

8. Zubkov A. K. *Pervyy v Rossii (Kurortu «Tinaki» – 175 let)* [The first in Russia (Resort “Tinaki” – 175 years)], Astrakhan, Volga Publ., 1995. 36 p.
9. *Klassifikatsiya mineralnykh vod i lechebnykh gryazey dlya tseley ikh sertifikatsii. Metodicheskoe ukazaniya № 2000* [Classification of mineral waters and therapeutic mud for the purpose of their certification. Methodical instructions no. 2000]. 75 p.
10. Kutlusurin Ye. S. *Otsenka balneoresurov aridnoy zony: na primere Astrakhanskoj oblasti* [Estimation of balneoresources of an arid zone: on an example of the Astrakhan area], Astrakhan, Astrakhan University Publ. House, 2012. 157 p.
11. Kutlusurin Ye. S. *Kharakteristika prirodnykh balneoresurov Astrakhanskoj oblasti* [Characteristics of natural balneoresources of the Astrakhan region]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Astrakhan State Technical University], 2006, no. 6 (35), pp. 83–88.
12. Kutlusurina G. V., Kutlusurin Ye. S., Aronova Yu. S. *Sovremennoe sostoyanie mineralnykh vod i lechebnykh gryazey v Astrakhanskoj oblasti* [The current state of mineral waters and therapeutic mud in the Astrakhan region]. *Vodnye resursy Volgi: istoriya, nastoyashchee i budushchee, problemy upravleniya : materialy II mezhhregionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Water Resources of the Volga: History, Present and Future, Problems of Management. Proceedings of the IInd Interregional Scientific and Practical Conference], Astrakhan, Astrakhan Engineering Construction Institute Publ. House, 2012. pp. 171–176.
13. Posokhov Ye. V., Tolstikhin N. I. *Mineralnye vody (lechebnye, promyshlennye, ehnergeticheskie)* [Mineral waters (medical, industrial, energy)], Leningrad, Nedra Publ., 1977. 240 p.
14. Rudenko Ye. I. *Mineralnye vody i lechebnye gryazi Nizhnego Povolzhya* [Mineral water and therapeutic mud of the Lower Volga region], Volgograd, Nizhne-Volzhskoe knizhnoe Pub., 1975. 72 p.
15. Smirnova T. S. *Realizatsiya noveyshey nauchno-tekhnologicheskoy resursoberegayushchey mineralno-syrevoy bazy unikalnykh podzemnykh vod dlya operativnoy balneologii, lecheniya radiatsionnogo oblucheniya i soputstvuyushchego polucheniya defitsitnykh importozameshchayushchikh promyshlennykh materialov* [Realization of the newest scientific and technological resource saving mineral and raw materials base of unique underground waters for operative balneology, treatment of radiation exposure and concomitant production of scarce import-substituting industrial materials]. *Yestestvennye nauki* [Natural Sciences], 2007, no. 3, pp. 71.
16. Smirnova T. S., Serebryakov O. I. *Vnedrenie prirodnykh lechebnykh vod dlya balneologii i rekreatsii naseleniya Astrakhanskogo regiona* [Introduction of natural medicinal waters for balneology and recreation of the population of the Astrakhan region]. *Geologiya, geografiya i globalnaya ehnergiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2007, no. 2, pp. 66.
17. Russian Federation. *About natural medical resources, medical-improving areas and health resorts of February 256 1995. Federal Law no. 26-FL. Adopted by the State Duma on January 27, 1995, amended on 22.08.2004 no. 122-FZ, as of 09.05.2005 no. 45-FZ, as of 18.12.2006 no. 232-FZ, as of 29.12.2006 no. 258-FZ, dated 08.11.2007 no. 258-FZ, from 23.07.2008 no. 160-ФЗ, from 30.12.2008 no. 309-FZ, from 27.12.2009 no. 379-FZ, from 18.07.2011 no. 219-FZ, from 25.06.2012 no. 93-FZ, from 28.12.2013 no. 406-FZ, Moscow, 1995. 8 p.*
18. Fetisov S. N., Shklovskiy O. A. *Otchet o detalnoy razvedke gryazevogo mestorozhdeniya oz. Lechebnoe Astrakhanskoj oblasti* [Report on the detailed exploration of the mud deposit in the Lake of Lechebnoye in the Astrakhan Region], Moscow, Geominvody Publ., 1982.
19. Fetisov S. N., Shklovskiy O. A. *Resursy i perspektivy dalneyshego izucheniya i ispolzovaniya v lechebnykh tselyakh* [Resources and prospects for further study and use for therapeutic purposes], Moscow, Geominvody Publ., 2003.

