УДК 553.776:549.456.1: 631. 432.33:615.838

ПРИРОДНО-ХИМИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ БИШОФИТА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В БАЛЬНЕОЛОГИИ

© 2017 Н.Г. Мязина, Е.С. Барышева

Оренбургский государственный университет

Статья поступила в редакцию 10.05.2017

Проведено сравнение бишофитовых рассолов выщелачивания Приволжского и отдельных куполов Прикаспийской впадины с Днепрово-Донецким бассейнами и озерами Эльтон, Мертвое Море и выявлено, что рассолы выщелачивания Днепрово-Донецкого авлакогена с минерализацией 446-461 г/дм^3 обладают пониженной минерализацией по сравнению с Поволжскими (до 511 г/дм^3). Содержание магния сильно не изменяется в Поволжском бассейне и составляет 107,0-115,5 г/дм^3, а в Днепрово-Донецком – 108,2-114,3 г/дм^3. Концентрация брома в бишофитовом рассоле Днепрово-Донецкого авлакогена достигает 7619 мг/дм^3, а в Поволжском бассейне – 5354 мг/дм^3, что значительно ниже. Везде отсутствует йод. Бишофитоносные рассолы России и Украины не уступают курортам Мертвого Моря по бальнеологическим показателям, а по брому и магнию значительно превышают показатели Мертвого Моря.

Ключевые слова: *Приволжский бишофитоносный бассейн, Днепрово-Донецкий авлакоген, бишофит, рассол выщелачивания, минерализация, бром, магний, бальнеология, экология*

Цель исследования: изучить подземную гео и гидросферу выяснить закономерности размещения и формирования бишофита в вертикальном разрезе осадочного чехла и его экологическое и бальнеологическое значение для человека.

Задачи: 1. Изучить химический состав рассолов выщелачивания. 2. Провести типизацию рассолов, выявить аналоги сравнить и сопоставить с российскими и зарубежными курортами.

Материалы и методы. Материалом исследования служат подземные хлоридные рассолы выщелачивания, опробованные скважинами в осадочном чехле Восточно-Европейской платформы. Для изучения рассолов выщелачивания были использованы следующие методы:

1) Анализ фондовых и литературных источников, выполнены химические анализы проб бишофитного рассола.

2) Сокращенный химический анализ проб воды, который производится в целях получения подробной характеристики состава в процессе эксплуатационной откачки.

3) Систематизация подземных вод по химическому составу произведена на базе классификации Алекина-Посохова. В соответствии с ней выделен тип рассола (IIIа – хлормагниевый). Наименование водам дается по преобладающим анионам и катио-нам. Преобладающими считаются ионы, содержащиеся в количестве 20% и более при условии, что сумма анионов и катионов равна 100% в отдельности.

4) Для характеристики химического состава подземных вод в работе также используется формула Курлова, представляющая собой псевдодробь, в числителе которой в убывающем порядке указывается процентное содержание анионов, а в знаменателе – катионов.

Минерал бишофит был открыт более 120 лет и назван в честь немецкого ученого Густава Бишофа, профессора Бонского университета, жившего в XIX веке. Первые сведения о наличие хлормагниевых солей появились и были обнаружены при бурении скважин на нефть и газ в 1958-1959 гг. [1]. На сегодняшний день известно всего лишь 3 места на территории стран СНГ и Европы, где добывается этот уникальный минерал: Поволжский бишофитоносный бассейн, занимает Приволжскую моноклиналь, частично соляные купола Прикаспийской впадины (Светлоярский соляной купол), территория Днепрово-Донецкого авлокогена, а также в Германии и Голландии.

В Днепрово-Донецком авлокогене в месторождениях Черниговской, Полтавской и Донецкой областях Украины бишофит находится на глубине от 2000 м до 2500 м, залегает в пермской сульфатно-галогенной формации кунгура (P_1kg). Плотность рассола бишофита в пределах от 1,25 г/см^3 до 1,33 г/см^3 при температуре 0^{0}С. Совокупность свойств бишофита позволяет исполь-зовать его во многих сферах человеческой деятельности. Он несколько отличается по происхождению и своему составу от Волгоградского – залегает глубже (на глубине порядка 2,0-2,5 км) и содержит больший процент микроэлементов и йодно-бромных солей.

