

Гидроминеральные ресурсы нефтяного месторождения Нефтчала

Ф.М. Гаджиев, д.г.-м.н.,
Т.М. Керимов, к.х.н.,
Н.А. Атакишиева
НИПИнефтегаз

e-mail: nailaaliqizi@rambler.ru

Neftçala neft yatağının hidromineral ehtiyatları

F.M. Hacıyev, g.-m.e.d., T.M. Kərimov, k.e.n.,
N.Ə. Atakışiyeva
"Neftqazelmətdəqiqatlayihə" İnstitutu

Açar sözlər: hidromineral resurslar, suyun mineralaşması, süzülmə əmsali, suyun debiti, mikrokomponentlər.

Məqalə Neftçala neft yatağının hidromineral resurslarından istifadə olunmasına həsr olunmuşdur. Tədqiq olunan rayonun hidrokimyəvi səciyyəsi verilmişdir. Neftçala yatağının lay sularından iqtisadiyyatda istifadəsi böyük əhəmiyyət kəsb edən duzların, yodun, stronsiumun, brom və litiumun alınması perspektivləri öyrənilmişdir.

Hydromineral resources of Neftchala oil field

F.M. Hajiyev, Dr.Sc. in G-M., T.M. Kerimov, Can.Sc. in Ch.,
N.A. Atakishiyeva
"Oil Gas Scientific Research Project" Institute

Keywords: hydromineral resources, water mineralization, filtration rate, water discharge, trace components.

The paper considers hydromineral resources of Neftchala oil field. Hydrochemical characteristics of reviewed field has been studied. The prospects of salt, iodine, strontium, bromine and lithium from associated waters of Neftchala field widely used in the economy have been explored.

Ключевые слова: гидроминеральные ресурсы, минерализация вод, коэффициент фильтрации, дебит воды, микрокомпоненты.

Нефтяное месторождение Нефтчала находится на юго-востоке Нижнекуринской впадины, на 140 км южнее Баку, на берегу Каспийского моря и на 12 км южнее от места впадения Куры в Каспийское море. Учитывая высокое содержание йода и брома в пластовых водах месторождения, еще в 1930 г. был построен завод по извлечению этих компонентов. В дальнейшем, для обеспечения завода высококачественным сырьем был организован специальный промысел по добыче йодо-бромных вод.

Краткая гидрохимическая характеристика объектов разработки гидроминерального месторождения Нефтчала (водного промысла) приводится в табл. 1. В действующий фонд промысла входит 45 скважин со средним дебитом 215 м³/сут. (3.53 млн. т/год). Из таблицы следует, что объектом добычи воды является I горизонт Абшеронского и I–VI горизонты Балаханского яруса (продуктивная толща (ПТ)), залегающие на глубинах 690–1529 м. Минерализация этих вод колеблется от 62.82 до 142.93 г/л. Все воды жесткие, по классификации В.А.Сулина, относятся к хлоркальциевым (ХК) типам. Основными компонентами ионного состава являются HCO₃⁻ + CO₃²⁻ – 0 – 0.65; SO₄²⁻ – 0 – 0.89; Cl – 1128.2 – 2483.6; Mg²⁺ – 144.6 – 231.1; Ca²⁺ – 77.1–290.2; Na⁺+K⁺ – 667.5–2127.9 мг-экв/л. Содержание микрокомпонентов изменяется в следующих пределах: J–41.6–49.6; Br–112.0–270.4; Sr²⁺–317–385; Li⁺–2.3–7.05 мг/л. В среднем концентрация J–45.3; Br–205.9; Sr²⁺–342 и Li⁺–4.72 мг/л. В верхней части

Таблица 1

Номер скважины	Геологический возраст объектов	Плотность при 20 °С, кг/м ³	Минерализация, г/л	Среднее содержание ионов в пластовых водах, мг/л						Макрокомпоненты, мг/л				rNa/Cl	
				Na ⁺ +K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻ CO ₃ ²⁻	НВ, O ₂	I	Br	Sr ²⁺		Li ⁺
741	Q ₁ , Ab	1046.0	62.82	15353	4615	2810	40001	7	36	0	48.3	161.2	325	2.3	0.59
956	N ¹ ₃ , I-IV горизонты	1095.0	125.61	39581	5816	2261	77768	181	0	0	44.0	254.0	385	5.0	0.78
1529	N ² ₁ , IV-VI	1109.0	142.93	47784	5261	1758	88061	2	61	0	43.4	270.4	350	7.05	0.84
1546	N ² ₂ , III-VI	1140.0	137.28	48942	1546	2191	84528	14	61	0	41.6	232.0	335	4.26	0.89
690	Q ₁ , Ab ₁	1048.0	63.28	16301	4615	2310	40001	10	39	0	49.6	112.0	317	5.0	0.63
Средний показатель по месторождению	Q ₁ , N ¹ ₂	1087.6	106.38	33592	4371	2266	66072	43	39	0	45.3	205.9	342	4.72	0.75