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ – ИСТОЧНИКА ГИДРОМИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Ушивцева Любовь Франковна, Астраханский государственный университет, доцент, кандидат геолого-минералогических наук, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: ushivceval@mail.ru

Родионовская Татьяна Семеновна, заместитель начальника геологического отдела, АО «Октопус», 414014, Российская Федерация, г. Астрахань, проспект Губ. А. Гужвина, 10 «А», e-mail: tatianar1986@mail.ru

Умерова Елена Федоровна, магистрант, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: ymerova-atisiz@mail.ru

Соленосные отложения, как уникальное геологическое образование, обладают рядом преимуществ перед другими отложениями. В силу большой мощности, пластичности, способности изменять свой объем, они образуют многочисленные соляные структуры. Соленосные толщи являются региональным флюидоупором для всех подсоловых месторождений Прикаспийской, Днепровско-Донецкой, Западно-Кубанской, Амударьинской и других нефтегазоносных провинций. Игрют важную роль в образовании огромного числа ловушек, благоприятных для формирования нефтяных и газовых залежей, способствуют высокой степени гидрогеологической закрытости недр. Соленосные отложения рассматриваются как один из важных источников гидроминерального сырья. Анализ состава каменной соли показал, что она состоит на 98 % из чистого хлористого натрия не только в пределах Прикаспийской впадины, но и других регионах. Добыча поваренной соли ведется во многих страна: Украине, Польше, Германии, Казахстане, Нидерландах. Кроме того, в отложениях, перекрывающих соляной шток, содержатся асфальты, залежи серы, акцессорные минералы: арагонит, доломит, барит, сфалерит, пирит и другие ископаемые. В пределах Астраханского свода из кепрока получен приток газа на Алексеевском и Воропаевском соляных куполах; на площадях Каскыртау, Тамдыколь, Буранная (Казахстан) из межсоловых пропластков получена нефть. В боковых брекчиях кепрока встречены киноварь, полиметаллы, битумы (Роменский соляной купол Днепровско-Донецкой впадины). В мульдах оседания сосредоточены месторождения бурого угля (Оренбургское Приуралье), бурые железняки (Североморская впадина). Наряду с этим, в толще каменной соли во всех солеродных бассейнах отмечены межсоловые пропластки, насыщенные высокоминерализованной водой – рапой с высоким содержанием калия, натрия, хлора, магния, йода, брома, лития, рубидия, барита, являющихся комплексным гидроминеральным сырьем. В статье приведены закономерности изменения указанных компонентов по разрезу Астраханского свода, а также других соленосных провинций. Доказана зависимость концентраций редких металлов от минерализации рассолов.

Ключевые слова: соленосные отложений, высокоминерализованные рассолы, галокинез, микрокомпоненты, бром, йод, минерализация, концентрация

HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS AND PROSPETS FOR THE USE OF THE SALT DEPOSITS AS A SOURCE OF HYDROMINERAL RAW MATERIALS

Ushivtseva Lyubov F., C.Sc. in Geology and Mineralogy, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: ushivceval@mail.ru

Rodionovskaya Tatyana S., Deputy Chief of Geological Department, JSC Otkopus, 10 "A" A. Guzhvin ave., Astrakhan, 414014, e-mail: tatianar1986@mail.ru

Umerova Yelena F., undergraduate, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: ymerova-atisiz@mail.ru

Saline deposits as a unique geological formation have a number of advantages over other deposits. They form numerous salt structures due to the large thickness of deposits, the plastic property, the ability to change their volume. The salt-bearing sections are the regional impermeable bed for all subsalt formations of the Caspian, the Dneprovo-Donetsk, the Western Kuban, Amudarya and other oil-and-gas provinces. They play an important role in the formation of a huge number of the traprocks, favorable for the unit of oil and gas

