

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН В КАЧЕСТВЕ ГИДРОМИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Р.Л. Ибрагимов

Татарское геологоразведочное управление ОАО «Татнефть», Казань, e-mail: tgru@tatneft.ru

Подземные воды нефтяных месторождений Татарстана уже давно являются объектом изучения гидрогеологов, химиков и технологов на предмет возможного их использования в качестве источника гидроминерального сырья. По мнению ряда специалистов, наиболее интересны в этом отношении бром, йод, хлористый натрий, кальций, калий и хлор. В пластовых водах нефтяных месторождений, которые представляют собой хлоркальциевые растворы с общей минерализацией до 290 г/дм³, содержание этих компонентов в различных соединениях огромно и может быть использовано в качестве гидроминерального сырья на длительный срок эксплуатации (табл. 1–5).

Первые сведения о добыче из подземных вод поваренной соли и серы в соседних с Татарстаном областях Урало-Поволжья появились еще в XVI веке (Соликамск, Солигач, Усолье, Серноводск). В 1935–1948 гг. были исследованы подземные воды более глубоких каменноугольных и девонских отложений. Результаты этих исследований изложены в работах В.А. Сулина (1935, 1948), М.С. Кавеева (1940, 1948), С.Г. Каштанова (1936), А.В. Миртовой и П.В. Дмитриевой (1939), А.И. Силина-Бекчурина (1941, 1948, 1949), Н.К. Игнатова (1945) и др.

В конце 50-х гг., после открытия крупных нефтяных месторождений в Татарстане, база данных по гидроминеральным компонентам осадочного чехла палеозойских отложений существенно расширяется.

Специальные работы по разведке и изучению подземных вод проводились по Краснокамскому району (В.М. Куканов, Е.Е. Керкле, М.В. Сыроватко и др.), Самарской Луке (М.И. Зайдельсон, А.И. Козин, К.Б. Аширов и др.), Татарстану (В.Г. Герасимов, М.М. Булычев, Е.Ф. Станкевич, Б.В. Анисимов, К.Н. Доронкин, Р.Л. Ибрагимов и др.).

В результате этих работ установлено, что вся территория Урало-Поволжья является перспективной в плане поиска и разведки промышленных вод, пригодных для извлечения брома, йода, бора и других элементов.

В 1965 г. в ТатНИПИнефти была проведена оценка вод терригенных отложений девона Бавлинского нефтяного месторождения на содержание брома и йода для использования их в

промышленных целях и рассмотрены гидрогеологические условия терригенных отложений. Как показали химические анализы пластовых и нефтепромысловых сточных вод в результате опробования скважины 20 (Бавлинской), наиболее водообильными в терригенных отложениях девона являются песчаные пласты Д_{II} и Д_V. Технико-экономическое обоснование йодобромного производства проводилось по трем вариантам: 1) использование нефтепромысловых сточных вод; 2) использование пластовых вод из скважин, оборудованных на пласты Д_I, Д_{IV} и Д_V; 3) совместное использование нефтепромысловых и пластовых вод. Ориентировочные расчеты показали высокую рентабельность йодобромного производства на базе нефтепромысловых сточных вод.

Таблица 1

Содержание основных микрокомпонентов в пластовых водах месторождений Южно-Татарского свода и его склонов

Водоносные горизонты, комплексы	Микрокомпоненты (min-max)		
	Г Br ⁻ B	NH ₄ ⁺ Fe ²⁺ K ⁺	Ba ²⁺ Sr ²⁺
Архейско-протерозойский	8,5–10,0	1,6–174	56,0
	843–1933	0,5	770,0
	8,1–10,5	720	
Терригенных отложений девона	6,1–9,9	96–195	89
	654–999,3	121	392
	8,5–10,3	1444	-
Карбонатных отложений девона	7,2–10,8	122–146	107
	350–1871,0	5,4–28	380
	14–29	1280	-
Турнейских отложений	6,3–15,3	112–241	28
	226–1606,4	-	215
	-	334–1551	-
Терригенно-карбонатных отложений ниж. карбона	6,8–8,8	112–174	-
	374–863,4	15–210	110
	22–29	1315	-

