



Рис. 2. Геологическое районирование национальных топливно-энергетических комплексов Каспийского моря (по данным И.Ф. Глумова, Н.А. Касьяновой, «Лукойл», «Газпром»)

Библиографический список

1. Глумов И. Ф. Региональная геология и нефтегазоносность Каспийского моря / И. Ф. Глумов, Я. П. Маловицкий [и др.]. – М. : Недра, 2004. – 342 с.
2. Кузнецов С. С. Историческая геология / С. С. Кузнецова. – М. : УПИ, 1962. – 287 с.
3. Стратиграфический словарь СССР. – Л. : Недра, 1982. – 615 с.

ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДОБЫЧИ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ РЕГИОНОВ

А.О. Серебряков, профессор;

Л.Ф. Ушивцева, доцент

*Астраханский государственный университет,
тел.: 8(8512) 44-00-95, e-mail: geologi2007@yandex. ru*

О.А. Шарова, инженер-эколог

*ООО «Газпром добыча Астрахань»,
тел.: 8(8512) 21-04-04, e-mail: geologi2007@yandex. ru*

Рецензент: Глебова Л.В.

Подземные воды нефтяных и газовых месторождений часто содержат в повышенных концентрациях ценные и редкие микрокомпоненты. Извлечение лития, рубидия, магния, брома, бора, йода из подземных вод ведется во многих развитых странах мира и является экономически выгодным. Гидроминеральные производства некапиталоемки и быстро окупаемы. Подземные воды Астраханского региона содержат

йод, стронций, литий, бром в концентрациях, намного превышающих кондиционные значения. Учитывая нехватку указанных компонентов, экономически наиболее целесообразно создание опытного производства по добыче редких компонентов на базе гидроминерального сырья Астраханского нефтегазоносного региона.

Underground water of oil and gas fields often contains high concentrations of valuable and rare microcomponents. Extraction of lithium, rubidium, magnesium, bromine, boron, iodine from groundwater is done in many developed countries and is economically advantageous. Hydromineral production doesn't need much investment and of a good recoupment. Ground water of the Astrakhan region contains iodine, strontium, lithium, bromine in concentrations which are much higher than conditioning value. Taking into account the lack of these components economically it is more advisable to establish pilot production for the extraction of rare components based on the hydro resources of the Astrakhan oil and gas region.

Ключевые слова: опытно-промышленное производство, микрокомпоненты, гидрохимическое сырье, инвестиции, минерально-сырьевые ресурсы.

Key words: experimental-industrial production, microcomponents, hydrochemical raw materials, investment, mineral raw materials resources.

Во всех развитых странах ведутся работы по поиску нетрадиционных источников минерально-сырьевых и энергетических ресурсов, вовлечению в разработку отходов горного производства, разработке истощенных месторождений и месторождений нетрадиционных геологических типов для расширения ассортимента товаров народного потребления.

Одним из нетрадиционных источников минерально-сырьевых и энергетических ресурсов являются подземные воды, содержащие бесценное гидроминеральное сырье для извлечения редких микрокомпонентов. В развитых странах – США, Германии, Израиле, Канаде, Японии – ведется добыча бора, йода, брома, лития, солей калия и магния, редких элементов, минеральных солей и УВ газов из гидроминерального сырья [6].

Важное значение имеет открытие в последние годы месторождений промышленных вод на Юге России. В подземных водах месторождений Астраханского, Леонидовского, Ипатовского, залегающих на незначительных глубинах, отмечены высокие концентрации йода и других ценных компонентов.

В процессе проведения поисково-разведочных работ и эксплуатации Астраханского газоконденсатного месторождения достаточно подробно изучены подземные воды всего разреза, установлен их химический состав, определены гидрогеологические параметры и физико-химические свойства вод. Установлено, что подземные воды надсолевой, солевой и подсолевой части разреза месторождения содержат ценные и редкие микрокомпоненты: йод, бром, магний, хлориды натрия и калия, литиевые соединения, рубидий, цезий, германий в концентрациях, намного превышающих кондиционные значения.

В надсолевом гидрогеологическом этаже Астраханского ГКМ на глубинах 300–350 м (апшеронский ярус) к межпластовой системе приурочены промышленные йодосодержащие воды с концентрацией йода до 25–35 мг/дм³. Дебиты вод достигают 1000 м³/сут., при самоизливе до 300 м³/сут. Промышленные воды разведаны, проведены опытно-промысловые гидрогеологические исследования, определены эксплуатационные параметры, произведен подсчет запасов вод. Эксплуатационные запасы месторождения составляют 31,8 тыс. м³/сут. на 25 лет эксплуатации. Общих запасов микрокомпонентов при извлечении 1200 т/год достаточно для эксплуатации месторождения в течение 85 лет [2, 4].