deposits, contribute to the high degree of the hydrogeological subsurface closure. Saline deposits are considered as one of the important sources of hydromineralic raw materials. The analysis of the rock-salt composition showed that it consists of 98 % pure sodium chloride not only within the the Caspian depression, but also within other regions. The extraction of the halite is conducted in many countries: Ukraine, Poland, Germany, Kazakhstan, the Netherlands. In addition, asphalts, sulfur deposits, accessory minerals – aragonitic lime, magnesian lime, barium sulphate, blinde, brassil and other fossils – are found in the deposits superposing the salt plug. Within the Astrakhan fold, the gas influx from Alekseevskoe and Voropaevskoe salt domes was obtained from keprok; in the areas of Kaskyrtau, Tamdykol, Burannaya (Kazakhstan), from intersalt alternations – oil. In the lateral breccias of the keprok cinnabarites, polymetals, bitumens (the Romensky salt dome of the Dneprovo-Donetsk depression) were met. The deposits of brown coal (Orenburg Pre-Urals), ironstones (the Severomorskaya depression) are concentrated in the deposits of the subsidence trough. Along with this, in the thickness of rock salt in all the salt basins, intersalt alternations are marked, saturated with highly mineralized water – the brine with high content of potassium, sodium, chlorine, magnesium, iodine, bromine, lithium, rubidium, barite, which are the complex of hydromineral raw materials. The article describes the patterns of change in these components in the section of Astrakhan fold, as well as other salt provinces. The dependence of the concentrations of rare metals from the mineralization of brines is proved.

Keywords: salt deposits, high-mineralized salt brines, halokinesis, microcomponents, bromine, iodine, mineralization, concentration

Соленосные отложения – одно из замечательнейших творений природы распространены практически на всех континентах, кроме Антарктиды. Их образование происходило на весьма длительном временном интервале – от кембрия до наших дней. Соленосные отложения имеют значительную мощность, занимают огромные территории и обладают целым рядом особенностей, присущих только данной геологической: высокой пластичностью и способностью резко менять свой объем. Все это обуславливает их уникальность образовывать специфические тектонические формы в виде соляных куполов, штоков, козырьков, диапиров.

Соленосные толщи оказывают многообразное воздействие на геологическую среду. Они играют важную роль в образовании огромного числа ловушек, благоприятных для формирования нефтяных и газовых залежей. Благодаря своим свойствам они: 1) являются надежным, чаще всего, региональным флюидоупором; 2) обеспечивают высокую степень гидрогеологической закрытости недр; 3) служат очагами вертикальной разгрузки глубинных подземных вод, что приводит к увеличению их минерализации; 4) содержат целый ряд важнейших полезных ископаемых; 5) являются идеальной средой для сооружения в них подземных резервуаров и хранения различных отходов [11].

Достоверно доказана генетическая связь соленосных отложений и углеводородов: крупнейшие нефтегазоносные провинции являются одновременно областями развития мощной толщи соленосных отложений. Это нефтегазоносные провинции Мексиканского залива, Припятской, Днепрово-Донецкой, Североморской, Германской, Прикаспийской впадин, Ближнего Востока, Средней Азии и др. Большая часть залежей нефти и газа (60 %) образовалась и сохранилась благодаря наличию соленосных толщ.

Соленосные отложения могут рассматриваться как один из важных источников гидроминерального сырья.

Добыча поваренной соли из соляных отложений ведется шахтным способом в городах Калуш, Солотвино, Стебник (Украина); на куполе Индер (Казахстан); в г. Соль-Илецк (Россия), открытым способом (на куполах Баскунчак, Эльтон), методом выщелачивания в Германии (г. Ганновер, г. Люнебург, г. Штассфург); Италии (г. Бельведер Спинелло); Нидерландах (г. Твенте); почти 1000 лет в Польше (купола Бохне, Ленжковице, Седлец, Вапно, Иноврацлав, Величка); Волгоградском Поволжье (Наримановский, Светлоярский, Волжско-Быковский, Городищенский купола) и др. Запасы соли в отдельных месторождениях оцениваются в триллионы тонн [11–13].

В отложениях, перекрывающих соляной шток (т.н. «кепрок»), содержатся асфальты, залежи серы, акцессорные минералы: арагонит, доломит, барит, сфалерит, гауэрит, пирит и другие ископаемые. В пределах Астраханского свода из кепрока получен приток газа на Алексеевском и Воропаевском соляных куполах.

В боковых брекчиях кепрока встречены киноварь, полиметаллы, битумы (Роменский соляной купол Днепровско-Донецкой впадины). В мульдах оседания сосредоточены месторождения бурого угля (Оренбургское Приуралье), бурые железняки (Североморская впадина). В толще каменной соли из межсолевых пропластков получена нефть на площадях Каскыртау, Тамдыколь, Буранная (Казахстан). В скважинах Индерского соляного купола отмечались выбросы газа [4, 7, 8, 15].

Соляные купола Прикаспийской впадины – это объекты для добычи поваренной соли. Результаты анализов свидетельствуют, что соль, слагающая ядра соляных куполов, состоит на 86–98 % из NaCl и по своим вкусовым качествам несколько не уступает соли озера Баскунчак. Первые опыты по извлечению соли методом выщелачивания были проведены в пределах Айдикского соляного купола Астраханского свода.