Таблица 2

Содержание основных микрокомпонентов в пластовых водах месторождений юго-восточного склона Северо-Татарского свода

Водоносные горизонты, комплексы	Микрокомпоненты (min-max)		
	Г Br ⁻ B	NH ₄ ⁺ Fe ²⁺ K ⁺	Ba ²⁺ Sr ²⁺
Терригенных отложений девона	7,3–16,4	83,6	13
	444–722	61,9	338
	13	1300	-
Карбонатных отложений девона	11–16	84–97,8	-
	443–707	6,7–95	-
	9	900	-
Турнейских отложений	7,4	116,0	-
	639	12,7	238
	31,5	1128,8	-
Терригенно-карбонатных отложений ниж. карбона	7,9–16,0	174	-
	462–680	20	-
	12	1200	-
Башкирско-верейских отложений	8,4–13	174	-
	573–863,4	90	-
	17	1000	-

Таблица 3

Содержание основных микрокомпонентов в пластовых водах месторождений Мелекесской впадины

Водоносные горизонты, комплексы	Микрокомпоненты (min-max)		
	Г Br ⁻ B	NH ₄ ⁺ Fe ²⁺ K ⁺	Ba ²⁺ Sr ²⁺

Терригенных отложений девона	8,5–10	214–225	115
	849–1000	32–142	553
	13,8–41	1338–1565	-
Турнейских отложений	7,2–9,7	97–404	-
	215–608	8–31	-
	7,3–50	900	-
Терригенно- карбонатных отложений ниж. карбона	6,7–8,9	109–166	-
	33–414	11–66	539
	8–31	1005	-
Окско-серпуховских отложений	9,7–17,2	77–115	-
	226–300	52–119	-
	9,4	400	-
Башкирско- верейских отложений	7,8–9	60–133	-
	259–420	52–70	-
	5,2	843	-
Каширских отложений	7–10,6	22–126	-
	234–400	26–206	-
	2	108	-

Таблица 4

Содержание основных микрокомпонентов в нефтепромысловых сточных водах месторождений Южно-Татарского свода

Водоносные горизонты, комплексы	Микрокомпоненты (min-max)		
	Г Br ⁻ В	NH ₄ ⁺ Fe ²⁺ K ⁺	Ba ²⁺ Sr ²⁺
Девонские	7	100	59
	480	47	200
	13	600	
Каменноугольные	7	160	-
	300	40	-
	7	-	-

Содержание основных микрокомпонентов в нефтепромысловых сточных водах месторождений юго-восточного склона Северо-Татарского свода

Водоносные горизонты, комплексы	Микрокомпоненты (min-max)		
	Г Br ⁻ В	NH ₄ ⁺ Fe ²⁺ K ⁺	Ba ²⁺ Sr ²⁺
Девонские	8,4	83,6	-
	514	35	-
	7,4	49,7	-
Каменноугольные	7	70	-
	309	5	-
	7	589	-

В статье Е.Ф. Станкевича «Возможные пути комплексного использования подземных промышленных вод нефтедобывающих районов Волго-Уральской области» (Казанский геологический институт, 1968 г.) дается обобщение всех имеющихся материалов по йодобромным подземным водам с предложениями их использования для промышленных целей. Предлагаются следующие варианты:

- использование нефтепромысловых сточных вод, которые являются бесплатным сырьем;
- совместная добыча нефти и гидроминерального сырья при форсированной разработке небольших нефтяных месторождений;
- использование йодобромных вод выработанных нефтяных месторождений;
- совместное использование нефтепромысловых сточных вод и рассолов, добываемых из непродуктивных горизонтов;
- добыча бромных вод из непродуктивных горизонтов (верхнефранского и фаменского) и использование обезбромленных вод для целей ППД на нефтяных месторождениях.

