

Дебиты скважин, вскрывшие этот водоносный горизонт изменяются от 0,2 до 1,9 л/с при понижениях 1,0 и 4,9 м, максимальный дебит поучен 27,5 м. при понижении 5,2 м. Удельные дебиты в среднем составляют 0,1 до 0,5 л/с. м.

Наиболее высоким фильтрационными свойствами водовмещающие породы аллювиального водоносного горизонта обладают в предгорной части его распространения, в долине р. Уллучай, постепенно ухудшаясь в восточном направлении.

5. Уллучаевская АПР, сложенная валунно-галечными отложениями хазаро-хвалынского возраста ($aQ_{II-III}hz-hv$) находится в междуречье рр.Уллучай и Дарвагчай на выходе их из предгорий. На многочисленных родниках, приуроченных к конусу выноса базируется водоснабжение населенных пунктов северной части Дербентского района (сс. Татляр, Падар, Великент и др.), а сама площадь является перспективной для улучшения хозяйственно-питьевого водоснабжения этой зоны.

Литература.

1. Абдулкеримов Ш.Г., Кондаков В.М., Синичкина Л.И. Предварительная оценка гидрогеологических и геоэкологических условий Самур-Гюльгерычайской аллювиально-пролювиальной равнины, Махачкала, НППФ «Георесурс-Оптим», 1996.
2. Курбанов М.К., Дибиров Д.А. Прогнозная оценка ресурсов подземных вод Дагестана и разработка мероприятий по их практическому использованию на 1981-2000 гг. Отчет по теме 3.11.1.2. том 1 – текст 187 с., 12 табл., 1 граф.; том 2 – граф. прил. 17 карт. Махачкала, фонды ИГ., 1980.
3. Кудинов В.Н. Отчет о детальной разведке пресных подземных вод Присамурского участка для водоснабжения г. Дербента и Приморской Курортной зоны Южного Дагестана с подсчетом эксплуатационных запасов по состоянию на 1.01.1977г., Махачкала, фонды ДГРЭ, 1977.
4. Кудинов В.Н. Отчет о детальной разведке пресных подземных вод Присамурского участка для водоснабжения г. Дербента и Приморской Курортной зоны Южного Дагестана с подсчетом эксплуатационных запасов по состоянию на 1.01.1977г., Махачкала, фонды ДГРЭ, 1977.
5. Листенгартен В.А., Сулейманов Т.Т. Отчет о гидрогеологических условиях северной части Самур-Вельвеличайского месторождения подземных вод (в пределах Дагестана). Махачкала, фонды ДГРЭ.

Оценка упругих запасов промышленных вод с целью прогнозирования времени прорыва закачиваемых вод к добычным скважинам

В.М.Кондаков
ИГ ДНЦ РАН

Астраханский йодный опытно-промышленный завод (АЙОПЗ) обеспечен гидроминеральным сырьем для производства йода 200 т/год на 25 лет работы, что соответствует утвержденным запасам - 31,8 тыс. м³/сут. В работе определены емкостные и упругие запасы соответственно по градациям концентрации йода, установлены периоды времени окончания определенных средневзвешенных концентраций. Приведена карта-схема динамического уровня продуктивного горизонта и расчетами доказано, что стабилизация уровня произойдет через год работы АЙОПЗ. Время подхода закачиваемых отработанных вод к добычным скважинам составит 19-25 лет.

Одним из условий разработки месторождения промышленных вод является исключение возможности прорыва отработанных закачиваемых вод. С этой целью необходимо определить емкостные и упругие запасы промышленных вод для сопоставления их с общей добычей на расчетный срок эксплуатации месторождения. Закачиваемые отработанные воды продвигаются непосредственно к добычным скважинам промысла. Расчетная схема отработки месторождения, по расположению добычных и нагнетательных скважин промышленных вод, может быть круговой, квадратной, прямоугольной, полосообразной, двухрядной в зависимости от гидрогеологических и гидрогеохимических условий месторождения.

Одним из факторов, приводящих к неблагоприятному варианту расположения скважин является техногенный, с ограничениями расположения по площади ввиду других промышленных объектов, например при размещении добычных и нагнетательных скважин Астраханского йодного опытно-промышленного завода (АЙОПЗ) на площади АГКМ. В конечном итоге, расчетная схема промысла и полигона захоронения на площади АЙОПЗ не является рациональной, с одной стороны группа нагнетательных скважин, а с другой – добычных скважин. Наиболее рациональной является схема с расположением нагнетательных скважин по разные стороны от добычных (типа кольцевой, прямоугольной). В этом случае, давление нагнетания на устье скважин в два раза меньше по сравнению с расположением нагнетательных скважин с одной стороны.