По рассолопроводу строительный рассол сбрасывается в природные дефляционные озера-котловины Карасор и Айдик, где происходит самосадка соли и ее добыча.

В толще каменной соли во всех солеродных бассейнах отмечены межсолевые пропластки, насыщенные высокоминерализованной водой – рапой с высоким содержанием калия, натрия, хлора, магния, йода, брома, лития, рубидия, барита, являющихся комплексным гидроминеральным сырьем [1, 2]. Распределение микрокомпонентов по глубине и стратиграфическим комплексам Астраханского свода Прикаспийского солеродного бассейна приведено в таблице 1 и на рисунке.

Анализ данных по концентрациям микрокомпонентов в межсолевых рассолах Астраханского свода позволил выявить следующие особенности. Концентрации йода в надсолевой части разреза колеблются в пределах 10–30 мг/дм³, причем максимальные его концентрации отмечаются в апшеронском ярусе четвертичной системы, к которому приурочены Астраханское и Леонидовское йодосодержащие месторождения. Месторождения разведаны, проведены опытно-промысловые гидрогеологические исследования, определены эксплуатационные параметры, оценены эксплуатационные запасы в 31,8 тыс. м³/сут. Общих запасов микрокомпонентов при извлечении 1200 т/год достаточно для эксплуатации месторождения в течение 85 лет [5, 9, 11]. Аналогичные месторождения йодосодержащих вод открыты в Ставропольском крае: Изобильненское и Ипатовское в интервале глубин 800–900 м, в которых содержание йода варьирует от 21 до 58 мг/дм³ [3, 6].

Таблица 1

Распределение минерализации и микрокомпонентов
по стратиграфическим комплексам Астраханского свода

N	Рг	К ₁	Ж ₅	Ж ₂	Г	Р _{1к}	С ₁	С ₂										
450	800	1102	1700	2000	2000	1120	1792	2550	3150	3275	3500	3790	3850	3950	4057	4196		
76	115,6	112	285	250	246	321	318	499,5	350	268	331	107	146	125	78	107		
28	0,04	12	9	23	17	2	5	112	13	127	25	1,5	-	15	4	15		
674	273	5	106	154	387	14,4	77	43	1332	1438	976	799	1438	220	157	24,6		
86	30,5	171	13,5	91	37	5,5	9	1375	417	12	12	81	-	-	65	169		

