

СОСТОЯНИЕ РЕСУРСНОЙ БАЗЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД (ГИДРОМИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ) РОССИИ И ПРОБЛЕМЫ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

Р.И. Плотникова
ВСЕГИНГЕО, Москва, e-mail: riplotnikova@mail.ru

Гидроминеральное сырье (промышленные воды) – это природные воды, являющиеся важнейшим источником получения различных компонентов или соединений – йода, брома, бора, галита и др. По разным оценкам, в них сосредоточено от 35 до 75% мировых запасов лития, рубидия, цезия, большая часть брома и йода. Данные элементы широко используются в ряде стран (США, Япония, Чили, Израиль) для добычи солей магния, калия, натрия, кальция, брома, йода, бора, лития и др. При этом мировая добыча йода из природных вод составляет около 80–85%.

Следует заметить, что автором рассматриваются в основном природные воды озер, внутриконтинентальных морей и неглубоко залегающих промышленных подземных вод (ППВ). Так, целый ряд продуктов, содержащих бром, бор, литий, калий, магний, добывается в США из вод озер, в Израиле – из Мертвого моря, в КНР – из озер, в Японии и Италии – из парогидротерм, в Чили – из саларов и твердого сырья (самых крупных в мире месторождений селитры).

Мировые запасы йода составляют около 15 млн т, из них 13,9 млн т приходится на Чили и Японию. В 2008 г. мировая добыча йода составила 27 тыс. т со следующим распределением по странам: Чили – 16000 т, Япония – 8800 т, КНР – 580 т, Туркмения – 500 т, Азербайджан – 300 т, Россия – 300 т, Индонезия – 75 т, Узбекистан – 2 т. Достоверность некоторых данных весьма сомнительна, так как по официальным данным в России в 2008 г. добыча йода не производилась [9]. Но, так или иначе, на мировом рынке йода лидерами уже много лет являются Чили (более 50%), где он добывается из твердого сырья при производстве азотных удобрений и характеризуется высоким качеством и относительно небольшой ценой, и Япония, с аналогичным соотношением цены и качества.

В России наибольший интерес в качестве гидроминерального сырья представляют подземные воды преимущественно глубоких водоносных горизонтов, широко развитые в артезианских бассейнах.

В СССР в 1969 г. были установлены условные минимальные концентрации йода, брома и бора, различающиеся в зависимости от количества компонентов в воде. Однокомпонентные воды: йод – 18 мг/л, бром – 250 мг/л, бор – 250 мг/л;

двухкомпонентные йодо-бромные воды: йод – 10 мг/л, бром – 200 мг/л; бор-бромные воды: бор (в виде B_2O_3) – 500 мг/л для получения буры, 200 мг/л для микроудобрений. В 1977 г. при изучении редкометалльных подземных вод условные минимальные концентрации были приняты для следующих компонентов (в мг/л): Li – 10, Rb – 3, Cs – 0,5, Sr – 300, Ge – 0,05. В дальнейшем были разработаны критерии выделения месторождений подземных вод, представляющих практический интерес для добычи полезных компонентов, и методы оценки их эксплуатационных запасов. Они включают совокупность геологических, гидрогеологических, технических и экономических факторов, на основе которых для каждого месторождения устанавливаются и утверждаются конкретные кондиции содержания полезных компонентов, которые подлежат извлечению.

Производство йода в СССР достигало 1 200 т/год, большая часть его использовалась в России, поэтому следует считать реальными оценки потребности России в йоде в 750–900 т/год. Часть этой потребности покрывается за счет поставок йода из Азербайджана и Туркмении, где он реализуется по демпинговым ценам, поскольку на мировом рынке продукция стран СНГ малоконкурентноспособна. Ожидается, что девятой страной, обладающей месторождением йодных вод, станет Иран, где предполагается добыча йода в количестве 100 т в год (уже пробурено несколько скважин и проектируется строительство завода).

Имеются предпосылки для роста потребления йода в мире, в первую очередь на Ближнем и Среднем Востоке, Китае, Индии, Пакистане.

Мировое производство брома (по данным на 2003 г.) составило около 550 тыс. т в год. Большая часть его производится в США (39,4%), Израиле (37,6%) и Китае (7,7%), небольшой объем – в Великобритании, Иордании, Японии, Украине и некоторых других странах.