К этим же отложениям (интервал 192–290 м) и к неогеновому комплексу (интервал 430–515 м) приурочены йодосодержащие воды Леонидовского месторождения с содержанием йода 35–40 мг/дм³ с дебитами 250–540 м³/сут. Воды этих месторождений также содержат высокие концентрации магния. При максимальном использовании этих ресурсов возможна добыча 400 т/год йода.

Значительное количество редких и ценных микрокомпонентов содержится в высокоминерализованных водах кунгурской соленосной толщи [5, 6], заполняющих межсолевые терригенно-сульфатные пласты. При вскрытии этих пластов дебиты воды достигают до 3000 м³/сут., а разрядка пластов с целью истощения длится несколько месяцев, что свидетельствует о значительных эксплуатационных запасах воды. Нередко из-за бесконечного излияния рапы под большим давлением скважины вынужденно ликвидируются. Уникальная по составу рассольная вода получена на Кордонной площади (северный склон свода) из кунгурских соленосных отложений [5, 6].

Таблица 1

Экспериментальные исследования химического и микрокомпонентного состава подземных вод Астраханского региона

Компоненты	Единицы измерения	Концентрация			
			Леонидовское	Астраханское	Кордонная площадь
Солевой состав вод					
Месторождение, площадь					
Кальций	мг/дм ³ /кондиции	1603,0	1200	50	6600–20400
Магний	-»-	4370,7	1100–1296	79	1560–29184
Натрий	-»-	8287,1	9008,2	84320	99560
Калий	-»-	682/500	106	170230/500	3364/500
Хлориды	-»-	19409,0	19763	225780	204192
Сульфаты	-»-	21,0	6,0	18576	360–407
Гидрокарбонаты	-»-	427,1	415	52887	73–9577
Минерализация	г/дм ³	31,35	31,8	562,4	268–350
Стронций	-»-	19,6	45	н/опр	2336/300
Марганец	-»-	0,328	–	0,35	144
Йодид-ион	-»-	35,0/10	9–27/10	11,94/10	13–126,9
Бромид-ион	-»-	52,0	201/250	43,3	976–1438/250
Борная кислота	-»-	3,0	6,6	1372/50	12–416,7/50

Рассолы кунгурской соленосной толщи, являющиеся отходами, которые с экологической точки зрения необходимо утилизировать, содержат ценные и редкие микрокомпоненты в концентрациях, превышающих кондиции в 2–3

раза, и их при наличии нанотехнологий можно извлекать. Состав подземных вод приведен в таблице.

На Юге России в Ставропольском крае открыто Ипатовское месторождение йодосодержащих вод в хадумском водоносном горизонте (интервал – 800–900 м), в котором содержание йода достигает от 21 до 58 мг/дм³. Эксплуатационные запасы по площади оцениваются до 39 тыс. м³/сут. при динамическом понижении до 500 м. При максимальном использовании этих ресурсов возможна добыча 200 т/год йода [3].

Йодное производство в бывшем СССР полностью обеспечивало потребность экономики и медицины в йоде, однако после распада СССР производство йода и йодопродуктов практически прекратилось.

Современный уровень годового потребления йода в России составляет 1500 т/год, а в перспективе возрастет до 2000–2500 т/год (табл. 2).

Таблица 2

Рыночная конъюнктура на продукцию гидроминерального производства [1]

Продукты	Единица измерения	Рынок России на 2000–2010 гг.		
		Оптовые цены		Конъюнктура рынка
		доллар США	рубли	
Йод	кг	12–20	600–700	Острый дефицит
Бром	кг	2,1	67	То же
Оксид магния	кг	1,75	56	Дефицит
Поваренная соль	т	15,6	500	То же
Хлорид калия	т	19,7	600	Баланс
Соединения лития	т	550	17500	Дефицит

Примечание: острый дефицит соответствует импорту указанного продукта более 50 %, дефицит – менее 50 % от современного потребления

Маркетинговый анализ потребностей народного хозяйства в гидроминеральной продукции свидетельствует о благоприятных рыночных предпосылках для создания гидроминеральных производств на Юге России. Приоритетным направлением создания гидроминеральных производств является использование подземных промышленных вод отработанных скважин нефтяных и газовых месторождений на базе инновационных технологий.

На разведанных месторождениях имеются достоверные сведения о составе вод, их запасах, определены гидрогеологические параметры, проведены опытные откачки, поэтому отпадает необходимость бурения гидрогеологических скважин, поскольку имеются скважины обводненные пластовыми водами. Использование отработанных эксплуатационных скважин месторождений для добычи подземных вод позволит экономить капитальные затраты на бурение новых скважин, использовать инфраструктуру месторождений, продлить на 25–30 лет жизненный цикл производственных комплексов, сохранить рабочие места. Это имеет важное социально-экономическое значение и для предполагаемых инвесторов, и для государства.