Приведем гидрогеологические условия АЙОПЗ и условия его разработки согласно схеме кондиционных требований [1]. Концентрация ценного компонента йода в пределах пласта меняется от 27 до 21 мг/л. Глубина залегания кровли продуктивного пласта изменяется от 280 до 310 м, мощность составляет 30-40м; статический уровень подземных вод соответствует дневной поверхности. Коэффициент водо-

проводимости равен $98,5 \text{ м}^2/\text{сут}$, а коэффициент пьезопроводности - $3,97 \times 10^4 \text{ м}^2/\text{сут}$. Коэффициент эффективной пористости равен $0,20-0,25$

В качестве основной схемы (рис. 1) принят вариант с 30 добычными и 15 нагнетательными скважинами.

Суммарные дебиты водоотбора и закачки составят $26 \text{ тыс. м}^3/\text{сут}$.

Дебит добычной скважины составляет $870 \text{ м}^3/\text{сут}$. Приемистость нагнетательной скважины составит $1730 \text{ м}^3/\text{сут}$ при давлении нагнетания в 1 МПа.

При работе промысла по картам гидроизопьез продуктивного водоносного горизонта (на 1, 5, 20 лет) контролируется время подхода отработанных промышленных вод к добычным скважинам.

Абсолютная отметка динамического уровня промышленных вод в результате закачки в материнский горизонт стабилизируется и составит минус 84 м через год в центральной части промысла (по прогнозной точке 5п), а на полигоне захоронения + 56 м (точка 1п).

Небольшой дебит добычных скважин взят по причине, что коллектор представлен мелко-тонкозернистыми рыхлыми песками, а конструкция фильтра – кожуховой с гравийно-песчаной обсыпкой.

В расчетной схеме разработки месторождения йодных вод АЙОПЗ добычные скважины располагаются в центре площади повышенной концентрации йода. Поэтому будут извлекаться непосредственно емкостные и упругие запасы промышленных вод. Определим их количество для сопоставления с производственной добычей (табл. 1), а также для расчета средневзвешенной концентрации йода

Таблица 1

Определение емкостных и упругих запасов промышленных вод на площади месторождения АЙОПЗ

№ п/п	Концентрация йода, (C_{1-5}) мг/дм ³	Площади (S_{1-5}) с концентрацией (C_{1-5}) йода, м ²	Мощность продуктивного пласта, м	Эффективная пористость (п)	Объемные запасы (V_{1-5}) , тыс. м ³	Коэффициент упругой водоотдачи, м	Сработка напора пласта, (Δh) , м	Упругие запасы $(V_{упр.})$, тыс. м ³
1	26,5	1343750	32,1	0,2	8626	0,0025	50	168
2	25,5	5250000	32,1	0,2	33705	0,0025	50	656
3	24,5	9062500	32,1	0,2	58181	0,0025	50	1133
4	23,5	10343750	32,1	0,2	66206	0,0025	50	1293
5	22,5	14625000	32,1	0,2	93392	0,0025	50	1424
Всего					260110			4674