В России бром добывался попутно на Верхнекамском месторождении калийных солей, при добыче поваренной соли из озер Бурлинское и Баскунчак, сульфата натрия – из озера Кучук в Алтайском крае, а также на Краснокамском месторождении йодо-бромных подземных вод. На данных площадях добыча брома прекращена из-за нерентабельности [5]. В СССР в 1990 г. бром производился в объеме 23 тыс. т в год; до 2003 г. на Краснокамском месторождении его добыча составляла около 100 т/год. По разным оценкам, потребность России в бrome составляет от 10 до 15 тыс. т/год. В

настоящее время его закупки осуществляются за рубежом, преимущественно в странах СНГ.

Из редких металлов к широко используемым относится литий, мировое потребление которого исчисляется тысячами тонн, при этом 75% его запасов в мире приходится на рапу соленых озер. В структуре балансовых запасов лития в России ведущую роль играют пегматитовые месторождения. Прогнозных ресурсов, тем более запасов литиеносных рассолов, на государственном учете не имеется.

Широкомасштабные исследования подземных вод в качестве гидроминерального сырья для получения йода, брома, лития и других компонентов проводились в СССР в 70–80-е годы XX века. В промышленных масштабах из подземных вод добывались йод и бром (Азербайджан, Туркмения, Россия), в небольшом объеме рассолы использовались для различных технических нужд.

Реальная ресурсная база промышленных подземных вод России на данный момент представлена пятью месторождениями [5, 6]. Три месторождения с общим количеством запасов 327,1 тыс. м³/сут разведаны за счет государственных средств в советское время: йодных вод – в Краснодарском крае и Тюменской области, йодо-бромных – в Пермской области. В 2001–2002 гг. за счет средств недропользователей было разведано два новых месторождения: Астраханское с запасами йодных вод 31,8 тыс. м³/сут и запасами йода 229 т/год и Северодвинское (участки Бобровский, Лапоминский) в Архангельской области с запасами йодных вод 15,4 тыс. м³/сут и запасами йода 120 т/год. На Северодвинском месторождении в 2004 г. недропользователем завершена разведка с опытной эксплуатацией йодной установки, и в 2005 г. запасы йодных вод утверждены в количестве 15 тыс. м³/сут, однако по экономическим причинам они отнесены к забалансовым.

Эксплуатировалось два месторождения промышленных вод: Краснокамское месторождение йодо-бромных вод и Славяно-Троицкое месторождение йодных вод. В 2003 г. вследствие нерентабельности добыча йодо-бромных вод на Краснокамском месторождении была прекращена, а с 2008 г. не производилась добыча йодных вод и на Славяно-Троицком месторождении, где производство также малорентабельно и требует реконструкции, так как йодная и бромная продукция этих предприятий в условиях рынка не выдерживает конкуренции с зарубежной (из Чили, Туркмении, Азербайджана).

Тюменское месторождение йодных вод, по которому запасы были утверждены в 1966 г., не освоено ввиду того, что сброс в реки отработанных подземных вод был

запрещен, а утилизация их путем обратной закачки в водоносные пласты требовала серьезных инвестиций, в том числе в дополнительные исследования для решения проблемы закачки. Хотя в официальном государственном балансе Черкашинский участок месторождения значится в числе подготавливаемых к освоению, на инновационном портале Уральского федерального округа была размещена информация об изъятии 11 декабря 2003 г. у предприятия лицензии; в последующем в программах развития Округа о ресурсах йодных вод больше не упоминалось. Остальные их запасы находятся в нераспределенном фонде.

Северо-Двинское и Астраханское месторождения йодных вод также не осваиваются.

Неоднократно упоминающиеся в публикациях запасы йода, реже брома, а также других компонентов в попутных водах нефтяных и газовых месторождений в Западной Сибири и Ставропольском крае ни разу не были доведены до утверждения.

Выполненные ранее исследования и разработки подтвердили, что достаточно высокую эффективность освоения месторождений гидроминерального сырья может обеспечить только комплексная его переработка.

Потенциальные ресурсы подземных промышленных вод на территории Российской Федерации, оцененные в 70–80 гг. XX века по 118 перспективным площадям, составляют более 4 млн м³/сут, из них 63 месторождения расположены в европейской части России, 55 – в азиатской. Согласно гидрогеологическому районированию того времени, они находятся в основном в пределах Волго-Камского (Восточно-Русского), Северо-Двинского, Московского (Среднерусского), Западно-Сибирского, Ангаро-Ленского артезианских бассейнов [1, 4].