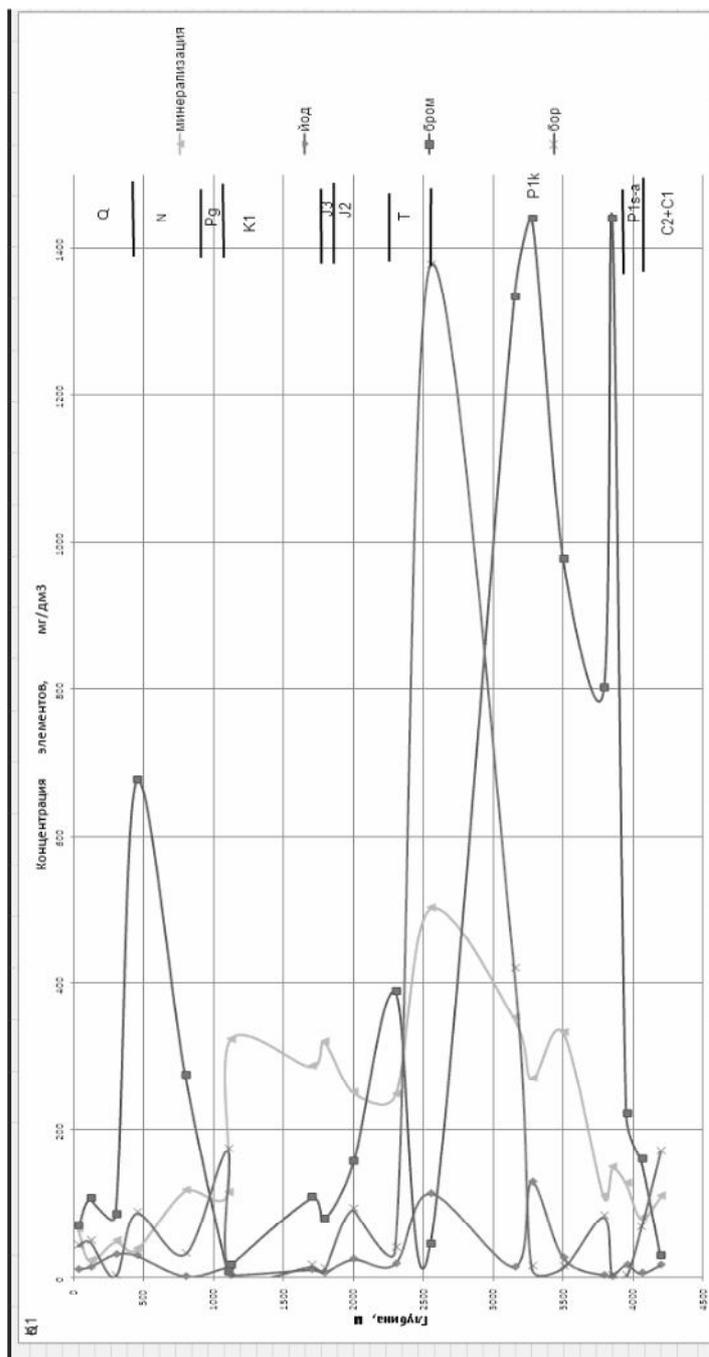


Рис. Распределение минерализации, концентраций J, Br, В по глубине и стратиграфическим комплексам АГКМ

По мере приближения к соленосной толще и увеличения минерализации по разрезу Астраханского свода концентрации йода в надсолевой части снижаются до 23–2 мг/дм³.

В соленосной толще в составе высокоминерализованных маточных рассолов концентрации йода колеблются в широких пределах от 1,5 до 112 мг/дм³. Причем максимальная его концентрация соответствует максимальной минерализации рассола. В подсолевой части разреза Астраханского свода, по мере снижения минерализации вод, концентрации йода снижаются и практически стабильны 4–15 мг/дм³. Указанные концентрации йода во всех стратиграфических комплексах превышают его кондиционные значения.

В распределении бора отмечается аналогичная закономерность. В надсолевой части разреза Астраханского свода его концентрации колеблются в пределах от 41 до 171 мг/дм³, в подсолевой – 12–169 мг/дм³. В соленосной части разреза Астраханского свода максимальные концентрации бора фиксируются в межсолевых рассолах. Причем в верхней части соленосной толщи, в куполах с высоким залеганием соли, получены притоки воды из кепрока (гипсо-ангидриты), в составе которой концентрации указанных микрокомпонентов незначительны – 5–9 мг/дм³. В отдельных скважинах Астраханского Прикаспия установлены высокие концентрации стронция 1819–2338 мг/дм³, что в 6–8 раз превышает его кондиции [11, 12].

Ураганные концентрации брома 799–1438 мг/дм³, практически в 4–7,5 раз превышающие его кондиционные значения, отмечаются в рапе кунгурских отложений Астраханского свода при минерализации 350–370 мг/дм³.

Как известно, основным концентратором брома в воде служат высокоминерализованные воды и хлоридные соли галогенных формаций, процессы галокинеза. При этом основные запасы богатых бромом рассолов связаны с древними солеродными бассейнами, сохранившими свои маточные рассолы. К ним относится Прикаспийская впадина и Восточно-Сибирская платформенная область [4, 7].

По мере снижения минерализации менее 270–320 г/дм³ (стадия начала кристаллизации галита) концентрации брома снижаются, о чем свидетельствуют низкие его значения в водах нижезалегающих сакмарско-артинских и каменноугольных отложений – 220–16,6 мг/дм³.

Такая же тенденция повышения концентраций брома в рапе соленосных толщ прослеживается и в ряде других солеродных бассейнов – Днепрово-Донецком, Западно-Кубанском, Восточно-Сибирском [3, 4].

Здесь в рапе соленосных толщ концентрации редких элементов достигают ураганных значений: брома – от 713 до 12320 мг/дм³, лития – до 700, цезия – до 10 мг/дм³. В составе пластовых вод указанных бассейнов отсутствует бор [5, 7]. Четко фиксируется зависимость высоких концентраций редких щелочных элементов во внутрисолевых рассолах с ростом их минерализации и концентрации в них калия, кальция и магния. Поэтому максимальные содержания редких металлов приурочено к наиболее метаморфизованным рассолам [1, 12, 15]. Распределение микрокомпонентов по глубине и стратиграфическим комплексам солеродных бассейнов приведено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение микрокомпонентов по разрезу солеродных бассейнов