История открытия залежей бишофита на территории России в Волгоградской области принадлежит буровикам, которые впервые ощутили на себе лечебный эффект рассола бишофита. Они заметили снижение болевых и воспалительных

Мязина Наталья Григорьевна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии. E-mail: miazinanatalia@rambler.ru

Барышева Елена Сергеевна, доктор медицинских наук, заведующая кафедрой биохимии и микробиологии. E-mail: baryshevae@mail.ru

проявлений при профессиональной патологии буровиков – полиартрите. Бишофит впервые был обнаружен при бурении структурных и разведочных скважин на нефть и газ на Качалинской площади. Поволжский бишофитоносный район шириной 10-50 км протяженностью более 400 км протягивается от северной части Калмыкии, вдоль русла Волги до Озинского соляного купола в Саратовской области, где впервые были обнаружены отложения бишофита в период с 1937 по 1941 гг.

Проводимые экспериментальные и клинические исследования сотрудниками Волгоградской медакадемии, НИИ экспериментальной и клинической ревматологии РАМН, областного физиотерапевтического диспансера подтвердили наличие у рассолов бишофита противоспалительного действия при местном воздействии на суставы.

С 1989 г. на Наримановском месторождении проводится опытная разработка методом подзеного выщелачивания. Полезное ископаемое представлено пластом бишофита мощностью 15-28 м, залегающим на глубине 1516-1630 м в толще галогенных пород антиповской ритмопачки иренской свиты кунгурского возраста. Полезная толща отделена от водоносных горизонтов мощными водоупорными слоями каменной соли, что благоприятно для эксплуатации месторождения.

Экспериментальная часть. Бишофит – хлормагниевая соль ($MgCl_2 \times 6H_2O$) – бесцветный кристаллический минерал, его удельный вес в естественных условиях 1,52-1,53 г/см^3. Температура плавления 116-117ºС. Бишофит в пластовых условиях представляет собой спрессованную под давлением твердую кристаллическую соль с удельным весом 1,60-1,64 г/см^3. В твердом пластовом состоянии содержит (%); $MgCl_2$-43.52-45.57, KCl-0.23-1.43, NaCl-0.63-2.03, $CaSO_4$ -0.9-1.69, Br- 0.454-0.48, H_2O 49.71-51.58.

Минерал растворяется в любом объеме воды и на воздухе, биологически активный, обладает антисептическими свойствами. Полученный в процессе подземного растворения раствор бишофита имеет удельный вес 1,30-1,34 г/см^3. Минерализация бишофитового рассола, добываемого из скважин, составляет 420-511 г/дм^3. Раствор прозрачный, бесцветный или слегка желтоватый, маслянистый на ощупь, без запаха, гигроскопичен, не токсичен. Впервые в 1975 г. на Наримановской площади на скважине №2 была опробована технология добычи бишофита методом подземного выщелачивания. В мировой практике это первый опыт добычи из глубокозалегающих горизонтов. На территории Нижнего Поволжья разведаны и эксплуатируются с 1971 по 1994 гг. Городищенское, Светлоярское, Наримановское месторождения бишофита.

Бишофитовый рассол в России имеет следующий усредненный состав (г/дм^3): минерализация 466, $MgBr_2$ – 5,7, NaCl – 10,3, KCl – 1,8, $CaSO_4$ – 1,3, плотность-1,16 [2]. Водный раствор бишофита, его химический состав, минерализация, формула Курлова представлены в табл. 1. Содержание хлора – 316,66 г/дм^3, магния – 108,47 г/дм^3, брома – 4901,76 мг/дм^3.

Таблица 1. Геохимическая характеристика хлоридных рассолов выщелачивания

№ п/п	Наименование скважины, возраст, интервал добычи	Минерализация, мг/ дм^3	Катионы и анионы, мг/дм^3/мг•экв					
			HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^++K^+
1	Артемовск ВНПО Соль Черноморский бишофи P_1kg, 2000-2050 м (Донецкая обл., Украина)	446371	6893,0 113,0	35389,0 737,3	285939,7 8054,6	отс.	108224,0 8900,0	2306,2 100,3
2	Артемовск ВНПО Соль Азовский бишофит P_1kg, 2000-2050 м (Донецкая обл., Украина)	461519,8	2769,4 45,4	31981,78 666,3	306175,1 8624,6	отс.	114304,0 9400,0	268,9 11,7
3	Скв.3-Тышковка, P_1kg, 2163-2165 (Черниговская обл., Украина)	449841,5	146,4 2,4	595,85 12,41	329794,6 9290,0	1202,4 60,0	112966,4 9290,0	340,63 14,81
4	Скв. 7-Наримановская P_1kg, 1623-1640 м Волгоградская обл. Россия)	457645,24	1830 3,0	3201,5 66,7	333226,1 9386,6	отс.	115520,9500,0	453,1 19,7
5	Скв. 9-Наримановская P_1kg, 1733-1748 м (Волгоградская обл. Россия)	337160,4	207,4 3,4	2582,6 53,8	222939,65 6280,0	1202,4 60,0	40614,4 3340,0	68015,6 2957,2
6	Скв. 6040, Городищенская, P_1kg 1596-1630 м (Волгоградская обл., Россия)	423458,7	341,6 5,6	1539,8 32,1	309713,7 8724,3	отс.	107008,8800,0	406,64 17,7