Примечание. Генетический тип воды по В.А.Сулину – хлор-кальциевый

разреза залегают более минерализованные пластовые воды, которые с увеличением стратиграфической глубины залегания горизонтов несколько опресняются. Воды, в основном, жесткие, представлены ХК типом; иногда встречаются сульфатнатриевые (СН) и гидрокарбонатнатриевые (ГНК) типы. Коэффициент фильтрации изменяется в пределах 0.056–0.083 м/сут. Средний коэффициент водопроницаемости отложенный равен 1.8×10⁴ м²/сут, максимальный дебит воды из скважин на северо-восточном крыле складки достигает 808 м³/сут, а на юго-западном 29.7 м³/сут. Согласно приведенной таблице, в составе этих вод в объеме 3.53 млн. м³/год содержатся: NaCl–301 тыс. т, CaCl₂–70 тыс.т, MgCl₂–55 тыс. т; микрокомпонентов: йод – 160 т, бром – 727 т, стронций – 1207 т и литий – 16.7 т. Однако добыча промышленных йодо-бромных вод осуществляется не только в водном промысле, но в еще большем объеме при добыче нефти в пределах нефтяного месторождения Нефтчала. Были осуществлены сбор, систематизация и обобщение результатов химического анализа 328 проб воды.

Характерные химические анализы пластовых вод объектов разработки нефтяного месторождения Нефтчала приводятся в табл. 2, из которой видно, что I, II, и III горизонты Абшеронского яруса с минерализацией 55.5–134.5 г/л, залегающие на глубинах 235–504 м отличаются высоким содержанием йода (30.2–48.4 мг/л) и брома (66.9–191.8 мг/л) [1]. Воды Акчагильского яруса с минерализацией 71.5–85.8 г/л, залегающего на глубинах 450–569 м, содержат 12.7–30.0 мг/л йода и 132.9 мг/л брома.

I–VI горизонты Балаханского яруса, залегающие на глубинах 467.0–1837 м, с минерализацией 54.6–194.8 г/л содержат 22.05–53.3 мг/л йода, 74.5–299.7 мг/л брома. При этом наиболее высоким содержанием йода (38.8–53.3 мг/л) и брома (125.7–299.7 мг/л) отличается V горизонт ПТ.

Воды VII–XVI горизонтов ПТ, с минерализацией 33.6–138.8 г/л, залегающих на глубинах 1532–2803 м, характеризуются относительно низкими концентрациями йода: от 5.1, 11.3 до 35.68 мг/л, брома от 10.4, 40.8 до 226.6 мг/л.