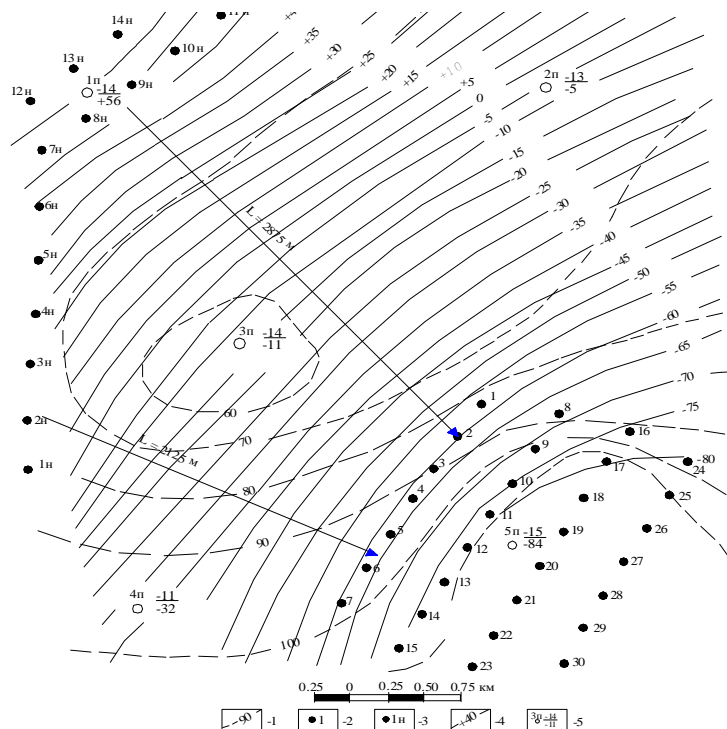


Рис. 1. Пьезометрический уровень продуктивного горизонта на 1, 5 и 20 лет эксплуатации месторождения
 1 - изолинии водопроницаемости, м²/сут; 2 - добычные скважины;
 3 - нагнетательные скважины; 4 - пьезометрический уровень;
 5 - расчетные прогнозные точки, справа статический уровень, м (числитель) и уровень при эксплуатации АЙОПЗ, м в абс. отметках.

Емкостные запасы ($V_{ем.}$) определяются по формуле [2, 3]:

$$V_{ем} = V_o \times n_{эф.} = S \times m \times n_{эф.} \quad (1)$$

Упругие запасы ($V_{упр.}$) равны [2,3]:

$$V_{\text{упр}} = S \times \mu^* \times \Delta h, \quad (2)$$

где S - площадь продуктивного пласта;

V_0 - m - соответственно объем и мощность продуктивного пласта;

$n_{\text{эф}}$ - коэффициент активной пористости;

μ^* - коэффициент упругой водоотдачи, 1/м;

Δh - уровень сработки, м.

Коэффициент упругой водоотдачи определяется по общеизвестной формуле:

$$\mu^* = km/a, \quad (3)$$

где km - коэффициент водопроницаемости, м²/сут, а - коэффициент пьезопроводности, м²/сут. Эти гидрогеологические параметры приведены по данным опытных кустовых откачек. Тогда $\mu^* = 100 / 4 \cdot 10^4 = 0,0025$ 1/м.

Аналогично объемным запасам, по формуле (2) находим упругие запасы для соответствующих площадей с данной концентрацией йода (табл. 1).

В целом, при средней депрессии в 50 м, упругие запасы составляют 2 % от емкостных и в расчетах ими можно пренебрегать.

Объем извлеченных промышленных вод ($V_{\text{об}}$) за время работы АЙОПЗ составит:

$$V_{\text{об}} = Q \cdot T, \quad (4)$$

где Q – среднесуточный забор промышленных вод, тыс. м³/сут; T – период времени, сут.

В итоге, объем отработанных промышленных вод равен:

$$26,0 \text{ тыс. м}^3 \times 350 \text{ сут} \times 25 \text{ лет} = 227500 \text{ тыс. м}^3.$$

В таблице 1 емкостные запасы приведены дифференцированно исходя из концентрации йода с определенной площадью распространения. Так как добычные скважины расположены в центре максимальной концентрации йода, то определим объем воды (V_5) с концентрацией 22,5 мг/л (C_5), который будет использоваться, при условии, что содержание йода уменьшается в радиальном направлении.

$$V_5 = V_{\text{об}} - (V_1 + V_2 + V_3 + V_4), \quad (5)$$

где V_1, V_2, V_3, V_4 – объемы планируемых промышленных вод с разной концентрацией по ее убыванию (C_1, C_2, C_3, C_4).

В итоге объем отработанных промышленных вод с концентрацией 22,5 мг/л составит 60782 тыс. м³/сут.

Средневзвешенная концентрация йода ($J_{\text{ср}}$) на 25 лет работы АЙОПЗ определяется исходя из емкостных запасов с данной концентрацией:

$$J_{\text{ср}} = (V_1 \cdot C_1 + V_2 \cdot C_2 + \dots + V_n \cdot C_n) / (V_1 + V_2 + \dots + V_n). \quad (6)$$

Исходя из 5 градаций концентрации йода, с соответствующими емкостными запасами, средневзвешенная концентрация йода на 25 лет разработки составит 23,9 мг/дм³.

Также из формулы (6) можно определить время окончания средневзвешенной концентрации йода, (к примеру, 25,3 мг/л), предварительно определив объем промышленных вод с меньшей концентрацией (24,5 мг/л).