Таблица 1

Потенциальные ресурсы ППВ и редких элементов по некоторым наиболее перспективным платформенным артезианским бассейнам (по состоянию на 1997 г. [1])

Артезианские бассейны	Потенциальные ресурсы							
	ППВ, тыс. м ³ /сут	Основные элементы, т/год						
		Йод	Бром	Бор	Стронций	Литий	Рубидий	Цезий
Европейская часть, всего	1849,8	4000	409119	4750	272100	1989,5	–	–
В том числе								

Московский	361,1	129	78240	–	52580	124,5	–	–
Волго-Камский	1382,5	3871	310359	4750	200140	1865,0	–	–
Северо-Двинский	106,2	–	20520	–	19380	–	–	–
Азиатская часть, всего	1491,1	10472	50581	–	29740	1029	63,1	15,5*
В том числе								
Западно- Сибирский	1450,0	10472	–	–	–	–	–	–
Ангаро-Ленский	41,1	–	50581	–	29740	1029	63,1	15,5
Итого	3240,9	14472	459700	4750	301840	3019	63,1	15,5
Всего по РФ	4203,0	20838,9	515805,7	14618,0	367871,0	8071,0	385,0	72,5

* По последним данным этот показатель следует считать завышенным, его реальное значение составляет 0,7 т/год.

Ресурсные оценки ППВ требуют уточнения, однако принципиально распределение их по регионам изменится мало (по сравнению с данными, изложенными в [1]), и в основном в сторону уменьшения, в связи с более жесткими экономическими требованиями относительно заложенных в предыдущие расчеты. При этом подземные воды содержат большие ресурсы солей натрия, калия, кальция, магния, которые при комплексной переработке подземных вод могли бы обеспечить промышленное производство йода, брома, лития, цезия, соединений бора и стронция, солей натрия, кальция и магния в масштабах, полностью удовлетворяющих потребности нуждающихся в них отраслей народного хозяйства.

В настоящее время государственное финансирование работ по изучению промышленных вод признано нецелесообразным из-за отсутствия потребителей и не востребоваемости разведанных месторождений.

В 1992–2003 гг. были проведены широкие исследования высококонцентрированных рассолов Сибирской платформы с высокими содержаниями целого ряда компонентов: брома, лития, рубидия, цезия, кальция, магния, натрия и других. Работы выполнялись силами четырех институтов под научным руководством Е.В. Пиннекера и С.Л. Шварцева (от СО РАН – ИЗК и ОИГГиМ, от МПР РФ – СНИИГГиМС ВостСибНИИГГиМС). В результате проведенных работ уточнены геохимические особенности рассолов, разработаны технологические схемы их переработки с получением литиевых, магниевых, бромных продуктов и йода, оценены принципиальные возможности получения бора, рубидия, цезия и стронция, получен ряд патентов на

технологические методы переработки рассолов, сделаны выводы о высокой перспективности промышленного освоения этих рассолов, включая очень быструю окупаемость «капитальных вложений на их добычу и комплексную безотходную переработку» [1, 4]. При этом упоминаются также запасы, подсчитанные по дебитам четырех законтурных скважин Дулисьминского (426 м³/сут) и дебиту одной скважины Верхнечонского (280 м³/сут) нефтегазоконденсатных месторождений. Данные запасы не имеют официального статуса, а их величины говорят о том, что технико-экономические оценки, вероятно, не проводились. Это хорошо видно из сопоставления их с запасами месторождений, стоящими на государственном учете и оказавшимися в современной ситуации нерентабельными, несмотря на то, что их величины на порядки выше, чем на упомянутых месторождениях.

Это подтверждают и попытки организовать пробную добычу и переработку рассолов на Балыхтинской и Знаменской площадях в Иркутской области, Сухотунгусской площади в Красноярском крае. На Знаменской площади проектировалось получение 1320 т/год лития и 2000 т/год солей брома, но эти попытки не увенчались успехом именно по финансово-экономическим причинам.

По мнению ряда авторов, страна располагает огромными запасами таких рассолов и полезных компонентов в них. Если иметь в виду геологические запасы с учетом огромных площадей распространения рассолов, то с этой точкой зрения можно согласиться. Однако локализация рассолов с оценкой запасов конкретного месторождения, в пределах которого их добыча будет реальна и рентабельна, весьма затруднительна по следующим причинам:

- низкие фильтрационные свойства содержащих пород и дебиты скважин и, как следствие, необходимость бурения большого количества скважин на большой территории для получения промышленно значимого количества сырья,
- необходимость бурения глубоких дорогостоящих скважин, требующих сложного оборудования из антикоррозионных материалов,
- осаждение солей в скважинах, рассолопроводах и другом технологическом оборудовании, что требует применения специальных методов добычи и, соответственно, дополнительных затрат,
- сложность утилизации отработанных рассолов, диктующая необходимость применения безотходной комплексной технологии переработки рассолов,

- сложность реализации всех производимых в процессе комплексной переработки рассолов продуктов.