Наименование месторождения	Минерализация рапы, г/дм ³	Содержание микрокомпонентов, мг/дм ³		
		J	Br	B ₂ O ₃ /Sr
		промышленные кондиции, мг/дм ³		
		10	200	250/300
Соленосный комплекс отложений				
Астраханское ГКМ, P _{1к}	268	126,9	1438	12,0
Астраханское ГКМ, P _{1к}	350,3	13,0	1332	416,7
Кордонная пл., Астраханский свод, P _{1к}	499,5	112	43	1375
Астраханское ГКМ, P _{1к}	112	–	–	550,2
Астраханское ГКМ, P _{1к}	331	25,3	976,4	12,0 / 2338
Астраханское ГКМ, P _{1к}	375	1,48	799,2	80,6
Юж. Плодовитенская пл. P _{1к}	317,0	54,2	1729	–
Лободинская пл. P _{1к} , з.ч. Прикаспийской впадины	476,0	–	9031	–
Александро-Кисловская пл., P _{1к} з.ч. Прикаспийской впадины	396,0	7,6	2576	254
Александро-Кисловская пл. P _{1к} з.ч. Прикаспийской впадины	321	19	1058,9	699
Чаяндинское НГКМ, С ₁ , Восточная Сибирь	440,0	10,6	6250	–
Чаяндинское НГКМ, С ₁ , Восточная Сибирь	378,9	7,74	6012	–
Чаяндинское НГКМ, С ₁ , Восточная Сибирь	376,4	7,74	5692	–
Тингутинская пл., P _{1к} , з.ч. Прикаспийской впадины	473,4	–	12320	
Кошехабльская пл., J ₃ , Западно-Кубанская впадина	335,3	42,0	1160	–
Речицкое НМ, Припятская впадина, PR	380,9	33	3404	–
Шебелинское ГМ, Днепровско-Донецкая впадина, P _{1Д}	314,1	15	713	–
надсолевой комплекс отложений				
АГКМ, Q+N	30,0	11,0	67	41
Бугринское ГМ, T	282,0	7	–	140,0
Тинакская пл. Астраханский свод, K ₁	112,3	12	5	171
подсолевой комплекс				
Астраханское ГКМ, С ₁	97,5	1,41	5,3	123,3/1819
Николаевская пл., С ₁	99,1	–	168	171/850
Светлошаринская пл, С ₁ , Прикаспийская впадина	107,0	16	293	108
Антиповская пл. з.ч. Прикаспийской впадины, P _{1s-a}	190,0	8,8	439	–

Таким образом, представленный анализ рассолов солеродных бассейнов свидетельствует о значительных ресурсах полиминерального сырья. Освоение этих ресурсов способствовало бы обеспечению всех потребности России в микрокомпонентах, особенно в йоде (потребность 2000–2500 т/год) и бrome. Низкая себестоимость получения 1 кг гидроминеральной продукции, оцениваемая экономистами в 273 руб. [8–10]. Это позволит повысить эффективность инвестиций вложенных в освоение нефтегазоносных регионов, более комплексно использовать минерально-сырьевые ресурсы, без существенного увеличения капитальных вложений на создание инфраструктуры и сокращения операционных издержек на 1 т произведенной продукции [3, 6, 7, 13].