Преимуществами первого варианта, по Е.Ф. Станкевичу, являются дешевизна

получаемых рассолов, которые на многих товарных парках содержат 400–500 и более мг/дм³ брома, и большие ресурсы сточных вод, превышающие по многим НГДУ 4 млн м³ в год. К недостаткам первого варианта автор относит: 1) сильные колебания объема сточных вод во времени, что связано с технологией добычи нефти; 2) разубоживание (разбавление) пластовых вод при закачке в пласт пресной воды; 3) несоответствие сточных вод кондициям на йодобромные воды по галлоидопоглощению – 130–257 мг/дм³ (при норме 80 мл/л) и по содержанию нефти, которое в отдельных случаях достигает 1000–2700 мг/дм³; 4) уменьшение содержания йода и брома при длительном отстаивании, а также в результате использования современных методов очистки сточных вод.

Основным недостатком второго варианта является небольшой срок эксплуатации нефтяного месторождения, при котором организация йодобромного производства является нерациональной.

Третий вариант скомбинирован из первого и четвертого, поэтому все недостатки и преимущества этих вариантов относятся и к нему.

Достоинства наиболее перспективного, по мнению автора, четвертого варианта:

- использование минимального количества водяных скважин высокой производительности;
- практически неограниченные запасы кондиционных вод;
- незначительное содержание в воде железа, упрощающее подготовку отработанных вод для закачки в нефтяные пласты;
- наличие большого количества фактических данных по геологическому строению нефтяных месторождений, что облегчает и удешевляет проведение поисково-разведочных работ на промышленные воды.

В качестве первоочередного объекта для постановки поисково-разведочных работ предлагается Ромашкинское нефтяное месторождение; во вторую очередь поисково-разведочные работы намечается провести в Туймазинском (Башкирия) и Бавлинском нефтедобывающих районах.

Исследователи из ТатНИПИнефти (Б.В. Анисимов, К.Н. Доронкин) считают, что Е.Ф. Станкевич преуменьшил значение первого варианта, который имеет преимущество перед остальными из-за дешевизны сырья. Четвертый вариант, напротив, при условии одновременной разработки нефтяных месторождений может, по их мнению, вызывать перетоки воды из одного горизонта в другой и потребует постановки дорогостоящих

гидрогеологических исследований.

В 1970 г. В ЦЗЛ химзавода им. Л.Я. Карпова (г. Менделеевск) под руководством Т.Г. Ахметова была проведена работа по теме «Изучение возможности использования подземных рассолов Прикамья». В лабораторных условиях из нефтепромысловых сточных вод с ТХУ-2, содержащих 514 мг/дм^3 брома и $8,4 \text{ мг/дм}^3$ йода, были получены кристаллы йода и жидкий бром. В работе приводятся технологические схемы производства йода и брома из пластовых вод и нормы расхода сырья на получение одной тонны продукции.

В 1972 г. в ТатНИПИнефти была проведена работа по теме «Оценка потенциальных ресурсов йодобромных вод терригенных отложений девона Прикамских нефтяных месторождений ТАССР с целью их промышленного освоения». Были сделаны следующие основные выводы:

- подземные воды терригенного девона отвечают существующим кондиционным требованиям по минимальному содержанию полезных компонентов;

- статические ресурсы пластовых вод терригенного девона практически неисчерпаемы и в пределах Прикамских нефтяных месторождений они вполне могут обеспечить на длительный срок водозаборные сооружения рассолопромысла производительностью $20 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$;

- до тех пор пока не выработаны основные запасы нефти в терригенных отложениях района Прикамья, организация рассолопромысла высокой производительности представляется преждевременной, т. к. отбор большого количества жидкости вызывает интенсивные перетоки жидкости из одного пласта в другой и может привести к осложнению эксплуатации залежей нефти.