Технологии извлечения полезных компонентов из попутных вод, помимо сибирских рассолов, разрабатывались для Печорского и Терско-Кумского артезианских бассейнов.

По оценке института ПечорНИПИнефть, на территории Троицко-Печорского нефтегазоносного района выделены два объекта гидроминерального сырья: Нижнеомринский и Верхнеомринский [7]. Технологические исследования по извлечению микрокомпонентов из попутных вод нефтяных месторождений Республики Коми проводили НИИЙодобром, МАТХТ им. М.В. Ломоносова, ПечорНИПИнефть, СеверНИПИгаз, однако запасов ППВ в этом районе разведано не было.

Аналогичные исследования проводились в Ставропольском крае, где освоение йодобромных месторождений было включено в Программу экономического и социального развития Ставропольского края на 2003–2007 годы. В Программе предусматривалось строительство на базе отработанного газового месторождения (Ипатовский участок) завода по получению йода и брома из попутных вод. В 2002 г. разработаны технико-экономические обоснования на освоение йодобромных месторождений ППВ на территории края. Помимо ресурсов йодобромных вод, в качестве дополнительных доводов в пользу этого проекта приводились следующие: возможность использования имеющихся газовых скважин, отнесение участка земли к краевой собственности и непригодность его для сельского хозяйства, развитая структура автомобильных и железных дорог, небольшая глубина залегания вод (400–500 м), наличие подготовленных и опытных кадров при низкой занятости населения и избытке трудовых ресурсов. Однако и этот проект не был реализован, хотя в 2007 г. кафедрой геологии нефти и газа Северо-Кавказского государственного технического университета были разработаны бизнес-предложения по организации йодобромного производства в Ставропольском крае.

При оценке перспективности промышленного освоения подземных вод как гидроминерального сырья для добычи любого из компонентов следует исходить из общероссийской и мировой конъюнктуры потребности, соотношения себестоимости и цены каждого из продуктов, для производства которых используются разные виды сырья: твердое, воды озер и морей, подземные воды. Найти частных инвесторов для организации

комплексной переработки промышленных вод сложно, так как потребители различных продуктов разрознены и имеют возможность в условиях мирового рынка найти более выгодные по ценам варианты, не требующие капитальных вложений. Это касается многих видов продукции (йода, брома, поваренной соли, солей магния, лития), производство которых налажено в других странах или в России из других видов сырья.

В последние годы многими исследователями, а также нефтяными и газовыми компаниями рассматривается возможность организации производства йода, брома, лития и других компонентов из попутных подземных вод нефтяных и газовых месторождений; при этом предполагается наличие инфраструктуры, рабочей силы и решение экологических проблем за счет снижения экологической опасности попутных вод. Однако не было ни одного случая, когда наряду с нефтью и газом были разведаны и утверждены запасы попутных промышленных вод. Специально разведанные запасы промышленных вод в этих районах также не определены; таким образом, требуются инвестиции и на разведку промышленных вод с оценкой запасов и их технико-экономического обоснования.

Для реального решения проблемы освоения попутных вод необходимы усилия государства, а также поиски потребителей на все виды возможных продуктов.

Наличие разведанных и неосвоенных месторождений йодных и йодобромных вод исключает проведение поисково-оценочных работ на промышленные подземные воды за счет государственного бюджета. К тому же разработка самостоятельных месторождений промышленных рассолов, подобных сибирским, несмотря на богатый состав содержащихся в них компонентов, в ближайшей перспективе, судя по опыту работ на Знаменской и Сухо-Тунгусской площадях, маловероятна, поэтому вложение государственных средств в их дальнейшее геологическое изучение нецелесообразно ввиду отсутствия реального спроса (конкретного потребителя) на данный вид продукции.

Законом РФ «О недрах» предусмотрена комплексная разработка всех видов полезных ископаемых, в том числе нефтяных и газовых, однако на практике все сводится к констатации факта наличия в попутных водах полезных компонентов, иногда с ориентировочной их оценкой. В итоге на государственном балансе пока нет ни одного месторождения с утвержденными запасами попутных вод.