Список литературы

1. Бондаренко С. С. Геолого-экономическая оценка месторождений подземных промышленных вод / С. С. Бондаренко, Л. А. Лубенский, Г. В. Куликов. – Москва : Недра, 1988. – 348 с.
2. Вартанян Г. С. Подземные воды России / Г. С. Вартанян, В. Д. Гродзенский, Р. И. Плотникова, Стрепетов В. П. Хордикайнен М. А., Шпак А. А.. – М. : АОЭТ «Геоинформмарк», 1996. – 96 с.
3. Гусейнов Н. М. Экономическая оценка перспектив создания гидроминеральных производств на территории России / Н. М. Гусейнов, О. Д. Омаров // Газовая промышленность. – 2009. – № 12. – С. 29–31.
4. Зорина А. П. Эколого-геологическое обоснование прогноза и предупреждения рапопроявлений в Прикаспийской впадине : автореф. дисс. ... канд. геол.-минерал. наук / А. П. Зорина. – Волгоград, 2001, – 168 с.
5. Леонов Д. С. Йодобромные воды на территории Астраханской области и эколого-гидрогеологические обоснование их разработки / Д. С. Леонов и другие // Эколого-гидрогеологические исследования природно-техногенных систем в районах газовых и газоконденсатных месторождений : материалы школы семинара. – Москва : Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, 1998. – С. 134–135.
6. Перцев В. П. Обоснование организации йодного производства на Ипатовской площади в Ставропольском крае / В. П. Перцев // Газовая промышленность. – 2001. – № 6. – С. 30–33.
7. Рябцев А. Д. Перспективы получения брома из высокоминерализованных рассолов Восточной Сибири / А. Д. Рябцев // Химическая технология. – 2004. – № 5. – С. 2–8.
8. Севастьянов О. М. Йодобромные воды Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения / О. М. Севастьянов, Е. Е. Захарова // Геология, география и глобальная энергия. – 2011. – № 2. – С. 55–58.
9. Серебряков О. И. Перспективы развития минерально-сырьевой базы на Астраханском ГКМ / О. И. Серебряков // Развитие и освоение нефтяных и газоконденсатных месторождений : научные труды Астраханского научно-исследовательского и проектного института газовой промышленности. – 2003. – Вып. 4. – С. 79–82.
10. Серебряков А. О. Промышленные ресурсы гидрохимического сырья подземных вод / А. О. Серебряков, И. В. Бойко // Разведка и освоение нефтяных и газоконденсатных месторождений: научные труды Астраханского научно-исследовательского и проектного института газовой промышленности. – 2001. – С. 206–209.
11. Ушивцева Л. Ф. Солянокупольные структуры – источники высококачественного минерального сырья / Л. Ф. Ушивцева, О. А. Серебряков // Проблемы освоения Астраханского газоконденсатного месторождения : научные труды Астраханского научно-исследовательского и проектного института газовой промышленности. – Астрахань, 1999. – С. 43–45.
12. Ушивцева Л. Ф. Калиевые и магниевые соли Прикаспийской впадины – источник расширения минерально-сырьевой базы / Л. Ф. Ушивцева, А. О. Серебряков // Концентрирование в аналитической химии : материалы Международной конференции. – Астрахань : Астраханский государственный педагогический университет, 2001. – С. 98–100.
13. Ушивцева Л. Ф. Геологические ресурсы поликомпонентных рассолов нефтегазодобывающих регионов с целью расширения ассортимента выпускаемой продукции / Л. Ф. Ушивцева // Геология, география и глобальная энергия. – 2012. – № 2. – С. 55–58.
14. Ушивцева Л. Ф. Рассолы кунгурской соленосной толщи / Л. Ф. Ушивцева // Геология, бурение и разработка газовых и газоконденсатных месторождений : труды Северо-Кавказского научно-исследовательского проектного института природных газов. – 2003. – Вып. 38. – С. 13–15.
15. Ушивцева Л. Ф. Подземные воды газовых месторождений – национальный минерально-сырьевой ресурс / Л. Ф. Ушивцева, О. И. Серебряков и другие // Газовая промышленность. – 2010. – № 5. – С. 43–45.

References

1. Bondarenko S. S., Lubenskiy L. A., Kulikov G. V. *Geologo-ekonomicheskaya otsenka mestorozhdeniy podzemnykh promyshlennykh vod* [Geological and economic evaluation of underground industrial water fields], Moscow, Nedra Publ., 1988. 348 p.
2. Vartayan G. S., Grodzenskiy V. D., Plotnikova R. I., Strepetov V. P., Khordikaynen M. A., Shpak A. A. *Podzemnye vody Rossii* [Underground waters of Russia], Moscow, AOET «Geoinformmark» Publ., 1996. 96 p.

3. Guseynov N. M., Omarov O. D. Ekonomicheskaya otsenka perspektiv sozdaniya gidromineralnykh proizvodstv na territorii Rossii [Economic evaluation of the prospects for the creation of hydromineral production in Russia]. *Gazovaya promyshlennost* [Gas Industry], 2009, no. 12, pp. 29–31.

4. Zorina A. P. *Ekologo-geologicheskoe obosnovanie prognoza i preduprezhdeniya rapoproyavleniy v Prikaspiyskoy vpadine* [Ecological and geological substantiation of prognosis and prevention of disfigures in the Caspian depression], Volgograd, 2001. 168 p.

5. Leonov D. S., et al. Yodobromnye vody na territorii Astrakhanskoy oblasti i ekologo-gidrogeologicheskie obosnovaniya ikh razrabotki [Iodine and bromine waters on the territory of the Astrakhan region and ecological-hydrogeological justification for their development]. *Ekologo-gidrogeologicheskie issledovaniya prirodno-tehnogennykh sistem v rayonakh gazovykh i gazokondensatnykh mestorozhdeniy : materialy shkoly seminara* [Ecological and hydrogeological studies of natural and man-made systems in areas of gas and gas condensate deposits: materials of the seminar's school], Moscow, Lomonosov Moscow State University Publ. House, 1998, pp. 134–135.

