бензина. Керосины и дизельные топлива должны также соответствовать требованиям ГОСТ. Среди перечисленных 20-ти ГОСТовских характеристик керосина ТС-1 присутствует кислотность [8].

Таблица 6

**Кислотность керосина ТС-1 ГОСТ 10227-86**

№	Наименование показателей	Норма
6.	Кислотность, мг КОН/100 см <sup>3</sup> , не более	0,7

Кислотность является небольшой. Среди перечисленных 21-ых ГОСТовских показателей дизельного топлива присутствует кислотность [9].

Таблица 7

**Кислотность дизельного топлива ГОСТ 305 – 82**

Наименование показателя	Норма для марки			Метод испытания
	<i>Л</i>	<i>З</i>	<i>А</i>	
13. Кислотность, мг КОН на 100 см <sup>3</sup> топлива, не более	5	5	5	По ГОСТ 5985

Кислотность равна 5 мг КОН на 100 мл топлива. Это больше, чем для рассмотренных выше бензинов и керосина.

Результаты определения кислотности бензиновой, лигроиновой, керосиновой и дизельной фракций исследуемой нефти Состинского месторождения приведены в таблицах 8, 9.

Исследования показали, что дистиллятные фракции нефти Состинского месторождения, скв. № 3, 8, характеризуются низким содержанием нефтяных кислот. Содержание нефтяных кислот не превышает норм, предусмотренных ГОСТами.

Кислотность фракций нефти скв. № 9 отсутствует. Все исследуемые нефти и фракции нефтей соответствуют ГОСТ.

Таблица 8

**Кислотное число фракций нефти Состинского месторождения, скважина № 3**

Название фракции	Температура кипения	Кислотное число (КЧ), мг КОН/ 100 мл
Бензиновая	От начала кипения - 140°	0,0067
Лигроиновая	140° - 180°	отсутствует
Керсиновая	180° - 270°	отсутствует
Дизельная	270° - 350°	0,0013

Таблица 9

**Кислотное число фракций нефти Состинского месторождения, скважина № 8**

Название фракции	Температура кипения	Кислотное число (КЧ), мг КОН/ 100 мл
Бензиновая	От начала кипения – 140°	0,0064
Лигроиновая	140–180°	0,0013
Керсиновая	180–270°	0,0015
Дизельная	270–350°	0,0017

Ниже приведены таблицы сравнения кислотности исследуемых фракций с различными марками бензинов, керосина и дизельного топлива (табл. 10–14).

Исследования показали, что дистиллятные фракции нефти Состинского месторождения, скв. № 3, 8, характеризуются низким содержанием нефтяных кислот. Содержание не превышает норм, предусмотренных перечисленными выше ГОСТами. Что касается скважины №9, то ни в самой нефти ни в отдельных ее фракциях нефтяные кислоты не обнаружены.

Таблица 10

**Сравнение кислотности бензиновых фракций (скв. № 3, 8) с автомобильным бензином ГОСТ 2084–77**

Бензиновая фракция	Кислотное число (КЧ), мг КОН на 100 мл	Автомобильный бензин ГОСТ 2084 - 77				
		А-72		А-76		АИ-91
		неэтили- рован- ный	неэтили- рованный	этили- рован- ный	неэти- лиро- ванный	неэтили- рован- ный

Скв. № 3	0,00067	3,0	1,0	3,0	3,0	0,8	2,0
Скв. № 8	0,00064						

Таблица 11

**Сравнение кислотности бензиновых фракций (скв. № 3, 8)  
с авиационным бензином (ГОСТ1012–72)**

Авиационный бензин ГОСТ1012–72		Кислотное число (КЧ), мг КОН/ 100 мл	
Б 95/130	Б 91/115	Скв. № 3	Скв. № 8
0,3		0,00067	0,00064

Таблица 12

**Сравнение кислотности керосиновых фракций (скв. № 3, 8)  
с авиационным керосином ТС–1 (ГОСТ 10227-86)**

Авиационный керосин ГОСТ10227–6		Кислотное число (КЧ), мг КОН на100 мл	
ТС–1		Скв. № 3	Скв. № 8
0,7		Отсутствует	0,00134

Таблица 13

**Сравнение кислотности лигроиновых фракций (скв. № 3, 8)  
с дизельным топливом марки Л, З, А (ГОСТ 305–82)**

Дизельным топливом ГОСТ 305–82			Кислотное число (КЧ), мг КОН на100 мл	
Л	З	А	Скв. № 3	Скв. № 8
5			Отсутствует	0,0015

Таблица 14

**Сравнение кислотности дизельных фракций (скв. № 3, 8)  
с дизельным топливом марки Л, З, А (ГОСТ 305–82)**

Дизельным топливом ГОСТ 305–82			Кислотное число (КЧ), мг КОН на 100 мл	
Л	З	А	Скв. № 3	Скв. № 8
5			0,0013	0,0017