Таблица 2

№№ скважин	Дата отбора проб воды	Фактурный индекс	Плотность при 20 °С кг/м³	Минерализация г/л	Содержание ионов, мг/л						Содержание микроэлементов, мг/г	Гематический индекс объекта				
					Na+K	Ca²+	Mg²+	Cl	SO₄	HCO₃+CO₃			RCO₃	HBr, O₂	J	Br
131	22.11.1941	350-346	1055.3	74.4	22836	3638	1570	46115	31	201		39.2	66.9	0.76	Q _{AP}	
163	30.11.1946	300-298	1041.5	55.5	15386	3489	1671	34665		174	149	33.2	66.9	0.69	Q _{AP}	
124	26.07.1941	262-265	1069.8	91.0	29325	3702	1524	56020		427		30.8	88.2	0.81	Q _{AP}	
659	17.07.1963	1068-687	1049.7	68.5	17943	5152	2181	43154		22	75	37.6	145.3	0.64	Q _{AP}	
311	13.04.1966	472-466	1206.0	134.5	41483	7061	2378	83410	15	104		48.4	191.8	0.77	Q _{AP}	
366	27.08.1949	552-569	1064.1	85.8	27167	4249	1262	53120	31	3.7		30.0	132.9	0.79	N ₁ , AK	
1011	02.06.1981	450	1055.2	71.5	23815	2455	964	43600	246	117	78	12.7	132.0	0.84	N ₁ , AK	
334	02.12.1950	547	1051.0	70.8	23591	2758	800	43600	61			25.1	127.0	0.84	N ₁ , MQ ₁	
413	29.11.1950	1235	1070.3	95.4	31653	3625	1240	58860	67			30.2	167.6	0.83	N ₁ , MQ ₁	
453	17.11.1950	1171	1061.2	84.1	28147	3713	560	51622	73			28.8	117.2	0.84	N ₁ , MQ ₁	
409	17.04.1951	1196-1195	1073.3	100.0	33068	3964	1260	61720	37			31.5	168.1	0.83	N ₁ , MQ ₁	
1062	08.06.1982	1132-1125	1055.3	78.0	29902	254	96	46583	25	920	235	25.4	128.6	0.99	N ₁ , MQ ₁	
429	08.11.1950	1359-1358	1084.6	116.4	37460	6138	930	70850	980			33.7	152.0	0.82	N ₁ , MQ ₁	
344	01.12.1950	755-722	1044.4	62.1	21430	1759	680	38130	81			25.0	107.9	0.87	N ₁ , MQ ₁	
379	18.11.1950	704-628	1038.1	54.6	19423	1290	370	33100	67	336		22.0	74.5	0.91	N ₁ , MQ ₁	
461	07.03.1951	1018-1008	1047.5	66.0	22735	1752	830	40520	165			41.5	210.7	0.87	N ₁ , MQ ₁	
80	17.07.1962	790-824	1098.0	128.6	40929	6462	1678	79414	111	52		36.3	236.0	0.8	N ₁ , MQ ₁	
83	26.12.1950	948-730	1145.7	194.8	61052	11368	1987	119510	884	49		53.3	246.8	0.8	N ₁ , MQ ₁	
434	17.07.1962	1837-1684	1120.6	156.6	50608	8193	1273	95894	611	24		38.8	299.7	0.8	N ₁ , MQ ₁	
436	23.09.1950	1534-1532	1025.3	37.0	14186	121	54	21917	529	175		20.5	54.0	1.0	N ₁ , MQ ₁	
436	02.01.1951	1554-1532	1024.5	36.3	13889	97	69	21500	48	332	329	18.9	57.6	1.0	N ₁ , MQ ₁	
437	01.11.1950	1687-1684	1044.2	65.3	21609	3085	428	39982	16	139		25.2	83.7	0.8	N ₁ , MQ ₁	
444	05.04.1951	1825-1823	1023.6	35.1	13305	175	78	20720	57	415		22.0	74.5	0.91	N ₁ , MQ ₁	
445	11.08.1950	1799-1791	1043.0	57.4	18777	2032	970	35126	490			23.8	84.6	0.8	N ₁ , MQ ₁	
609	26.05.1970	2353-2124	1107.3	138.8	45935	6251	1117	84422	1081	41		28.0	224.0	0.8	N ₁ , MQ ₁	
878	28.05.1978	2050-2045	1025.1	35.4	13456	206	48	20964	108	229	87	22.9	60.0	1.0	N ₁ , MQ ₁	
704	22.09.1976	1924-1901	1066.5	88.8	22471	9425	1326	54556	937	19		48	27.9	147.7	0.6	N ₁ , MQ ₁
878	20.03.1978	2304-2297	1081.4	108.6	34986	3247	2434	64144	3580	20	52	132	22.9	60.0	0.8	N ₁ , MQ ₁
374	16.08.1949	2206-2129	1038.1	47.1	17002	938	120	26620	1992	146	315	22.5		1.0	N ₁ , MQ ₁	
404	25.08.1949	2466-2458	1028.1	36.0	12562	1133	90	20440	1594	12	143	18.7		0.9	N ₁ , MQ ₁	
730	12.12.1977	2803-2672	1023.6	33.6	10278	1426	723	18807	2182	97	57	5.1	40.8	0.8	N ₁ , MQ ₁	
711	30.04.1989	2625-2602	1058.4	77.6	27354	1861	434	44489	2913	39	354	14.5	25.4	10.4	N ₁ , MQ ₁	