Таблица 1 (продолжение). Геохимическая характеристика хлоридных рассолов выщелачивания

№№ по.	Наименование скважины, возраст, интервал добычи	pH Уд.вес	Br, мг/ дм³	I, г/ дм³	Формула химического состава	Индекс воды по О.А. Алекину
1	Артемовск ВНПО Соль Черноморский бишофи P_1kg, 2000-2050 м (Донецкая обл. Украина)	4,8 1,327	7619	отс	$\frac{Cl90\ SO_4 8 HCO_3 2}{Mg99\ (K+Na)1}$	Mg Cl IIIa
2	Артемовск ВНПО Соль Азовский бишофит P_1kg, 2000-2050 м (Донецкая обл. Украина)	4,7 1,333	6020,6	отс	$\frac{Cl92\ SO_4 7\ HCO_3 1}{Mg100}$	Mg Cl IIIa
3	Скв.3-Тышковка, P_1kg, 2163-2165 (Черниговская обл.,Украина)	4,7 1,319	4795,2	отс	$\frac{Cl99{,}9 SO_4 0{,}1}{Mg99.4Ca0.6}$	Mg Cl IIIa
4	Скв. 7-Наримановская P_1kg, 1623-1640 м Волгоградская обл., Россия)	3,8 1,327	5061,6	отс	$\frac{Cl99\ SO_4 1}{Mg99{,}8\ (Na+K)0{,}2}$	Mg Cl IIIa
5	Скв. 9-Наримановская P_1kg, 1733-1748 м (Волгоградская обл., Россия)	5,6 1,241	1598,4	отс	$\frac{Cl99\ SO_4 1}{Mg53(Na+K)46\ Ca1}$	NaMg Cl IIIa
6	Скв. 6040, Городищенская , P_1kg 1596-1630 м (Волгоградская обл., Россия)	5,1 1,307	4448,9	отс	$\frac{Cl99{,}6 SO_4 0{,}4}{Mg99{,}8(K+Na)0.2}$	Mg Cl IIIa

Таблица 2. Сопоставление составов бишофитовых рассолов и оз. Эльтон и Мёртвого моря

Состав бишофитового рассола	Состав озер
Черноморский бишофитовый рассол P_1kg, 2000-2050 м (Донецкая обл. Украина) $Br7{,}6\grave{I}\ \ 446{,}3\frac{Cl90SO_4 8HCO_3 2}{Mg99(Na+K)1}\ pH4{,}8$	состав воды Мёртвого моря $Br2{,}0-5{,}36M337{,}3\frac{Cl100}{Mg60(Na+K)31Ca9}\ pH6{,}3$
Скв 3- Светлоярская, бишофитовый рассол P_1kg, 1012-1120 м. $Br5{,}3\grave{I}\ \ 511{,}49\frac{Cl99SO_4 1}{Mg99(Na+K)1}\ pH4{,}4$	состав рапы озера Эльтон (август-сентябрь) $Br1{,}3M474{,}8\frac{Cl91SO_4 9}{(Mg99(Na+K)1}\ pH5{,}2$

Рассолы Днепрово-Донецкого авлакогена имеют минерализацию 446-461 г/дм³. По классификациям В.А. Сулина и Е.Ф. Посохова [2] они относятся к хлормагниевому типу (IIIa) с содержанием хлора от 285,94 до 329,79 г/дм³, магния от 108,2-114,3 г/дм³. Концентрация брома в растворе варьирует от 4795,2 до 7619 мг/дм³. В рассоле отсутствует иод, бром как галоген вытесняет йод из раствора.