По результатам ранее проведенных исследований [1, 3] возможно создание трех опытно-промышленных производств (ОПП) в России: добыча йода и его производных на Астраханском свезде и на Ипатовской площади Северо-Ставропольского месторождения, а также добыча оксида магния, бромида кальция и водометанольной смеси на Оренбургском НГКМ.

В таблице 3 приведены проектные мощности ОПП, цены предполагаемой к выпуску продукции, установленные в соответствии с рыночными ценами, и расчеты ожидаемой выручки от продажи товарной продукции. В таблице 4 приведены требуемые суммарные инвестиции для организации гидроминеральных производств [1].

Таблица 3

Экономическая эффективность внедрения нанотехнологии добычи из гидроминеральных отходов [1]

Предприятие	Продукция	Цена продукции, тыс. руб./т без НДС	Мощность предприятия т/год	Выручка млн руб без НДС
Астраханский ОПП	Йод	703	200	14
Ставропольский ОПП	Йод	703	200	141
Оренбургский ОПП	Бромид кальция	42	569	24
	Оксид магния	40	5280	211
	Водно-метанольная смесь	3,0	33950,0	102
ИТОГО				618

Таблица 4

Экономические инвестиции в технологии гидроминеральных отходов [1]

Предприятие	Капитальные затраты, млн руб	Оборотный капитал, млн руб	Затраты на лицензию, млн руб.	Общие инвестиционные издержки	
				млн руб	млн долл. США, 1 долл. = 32 руб
Астраханский ОПП	329	4,6	2,0	336	10,4
Ставропольский ОПП	337	5,63	2,0	345	10,7
Оренбургский ОПП	264	8,6	2,0	275	8,5
ИТОГО	930	18,9	6,0	955	29,6

Примечание: оборотный капитал принят в размере месячных эксплуатационных издержек.

Существующая минерально-сырьевая база промышленных подземных вод Юга России позволит обеспечить все потребности России в микрокомпонентах. Себестоимость получения 1 кг гидроминеральной продукции оценивается в 273 руб. Экономические расчеты показывают, что при комплексном исполь-

зовании ресурсов подземных вод из одной скважины возможна добыча редких компонентов, растворенных углеводородных газов и тепловой энергии (табл. 5).

Таблица 5

Экспериментальные исследования технологии добычи редких элементов из промышленных вод (по одной скважине) [5]

Наименование сырья	Добыча сырья, кг/год
Калийные соли	108000
Йод	200
Бром	12400
Бор	15900
Стронций	72800
Литий	700
Рубидия	840
Цезия	580
Газ, млн м ³	7,0
Углеводородный газ, тыс. м ³	98,5

При разработке месторождений подземных вод наиболее часто используются геоциркуляционные нанотехнологии, то есть нанотехнологии обратной закачки отработанных вод в продуктивный горизонт после извлечения из них ценных компонентов, что решает проблему утилизации отработанных вод и поддержания пластовой энергии. После очистки и переработки отработанная вода может быть использована для лечебно-курортных и бальнеологических целей как бесплатное бальнеологическое сырье. Учитывая дефицит микрокомпонентов в стране и за рубежом, горная их гидродобыча будет сопровождаться быстрой окупаемостью.

Ниже приведены показатели горного гидроминерального производства на месторождениях промышленных вод (табл. 6).

В случае успешной реализации гидроминеральных производств интегральный чистый дисконтированный доход (экономический эффект) составит 1850 млрд рублей. Помимо коммерческой выгоды, имеется бюджетная и экономическая эффективность развития гидроминеральных производств. В случае реализации проектов в бюджеты разных уровней поступит за расчетный срок эксплуатации (25 лет) более 4094 млн рублей с учетом дисконта. Это в 2,2 раза превышает коммерческую эффективность нефтяных и газовых проектов, а экономический эффект за рассматриваемый период для народного хозяйства в целом составит около 5,95 млрд руб. (дисконтированных), из них прямые поступления в бюджет составят 4,0 млрд руб. (табл. 7).

Из приведенных данных следует, что добыча микрокомпонентов характеризуется благоприятными показателями коммерческой эффективности с точки зрения их инвестирования и быстрым сроком окупаемости капитальных вложений. Учитывая потребности России и зарубежных стран в йоде, организация горного производства микрокомпонентов будет иметь устойчивый и долговременный спрос, так как импортное замещение по ряду микрокомпонентов в России составляет лишь 25 % от требуемого количества, а по другим достигает 100 %. Комплексное использование минерального сырья и его отходов на эксплуатируемых месторождениях позволит повысить эффективность геологических работ и более рационально использовать отходы

производства для расширения ассортимента выпускаемой продукции с минимальными затратами и быстрой окупаемостью.