Таблица 3

Компоненты	Цены компонента на мировом рынке, \$ США за 1 т	Принятая цена компонента для подсчета возможной выручки, \$ США/т	Количество извлекаемого компонента, т/год	Возможная выручка от реализации компонента, тыс. \$ США/год	Доля выручки от реализации отдельных компонентов в общей выручке всех компонентов, %, соответственно в вариантах: а, б, в
Соль NaCl: а – техническая	43.4; 62.1; 102.0; 113.0; 159.0; 170.0	43.4	241 000	10 500	а – 13.3
б – пищевая	75.1; 80.9; 88.0; 90.3; 116.0; 122.0; 133.0; 136.0; 143.0; 156.0; 211.0	75.0	241 000	18 100	б – 20.9
в – пищевая йодированная	167.8; 184.0; 218.0; 250.0; 187.0; 170.0; 353.0*; 482.0; 130.0	170.0	241 000	41 000	в – 37.4
Соль CaCl ₂	511.0; 578.0; 705.0; 704.0; 1 000.0; 3 400.0; 4 820.0	511.0	56 000	28 600	а – 36.1; б – 32.9; в – 26.1
Соль MgCl ₂	369.0; 465.0; 482.0; 702.0; 3 260.0	369.0	44 000	16 200	а – 20.5; б – 18.7; в – 14.8
J, кристаллический	126 000.0; 140 000.0; 241 000.0; 281 000.0; 411 000.0; 539 000.0; 890 000.0; 993 000.0	125 000.0	128	16 000	а – 20.2; б – 18.4; в – 14.6
Sr металлический	1 200.0; 1 500.0; 4 000.0; 6 350.0; 6 360.0; 7 000.0; 48 200.0; 100 000.0; 120 000.0	7 000.0	966	6 762	а – 8.5; б – 7.8; в – 6.2
Br ₂	1 000.0	1 000.0	581	581	а – 0.7; б – 0.7; в – 0.5
Li металлический	6 000.0; 42 600.0; 113 000.0; 205 000.0	42 600.0	13.3	567	а – 0.7; б – 0.6; в – 0.5
Итого, возможная общая выручка по вариантам: а б в	-	-	-	79 210 86 810 109 710	а – 1 00.0 б – 1 00.0 в – 1 00.0

*353.0 \$ US/man – розничная цена йодированной поваренной соли в Азербайджане (г. Баку)

Сопоставление химических анализов вод промысла с их химическим составом в Абшеронском ярусе и I–VI горизонтах ПТ показывает их идентичность. Воды более глубокозалегавших горизонтов и Акчагильского яруса относительно маломинерализованные и содержание в них микрокомпонентов низкое. Поэтому для добычи микрокомпонентов на Нефтчалинском йодо-бромном заводе можно использовать и пластовые воды Абшеронского яруса и I–VI горизонтов ПТ месторождения Нефтчала.

К сожалению, в Нефтчалинском йодо-бромном заводе из пластовых вод добы-

вают только йод, тогда как эти воды содержат в промышленных концентрациях ряд других компонентов [2].

Для предварительной оценки экономической эффективности реализации извлекаемых солей и микроэлементов, которые могут быть получены из пластовых вод гидроминерального месторождения Нефтчала за год, с учетом технологических потерь в пределах 15–20 % при извлечении, проведены исследования по определению цен на вышеуказанные компоненты на мировом рынке к концу 2013 г. и началу 2014 г. в долларах США за 1 т и подсчитана общая возможная выручка

от реализации этих компонентов на мировом (в основном в Российской Федерации) рынке (табл. 3, рис. 1).

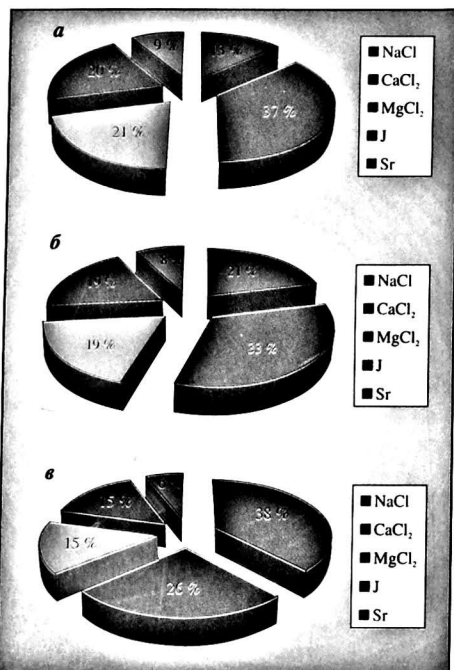


Рис. 1. Соотношение доли выручки от реализации отдельных компонентов в общей выручке (продажа в вариантах а, б, в)

Компоненты, которые предусматривается извлекать из пластовых вод месторождения Нефтчала, находят широкое применение в экономике [3–5].