Рассол бишофита, получаемый непосредственно из скважины, обладает целым набором полезных свойств и является сырьем и продуктом, применяемым в различных отраслях народного хозяйства [4]. Сопоставление составов бишофитовых рассолов и оз. Эльтон и Мёртвого моря представлены в табл. 2. Бишофитоносные рассолы хлормагниевого типа (IIIa) России и Украины не уступают курортам Мертвого Моря, а по бальнеологическим показателям по брому и магнию значительно превышают показатели Мертвого Моря.

Выводы:

1. Рассол бишофита, получаемый непосредственно из скважин, обладает целым набором полезных свойств и является сырьем и продуктом, применяемым в различных отраслях народного хозяйства. Минерал бишофит связан генетически с соляным галогенезом и встречается в районах с пластовым залеганием солей, а также в районах с солянокупольной тектоникой.
2. Рассолы выщелачивания Днепро-Донецкого авлакогена с минерализацией 446-461 г/дм³ обладают пониженной минерализацией по сравнению с Поволжскими (до 511 г/дм³).
3. Содержание магния сильно не изменяются в Поволжском бассейне и составляет 107,0-115,5 г/дм³, а в Днепро-Донецком – (108,2-114,3) г/дм³.
4. Концентрация брома в бишофитовом рассоле Днепро-Донецкого авлакогена достигает 7619 мг/дм³, а в Поволжском бассейне – 5354 мг/дм³, что значительно ниже. Везде отсутствует йод.
5. Бишофитоносные рассолы России и Украины не уступают курортам Мертвого Моря по бальнеологическим показателям, а по брому и магнию значительно превышают показатели Мертвого Моря.

Примечание: в медицине рассолы бишофита в Волгоградской, Саратовской, Ростовской областях и на территории Калмыкии широко используется медицинскими учреждениями и населением в качестве бальнеологического средства для лечения, в основном заболеваний опорно-двигательного аппарата, нервной системы. Его можно купить в аптеках в виде бишофитового рассола и ряда лекарственных препаратов на основе волгоградского бишофита пасты «Бишаль», раствора «Поликатан», пластырь и др. и применять для оздоровления в домашних условиях. В других регионах страны эти препараты не продаются и неизвестны широко населению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Деревягин, А.С.* Нижнепермская галогенная формация Северного Прикаспия / *А.С. Деревягин, С.А. Свидзинский, В.И. Седлецкий* и др. – Ростов на Дону: изд-во РГУ, 1981. 397 с.
2. *Салех Ахмед, И.Ш.* Волгоградский бишофит. – Волгоград: изд-во Перемена, 2010. 432 с.
3. *Мязина, Н.Г.* Сопоставление гидрохимических особенностей озера Эльтон и Мертвого моря / Водное хозяйство России // 2013. № 1. С. 52-59.
4. *Мязина, Н.Г.* История открытия, изучения и использования бишофита. Гидрогеология и карстоведение: Межвуз. сб. науч. тр./ Перм. гос. нац. иссл. ун-т. вып.19. – Пермь, 2013. С. 327-330.

BISCHOFITE NATURAL AND CHEMICAL RESOURCES AT THE EAST EUROPEAN PLATFORM AND ITS USE IN BALNEOLOGY

© 2017 N.G. Myazina, E.S. Barysheva

Orenburg State University

Comparison the bischofite of leaching brines of Volga and separate domes of Caspian Depression with Dnepro-Donetsk pools and Lakes Elton is carried out, the Dead Sea also is revealed that brines of leaching of Dnepro-Donetsk avlakogen with a mineralization of 446-461 g/dm^3 possess the lowered mineralization in comparison with Volga region (to 511 g/dm^3). Content of magnesium strongly doesn't change in the Volga region basin and makes 107,0-115,5 g/dm^3, and in Dnepro-Donetsk – 108,2-114,3 g/dm^3. Concentration of bromine in a bischofite brine of Dnepro-Donetsk avlakogen reaches 7619 mg/dm^3, and in the Volga region basin – 5354 mg/dm^3, what is much lower. Everywhere there is no iodine. Bischofite brines of Russia and Ukraine don't concede to resorts of the Dead Sea on balneological indicators, and on bromine and magnesium considerably exceed indicators of the Dead Sea.

Key words: *Volga bischofite basin, Dnepro-Donetsk avlakogen, bischofite, leaching brine, mineralization, bromine, magnesium, balneology, ecology*

Natalia Myazina, Candidate of Geology and Mineralogy, Associate professor at the Geology Department. E-mail: miazinanatalia@rambler.ru
Elend Barysheva, Doctor of Medicine, Head of the Biochemistry and Microbiology Department. E-mail: baryshevae@mail.ru