Было также отмечено, что данное производство следует проводить в два этапа:

- первый этап: использование попутных вод ввиду дешевизны сырья и высокой рентабельности;

- второй этап: организация рассолопромысла.

В 1991 г. ТатНИПИнефть совместно с ВСЕГИНГЕО проводили исследования по выявлению целесообразности использования попутных вод нефтяных месторождений в качестве источника сырья для извлечения солей. В результате проведенных работ были решены следующие задачи:

1) обоснован рациональный комплекс гидрогеологических исследований на эксплуатируемых месторождениях нефти, в том числе методы оценки запасов подземных вод и расчетные содержания промышленно-ценных компонентов в попутных водах;

2) разработана принципиальная технологическая схема извлечения промышленно-ценных компонентов на базе лабораторных исследований и испытаний;

3) проведено геолого-экономическое обоснование перспектив использования попутных вод в качестве гидроминерального сырья и целесообразности их дальнейшего изучения.

Согласно проведенным исследованиям, на территории деятельности ОАО «Татнефть» первоочередными для изучения попутных вод нефтяных месторождений по совокупности гидродинамических и гидрохимических показателей выделены следующие объекты и месторождения:

1) терригенный комплекс девона (Елабужское, Первомайское, Ромашкинское (Абдрахмановская и Кармалинская площади) месторождения нефти);

2) тульский и тульско-бобриковский, бобриковский горизонты нижнего карбона (Макаровское, Сабанчинское, Бурейкинское месторождения);

3) башкирский и верейский горизонты среднего карбона (Бурейкинское, Макаровское месторождения).

Наибольший практический интерес представляют Сабанчинское, Елабужское и Первомайское месторождения. С учетом количества сырья на этих месторождениях в промышленных кондициях можно извлекать натрий, кальций, магний, стронций, йод и бром.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что для извлечения различных солей могут быть использованы как пластовые воды нефтяных месторождений, так и нефтепромысловые сточные и отработанные воды, получаемые в процессе соледобычи.

Для оценки целесообразности использования подземных вод, помимо сведений о содержании основного их компонента, необходимо иметь данные по следующим показателям:

– суммарная производительность водозабора, определяющая мощность предприятия;

– глубина эксплуатационных скважин, определяемая глубиной залегания водоносных горизонтов;

– дебит эксплуатационных и приемистость нагнетательных скважин, от которых

зависит общее количество скважин при заданной производительности водозабора;

– глубина уровня подземных вод на начало и конец эксплуатации месторождения, влияющей на расход электроэнергии при добыче и закачке отработанных вод;

– размеры водозабора, определяющие капитальные вложения в сырьевую базу (трубопроводы, насосное оборудование, автодороги, ЛЭП);

– способы утилизации отработанных вод, определяющие их переработку, наличие в воде вредных примесей, требующие специальной водоподготовки.

Все перечисленные показатели являются важными, так как один из факторов или их совокупность могут оказать решающее влияние на экономику производства. Например, месторождение с невысокой концентрацией полезного компонента, но с высоким напором (фонтан) подземных вод может быть более рентабельным, чем месторождение с очень высокой концентрацией полезного компонента, но со значительными глубинами скважин и динамических уровней. При наличии благоприятных геолого-технических факторов производство может оказаться нерентабельным из-за присутствия в воде вредных примесей.

Таким образом, ввиду многофакторности задачи, вывод о целесообразности создания производства и перспективности какого-либо месторождения можно сделать только с учетом всех перечисленных факторов. Кроме того, потребуются дополнительные исследования, направленные на уточнение величин эксплуатационных запасов попутных вод и содержаний в них промышленно-ценных компонентов, обоснование эксплуатационных запасов по промышленным категориям В и С₁ в соотношениях, позволяющих выделить капиталовложения на проектирование и строительство перерабатывающих предприятий, разработку промышленных технологий извлечения промышленно-ценных компонентов, сводные технико-экономические расчеты переработки сырья и сводное технико-экономическое обоснование целесообразности освоения сырья.