Таблица 6

Экспериментальные исследования эффективности инвестиционных проектов на создание гидроминеральных производств

Показатели	Единицы измерения	Астраханский ОПП	Ставропольский ОПП	Оренбургский ОПП
Мощность предприятия, йод (годовой выпуск) бромид кальция /оксид магния/водо-метанольная смесь	т/год	200	200	569/5280/33950
Цена товарной продукции без НДС	млн руб./год	703	703	42/40/3
Общая численность рабочих	чел	76	75	75
Инвестиции	млн руб	335,58	344,65	274,56
Стоимость строительства (капвложения)	-«-	328,98	337,02	263,93
Эксплуатационные затраты	-«-	55,24	67,55	103,6
Продолжительность строительства	лет	1,5	2,0	2,0
Себестоимость	млн руб./год	68,40	81,03	114,16
Чистый доход	млн руб.	1368,72	1109,6	4387,16
Чистый дисконтированный доход	-«-	272,68	173,57	1410,36
Интегральный эффект (ЧДД)	-«-	188,87	322,7	н/д
Дисконтированный срок окупаемости капвложений от момента начала строительства	лет	8,48	10,97	2,70
Внутренняя норма рентабельности	%	19,55	16,04	67,20
Индекс доходности инвестиций с учетом дисконта, отн. ед.	отн. ед.	1,91	1,5	6,14

Таблица 7

Экспериментальные исследования народнохозяйственной эффективности создания гидроминеральных производств [1]

Эффективность, млн руб.	Астраханский ОПП	Ставропольский ОПП	Оренбургский ОПП	Итого за расчетный период
Коммерческая	273	174	1410	1857
Бюджетная	865	816	2413	4094
Народнохозяйственная	1137	990	3823	5950

Работа выполнена в рамках государственного контракта № 353П от 30.08.2009 г. ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России».

Библиографический список

1. 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.
2. Леонов Д. С. Йодобромные воды на территории Астраханской области и эколого-гидрогеологическое обоснование их разработки / Д. С. Леонов // Эколого-гидрогеологические исследования природно-техногенных систем в районах газовых и газоконденсатных месторождений : мат-лы школы-семинара. – М. : Изд-во МГУ, ИРЦ Газпром, 1998. – С. 134–135.
3. Перцев В. П. Обоснование организации йодного производства на Ипатовской площади в Ставропольском крае / В. П. Перцев // Газовая промышленность. – 2001. – № 6. – С. 30–33.
4. Серебряков О. И. Перспективы развития минерально-сырьевой базы на Астраханском ГКМ / О. И. Серебряков // Развитие и освоение нефтяных и газоконденсатных месторождений : науч. тр. – 2003. – Вып. 4. – С. 79–82.
5. Ушивцева Л. Ф. Подземные воды газовых месторождений – национальный минерально-сырьевой ресурс / Л. Ф. Ушивцева, О. И. Серебряков [и др.] // Газовая промышленность. – 2010. – № 5. – С. 43–45.
6. Ушивцева Л. Ф. Рассолы кунгурской соленосной толщи / Л. Ф. Ушивцева // Геология, бурение и разработка газовых и газоконденсатных месторождений : тр. СевКавНИПИгаз. – Ставрополь, 2003. – Вып. 38. – С. 13–15.

АНАЛИЗ ТРЕЩИНОВАТОСТИ АПТ-АЛЬБСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

П.С. Делия, геолог компании Baker Hughes, аспирант

*Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина,
тел.: 926-565-31-93, e-mail: pavel_deliya@mail.ru*

Рецензент: Серебряков А.О.

На основе комплексного изучения данных полевого описания керна, макроописания керна, петрографического описания шлифов, литологического и минералогического состава пород по керну и шламу, исследований ГИС и пластового наклономеров проведен анализ трещиноватости апт-альбских отложений северной части Каспийского моря на примере скв. 2 Ракушечная.

An analysis of fractures of Albian and Aptian sediments in northern part of the Caspian Sea on the example of the “2nd Rakushechnaya” well has been performed on the base of complex data study of the field core description, its macrodescription, petrographical slices description, lithological and mineral rock composition on core and cutting data, geophysical well survey studies and DipLog measurements.

Ключевые слова: керн, шлифы, ГИС, пластовый наклонмер, шельф, апт-альб, трещиноватость.

Key words: core, slices, geophysical well survey, DipLog, shelf, Albian and Aptian sediments, fractures.

Скважина 2 Ракушечная расположена на одноименной структуре Северного Каспия. Результаты анализа комплексных палеонтологических исследо-