6. Pertsev V. P. Obosnovanie organizatsii yodnogo proizvodstva na Ipatovskoy ploshchadi v Stavropolskom krae [Justification of the organization of iodine production at the Ipatovskaya Square in the Stavropol Territory]. *Gazovaya promyshlennost* [Gas Industry], 2001, no. 6, pp. 30–33.

7. Ryabtsev A. D. Perspektivy polucheniya broma iz vysokomineralizovannykh rassolov Vostochnoy Sibiri [Prospects for obtaining bromine from highly mineralized brines of Eastern Siberia]. *Khimicheskaya tekhnologiya* [Chemical Technology], 2004, no. 5, pp. 2–8.

8. Sevastyanov O. M., ZaKharova Ye. Ye. Yodobromnye vody Orenburgskogo neftegazokondensatnogo mestorozhdeniya [Iodine and bromine waters of the Orenburg oil and gas condensate field]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2011, no. 2, pp. 55–58.

9. Serebryakov O. I. Perspektivy razvitiya mineralno-syrevoy bazy na Astrakhanskom GKM [Prospects for the development of the mineral resources base at the Astrakhan gas condensate field]. *Razvitie i osvoenie nefyanykh i gazokondensatnykh mestorozhdeniy : nauchnye trudy Astrakhanskogo nauchno-issledovatel'skogo i proektnogo institute gazovoy promyshlennosti* [Development and Development of Oil and Gas Condensate Fields. Proceedings of the Astrakhan Research and Design Institute of the Gas Industry], 2003, issue 4, pp. 79–82.

10. Serebryakov A. O., Boyko I. V. Promyshlennye resursy gidrokhimicheskogo syrya podzemnykh vod [Industrial resources of hydrochemical groundwater]. *Razvedka i osvoenie nefyanykh i gazokondensatnykh mestorozhdeniy : nauchnye trudy Astrakhanskogo nauchno-issledovatel'skogo i proektnogo institute gazovoy promyshlennosti* [Development and Development of Oil and Gas Condensate Fields. Proceedings of the Astrakhan Research and Design Institute of the Gas Industry], 2001, pp. 206–209.

11. Ushivtseva L. F., Serebryakov O. A. Solyanokupolnye struktury – istochniki vysokokachestvennogo mineralnogo syrya [Problems of development of the Astrakhan gas condensate field: scientific works of the Astrakhan Research and Design Institute of the Gas Industry]. *Problemy osvoeniya Astrakhanskogo gazokondensatnogo mestorozhdeniya : nauchnye trudy Astrakhanskogo nauchno-issledovatel'skogo i proektnogo institute gazovoy promyshlennosti* [Problems of development of the Astrakhan gas condensate field: scientific works of the Astrakhan Research and Design Institute of the Gas Industry], Astrakhan, 1999, pp. 43–45.

12. Ushivtseva L. F., Serebryakov A. O. Kalievye i magnievye soli Prikaspiyskoy vpadiny – istochnik rasshireniya mineralno-syrevoy bazy [Potassium and magnesium salts of the Caspian depression are a source of expansion of the mineral and raw materials base]. *Kontsentrirovaniye v analiticheskoy khimii : materialy Mezhdunarodnoy konferentsii* [Concentration in Analytical Chemistry: Proceedings of the International Conference], Astrakhan, Astrakhan State Pedagogical University Publ. House, 2001, pp. 98–100.

13. Ushivtseva L. F. Geologicheskie resursy polikomponentnykh rassolov neftegazodobyvayushchikh regionov s tselyu rasshireniya assortimenta vypuskaemoy produktsii [Geological resources of polycomponent brines of oil and gas producing regions in order to expand the range of products]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2012, no. 2, pp. 55–58.

14. Ushivtseva L. F. Rassoly kungurskoy solenosnoy tolshchi [Brines of the Kungur salt-bearing strata]. *Geologiya, burenie i razrabotka gazovykh i gazokondensatnykh mestorozhdeniy : trudy Severo-Kavkazskogo nauchno-issledovatel'skogo institute prirodnnykh gazov* [Geology, Drilling and Development of Gas and gas-Condensate Fields. Proceedings of the North Caucasian Research Institute of Natural Gases], Stavropol, 2003, issue 38, pp. 13–15.

15. Ushivtseva L. F., Serebryakov O. I., et al. Podzemnye vody gazovykh mestorozhdeniy – natsionalnyy mineralno-syrevoy resurs [Underground waters of gas fields are a national mineral resource resource]. *Gazovaya promyshlennost* [Gas Industry], 2010, no. 5, pp. 43–45.