**Список литературы**

1. Арешидзе Х. И. Исследования в области химии нефти / Х. И. Арешидзе. – Тбилиси : Мецниереба, 1980. – 237 с.
2. Богомолов А. И. Современные методы исследования нефтей / А. И. Богомолов. – Ленинград : Недра, 1984. – 324 с.
3. Богомолов А. И. Химия нефти и газа / А. И. Богомолов. – Ленинград : Химия, 1989. – 359 с.
4. Гаврилов В. П. «Черное золото» планеты / В. П. Гаврилов. – Москва : Недра, 1978. – 189 с.
5. ГОСТ 1012–72. Бензины авиационные. Технические условия. – Взамен ГОСТ 1012–54 ; введен 1973–01–01. – Москва : Госстандарт СССР, 2009. – 12 с.
6. ГОСТ 2084–77. Бензины автомобильные. Технические условия. – Взамен ГОСТ 2084–67 ; введен 1979–01–01. – Москва : Госстандарт СССР, 2003. – 9 с.
7. ГОСТ 2177–99. Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава. – Взамен ГОСТ 2177–82 ; введен 2001–01–01. – Минск : Межгосударственный стандарт, 2006. – 25 с.
8. ГОСТ 10227–86. Топлива для реактивных двигателей. Технические условия. – Взамен ГОСТ 16564–71, ГОСТ 10227–62 ; введен 1987–01–01. – Москва : Госстандарт СССР, 2008. – 14 с.
9. ГОСТ 305–82. Топливо дизельное. Технические условия. – Взамен ГОСТ 305–73, ГОСТ 4749–73 ; введен 1983–01–01. – 11 с.
10. Дияров И. И. Химия нефти. Руководство к лабораторным занятиям : учебное пособие для вузов / И. И. Дияров. – Ленинград : Химия, 1990. – 240 с.
11. Пучков Н. Г. Товарные нефтепродукты: их свойства и применение / Н. Г. Пучков. – Москва : Химия, 1971. – 267 с.
12. Рябов В. Д. Химия нефти и газа : учебное пособие / В. Д. Рябов. – Москва : ФОРУМ, 2009. – 336 с.



13. Скиданова Ю. А. Оценка качества нефти Эркетеновского месторождения / Ю. А. Скиданова, О. Г. Эрдниева // Проблемы сохранения и рационального использования биоразнообразия Прикаспия и сопредельных регионов : материалы V международной научно-практической конференции. – Элиста, 2006. – 133 с.
14. Сыркин А. М. Основы химии и нефти / А. М. Сыркин, Э. М. Мовсумзаде. – Уфа : Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2002. – 365 с.
15. Эрдниева О. Г., Сангаджиева Л. Х., Бадмаев Ч. М. Физико-химические исследования нефтей и нефтепродуктов / О. Г. Эрдниева, Л. Х. Сангаджиева, Ч. М. Бадмаев. – Часть 1. – Элиста : Калмыцкий государственный университет, 2012. – 116 с.
16. Эрих В. Н. Химия и технология нефти и газа / В. Н. Эрих. – Ленинград : Химия, 1977. – 424 с.

#### References

1. Areshidze Kh. I. *Issledovaniya v oblasti khimii nefi* [Investigations on the chemistry of oil], Tbilisi, Metsniereba Publ., 1980. 237 p.
2. Bogomolov A. I. *Sovremennye metody issledovaniya neftey* [Modern methods of research oils], Leningrad, Nedra Publ., 1984. 324 p.
3. Bogomolov A. I. *Khimiya nefi i gaza* [Chemistry of oil and gas], Leningrad, Khimiya Publ., 1989. 359 p.
4. Gavrilov V. P. «*Chernoe zoloto*» *planety* ["Black gold" of the planet], Moscow, Nedra Publ., 1978. 189 p.
5. GOST 1012–72. Gasoline for aviation. Specifications. Instead of GOST 1012–54, introduced 1973–01–01. Moscow, Union State Standard SSR Publ. 12 p.
6. GOST 2084–77. Gasoline for automobiles. Specifications. Instead of GOST 2084–67, introduced 1979–01–01. 9 p.
7. GOST 2177–99. Petroleum products. Methods for determining the fractional composition. Instead of GOST 2177–82, introduced 2001–01–01. Minsk, Interstate standard Publ. 25 p.
8. GOST 10227–86. Jet fuel. Specifications. Instead of GOST 16564–71, GOST 10227–62, introduced 1987–01–01. 14 p.
9. GOST 305–82. Diesel fuel. Specifications. Instead of GOST 305–73, GOST 4749–73, introduced 1983–01–01. 11 p.
10. Diyarov I. I. *Khimiya nefi. Rukovodstvo k laboratornym zanyatiyam* Diyarov I. I. *Khimiya nefi. Rukovodstvo k laboratornym zanyatiyam* [Chemistry of oil. A guide to laboratory work], Leningrad, Khimiya Publ., 1990. 240 p.
11. Puchkov N. G. *Tovarnye nefteprodukty ikh svoystva i primeneniye* [Commercial oil: properties and applications], Moscow, Khimiya Publ., 1971. 267 p.
12. Ryabov V. D. *Khimiya nefi i gaza* [Chemistry of oil and gas], Moscow, FORUM Publ., 2009. 336 p.
13. Skidanova Yu. A., Erdnieva O. G. Otsenka kachestva nefi Erketenovskogo mestorozhdeniya [Assessment of the quality of oil Erketenovskiy deposit]. *Problemy sokhraneniya i ratsionalnogo ispolzovaniya bioraznoobraziya Prikaspiya i sopredelnykh regionov : materialy V mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [The problems of Conservation and Sustainable Use of Biodiversity of the Caspian Sea and Adjacent Regions. Proceedings of V International Scientific and Practical Conference], Elista, 2006. 133 p.
14. Syркин А. М., Мовсумзаде Э. М. *Osnovy khimii i nefi* [Basics of chemistry and oil], Ufa, Ufa State Petroleum Technological University Publ. House, 2002. 365 p.
15. Erdnieva O. G., Sangadzhieva L. Kh., Badmaev Ch. M. *Fiziko-khimicheskie issledovaniya neftey i nefteproduktov* [Physical and chemical investigations of oil and oil products], Elista, Kalmyk State University Publ. House, part 1, 2012. 116 p.
16. Eriх V. N. *Khimiya i tekhnologiya nefi i gaza* [Chemistry and technology of oil and gas], Leningrad, Khimiya Publ., 1977. 424 p.