По мнению исследователей сибирских рассолов [1, 4], наиболее благоприятными для комплексного освоения углеводородного и гидроминерального сырья в настоящее

время являются юг Иркутской области и юго-запад Республики Саха (Якутия), где открыты и готовятся к разработке месторождения газа и нефти. Размещать рассолопромыслы и химические заводы по их переработке целесообразно непосредственно на промыслах нефти и газа или вблизи них, что сократит расходы на освоение территории.

Суммируя вышесказанное, можно сделать следующие выводы.

1. Россия является крупнейшей мировой державой, обладающей уникальным природно-ресурсным потенциалом промышленных подземных вод. Они могли бы обеспечить промышленное производство йода, брома, лития, цезия, соединений бора и стронция, солей натрия, кальция и магния в масштабах, полностью удовлетворяющих потребности нуждающихся в них отраслей народного хозяйства.

2. На сегодняшний день разведанные и оцененные природные ресурсы промышленных вод используются очень слабо из-за разрозненности потребителей добываемой продукции и наличия на мировом рынке более дешевой продукции. Долгосрочная государственная стратегия в области использования, изучения и воспроизводства минерально-сырьевой базы основных типов промышленных вод отсутствует. Недропользователи не имеют стимулирующих экономических условий для эффективного использования разведанных месторождений промышленных вод, в том числе и попутных вод при добыче углеводородного сырья.

3. В современных условиях для сохранения ресурсной и информационной базы промышленных вод, наработанного исключительно важного отечественного научно-технического потенциала геологоразведочных работ, технологий разработки месторождений необходимо принятие комплекса правовых, организационных, экономических и других мер, обеспечивающих приоритетность использования собственной ресурсной базы промышленных вод.

4. В ближайшей перспективе организация в России собственного производства йода, брома и других компонентов возможна: 1) на базе разведанных месторождений, прежде всего в Южном ФО с наиболее благоприятными хозяйственно-экономическими и климатическими условиями. Для этого необходимо стимулирование со стороны государства, в том числе поисков потребителей, улучшения качества производимой продукции и увеличения ее номенклатуры, а также более комплексной переработки

сырья; 2) на базе попутных вод нефтяных и газовых месторождений, как новых, так и отработанных.

Представляется правильным на данном этапе предложение ряда исследователей обязать недропользователей в соответствии с Законом «О недрах» решать проблему комплексного освоения месторождений нефтяных и газовых месторождений, включая достоверную оценку перспектив добычи полезных компонентов (то есть выполнение всех необходимых исследований и оценку запасов гидроминерального сырья), через соответствующие условия в лицензионных соглашениях. Этому должны способствовать экологические службы России, так как по мере отработки месторождений нефти и газа на поверхность извлекается все больше рассолов, которые необходимо утилизировать. Поэтому с экологических позиций требование утилизации рассолов должно обязательно включаться в лицензионные соглашения на разведку и добычу углеводородного сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Анциферов А.С.* Ресурсы уникальных хлоридных кальциевых рассолов Сибирской платформы и проблемы их промышленного освоения // Разведка и охрана недр. 2004. № 8/9. С. 30–32.
2. Бизнес-предложения по организации йодобромного производства в Ставропольском крае на основе гидроминерального сырья. Кафедра геологии нефти и газа Северо-Кавказского государственного технического университета /// Министерство промышленности, энергетики и транспорта Ставропольского края. – [URL:www.Stavminprom.ru](http://www.Stavminprom.ru)
3. *Бондаренко С.С., Куликов Г.В.* Подземные промышленные воды. М.: Недра, 1984. 358 с.
4. *Вахромеев А.Г.* Закономерности формирования и концепция освоения промышленных рассолов (на примере юга Сибирской платформы): Автореф. дис.... докт. геол.-минерал. наук. М., 2009.
5. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2009 г. Вып. 93. Бром. М., 2009.
6. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2009 г. Вып. 94. Йод. М., 2009.

7. Ланина Т.Д., Литвиненко В.И., Варфоломеев Б.Г. Процессы переработки пластовых вод месторождений углеводородов. Ухта: Ухтин. гос. техн. ун-т, 2006. 172 с.
8. Организация йодобромного производства в Ставропольском крае // Все инвестиции России – [URL:http://www.allinvestrus.com/psearch.html](http://www.allinvestrus.com/psearch.html)
9. Химические товары. На мировом и американском рынках йода // Бюл. иностр. коммерч. информ. 2010.