Соль NaCl, используемая в пищевой промышленности, входит в общую четверку продуктов минерального сырья для химической промышленности. Из неё получают соду, хлор, соляную кислоту, гидроксид натрия, сульфат натрия, металлический натрий, хлорат натрия для борьбы с сорняками в сельском хозяйстве, электролизе, регенерации Na – катионовых фильтров.

CaCl₂ применяется в химической, лесной, деревообрабатывающей, нефтяной, нефтеперерабатывающей, нефтехимической промышленности, компрессорных, автогазо-наполнительных станциях, магистральных газопроводах, при подготовке газа к транспортировке, консервировании сельскохозяйственных продуктов, для ускорения схваты-

вания цемента, против обледенения дорог, в медицине, бурении скважин и т. д.

MgCl₂ используется для получения металлического магnezия, магнезиального цемента, как противопожарное и огнезащитное средство, для пропитки деревянных материалов, в медицине, пищевой промышленности и т. д.

Йод в природе находится в рассеянном состоянии в магматических и осадочных горных породах. Он легко вымывается из них водами, а затем может концентрироваться организмами, зола которых содержит до 0.5 % йода.

Для подземных вод нефтяных и газовых месторождений характерны высокие концентрации йода (10–100 мг/л), из которых он извлекается (например, в Японии и России). Однако больше половины мировых запасов йода содержится в месторождениях природных нитратов (чилийской селитры) в Чили.

Крупнейшие сферы потребления йода – производство химикатов, фармацевтических препаратов и контрастных средств для рентгеновского излучения (рис. 2). В последнем случае йод применяется при медицинских рентгеновских исследованиях для усиления контраста в тех частях тела, где естественного контраста недостаточно.

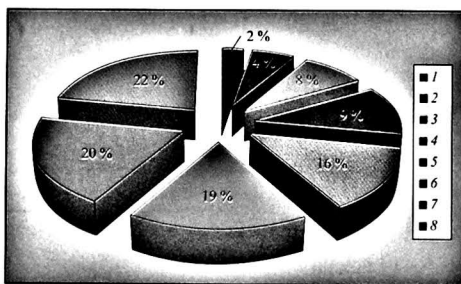


Рис. 2. Мировой рынок йода:

1 – фотообработка, 2 – очиститель сорной травы, 3 – другие, 4 – пищевые добавки, 5 – медицинские поставки, 6 – реакция катализатора, 7 – дезинфекция и фунгицид, 8 – контрастные средства для рентгеновского излучения

Другие сферы потребления йода включают производство йодоформов и биоцидов, используемых в медицине для целей антисептики и дезинфекции, а также потребительских товаров и применение в техни-

ческих процессах. В частности, йод используется в производстве красок, абразивов, красителей, катализаторов, косметических средств, чернил, крахмала, органических соединений, корма для животных, полиамидного волокна, гербицидов, а также применяется для очистки воды и в проявлении фотографий.

Ожидается, что в ближайшее десятилетие мировой спрос на йод будет ежегодно повышаться на 3.5–4 % в таких областях, как производство гербицидов, йодированной соли, жидкокристаллических дисплеев, обработка синтетического волокна, получение контрастных средств для рентгеновского излучения. Из экологических соображений гербициды на основе брома в перспективе будут более активно вытесняться йодными гербицидами, что, по-видимому, повысит потребление йода в сфере производства данной продукции. По прогнозу, мировое производство жидкокристаллических телевизоров в 2014 г. возросло вдвое, в результате чего увеличилось потребление йода их продуцентами. Поскольку многие страны принимают законы, касающиеся йодирования соли для борьбы с нехваткой йода в организме человека, в мире ожидается рост спроса на йодированную соль.

Прогнозируется увеличение потребления йода на Ближнем и Среднем Востоке в сфере производства кормов для животных и расширение рынка, связанного с очисткой воды, особенно в азиатских странах, таких как Китай, Индия и Пакистан. Возможно также явление новых областей применения йода.

Сегодня потребность России в йоде составляет, по разным оценкам, от 900 до 1200 м³ в год. В основном йод ввозится из-за рубежа, а мировые цены, сильно поднявшиеся за последнее десятилетие, составляют в среднем 75–100 долл. за килограмм.

Мировое производство йода в 2014 г. возросло до 28 тыс. т в год; здесь лидируют Чили (компания Sociedad Quimica y Minera de Chile добывает почти половину этого количества) и Япония. Вместе они контролируют около 80 % производства йода.

Цены и спрос на йод быстро растут, расширяется сфера применения.

В связи с вышеизложенным, производство

йода, йодидов, а также ряда микрокомпонентов и солей на гидроминеральном нефтяном месторождении Нефтчала приобретает важное экономическое значение.

Как видно из табл. 3, доля выручки от микрокомпонентов Sr+Br₂+Li не превышает 10 % от общей выручки, а вместе взятых Br₂ и Li не более 1.5 %.

Вышеизложенное показывает, что наиболее целесообразным следует считать извлечение CaCl₂, MgCl₂, J₂ кристаллического и NaCl, суммарная доля выручки которой составляет в варианте а – 90.1, б – 90.9, в – 92.9 %.

Проблема использования подземных вод месторождения Нефтчала для извлечения ценных компонентов изучена недостаточно. На месторождение Нефтчала, разрабатываемом с 1931 г., пробурено более 200 скважин, многие из которых вследствие 100 %-го обводнения ликвидированы или будут ликвидированы в предстоящем периоде разработки. При соответствующих условиях (договоренности) эти скважины могут быть переведены на вышележащие объекты, где залегают высокоминерализованные воды с большими концентрациями вышеуказанных компонентов и использованы для извлечения солей и микрокомпонентов. Таким образом, не прибегая к бурению новых скважин, что связано с огромными затратами, можно увеличить мощность соответствующего завода в несколько раз.

Выводы

1. Подземные воды Абшеронского яруса и верхние горизонты ПТ как в пределах Нижнекуруинской впадины, так и на Абшеронском п-ове содержат огромные запасы высокоминерализованных вод с высоким содержанием различных солей, йода, брома и целый ряд других микрокомпонентов, на которые имеется большой спрос на мировом рынке.

2. Наиболее целесообразным следует считать извлечение из пластовых вод месторождения Нефтчала CaCl₂, MgCl₂, J₂ кристаллического и NaCl.

3. Необходимо подготовить обоснованные предложения или ряд проектов по извлече-

нию различных солей и микрокомпонентов из подземных промышленных вод Азербай-

джана, для привлечения инвесторов по их реализации.

Список литературы

1. "Azərbaycan Respublikasının quruda yerləşən neft və qaz yataqlarının hidrogeokimyəvi materiallar toplusu" elmi-tədqiqat işi üzrə hesabat. F.M. Nəcəyev, R.Q. Əbilov, H.A. Hüseynov, 1997, II kitab, 177 s., III kitab, 298 s.
2. Бондаренко С.С., Лубенский Л.А., Куликов Г.В. Геолого-экономическая оценка месторождений подземных промышленных вод. – М.: Недра, 1988, 203 с.
3. Гаджиев Ф.М., Мамедов А.А., Абдуллаев К.М., Мехтиев П.Г., Мамедов Ф.А. Перспективы использования вод нефтяных месторождений Азербайджана. III Бакинская Международная Мамедалиевская нефтехимическая конференция, Баку, 5-8 октября, 1998, 148 с.
4. Исмаилов Ф.С., Гаджиев Ф.М., Мехтиев У.Ш., Салманов А.М. Гидроминеральные ресурсы нефтегазоконденсатных месторождений Абшеронского полуострова. – Баку: НИПИнефтегаз, 2013, 351 с.
5. Исмаилов Ф.С., Гаджиев Ф.М. Природные ресурсы месторождений нафтидов и перспективы их рационального использования (на примере нефтяных месторождений Абшеронского полуострова). Материалы Всероссийской научной конференции "Современная гидрогеология нефти и газа. Фундаментальные и прикладные вопросы", посвященной 85-летию А.А.Карцева. – М.: ГЕОС, 2010, с. 386-391.