Приведем пример: V_3 - объем воды, тыс. м³/сут, с концентрацией йода 24,5 мг/л

$$25,3 = (8626 \times 26,5 + 33705 \times 25,5 + V_3 \times 24,5) : (8626 + 33705 + V_3);$$

$$8626 \times 25,3 + 25,3 \times 33705 + 25,3 V_3 - 24,5 \times V_3 = 8626 \times 26,5 + 33705 \times 25,5;$$

$$0,8 V_3 = 8626(26,5 - 25,3) + 33705(25,5 - 25,3); V_3 = 21365 \text{ тыс. м}^3.$$

Количество лет (T) окончания заданной средневзвешенной концентрации определим по формуле:

$$T = (V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n) / (350 Q), \quad (7)$$

где 350 – количество дней работы водозабора.

Так, для $J_{\text{ср}}$, равной 25,3 время согласно формуле (5) составит:

$$T = (8626 + 33705 + 21365) : 26 : 350 = 7,0 \text{ лет.}$$

Расчет времени прорыва отработанных вод к добычным скважинам был составлен на основе гидродинамического метода.

Вычисления проводились по формуле Дююи (табл.2):

$$S_{1n-5n} = Q/2nm \times \ln \sqrt{Rn/r_1}, \quad (8)$$

где r_1 - расстояния от прогнозных точек до скважин или до центра добычных скважин, или до центра нагнетательных, м; Rn – радиус влияния, равный $1,5 \sqrt{at}$, а - коэффициент пьезопроводности, м²/сут, t – время в сутках; Q – дебит скважины или суммарный дебит промысла и полигона захоронения, м³/сут; km – коэффициент водопроницаемости, м²/сут.

Таблица 2

Расчет пьезометрического уровня продуктивного горизонта на время отработки месторождения АЙОПЗ.

Прогнозные точки	Коэфф. водопр. м ² /сут (средний)	Начальная абсолютная отметка уровня у прогнозных точек	Радиус влияния на время, м			Повышение, понижение уровня, Δh			Абсолютная отметка уровня на время прогноза
			1 год	5 лет	25 лет	1 год	5 лет	25 лет	
Расчет действия нагнетательных скважин									
1 п	100.0	-14.5	5731	12816	30000	+82	+116	+151	
2 п	80.0	-13.0	5731	12816	30000	+31	+73	+117	
3 п	80.0	-14.0	5731	12816	30000	+52	+90	+134	
4 п	100.0	-11.5	5731	12816	30000	+14	+50	+82	
5 п	100.0	-13.0	5731	12816	30000	+11	+44	+80	

Расчет действия добычных скважин									
1 п	100	-14,5	5731	12816	30000	-11	-44	-80	
2 п	80	-13,0	5731	12816	30000	-26	-67	-111	
3 п	80	-14,0	5731	12816	30000	-46	-87	-131	
4 п	100	-11,5	5731	12816	30000	-34	-68	-103	
5 п	100	-13,0	5731	12816	30000	-82	-116	-151	
Расчет результирующего влияния									
1 п		-14,5				+71	+72	+71	+56,0
2 п		-13,0				+5	+6	+8	-5,0
3 п		-14,0				+6	+3	+3	-11,0
4 п		-11,5				-20	-18	-21	-32,0
5 п		-13,0				-71	-72	-71	-84,0

Действительная скорость подземных вод (V_d) определяется по формуле [2,3]

$$V_d = K \times i : n, \quad (9)$$

где K - коэффициент фильтрации, м/сут; i - пьезометрический уклон равный отношению перепада отметок уровня к расстоянию между ними; n – коэффициент эффективной пористости.

Расчеты времени прорыва отработанных закачиваемых вод приведенных по двум характерным направлениям и отражены в таблице 3.

Непосредственно время прорыва ($T_{лет}$) определяются по выражению:

$$T_{лет} = L : V_d : 365 \quad (10)$$

Таблица 3

Расчет времени прорыва отработанных вод

Характеристика точек	Расстояние, м	Уклон пьезометрической поверхности	Коэффициент фильтрации, м ² /сут	Эффективная пористость (n)	Действительная скорость, м	Время прорыва, годы
От гидропъезы + 10 (скв.2н) до гидропъезы – 60 (скв.6)	2125	0,033	2,4	0,25	0,31	19
От гидропъезы + 45 (скв.8н) до гидропъезы – 60 (скв.2)	2875	0,033	2,4	0,25	0,31	25

Выводы: Полученные результаты для данной схемы разработки месторождения позволяют благоприятное прогнозирование работы АЙОПЗ на 19-25 лет.

С целью гарантированного срока разработки месторождения нагнетательные скважины 1н-6н следует разместить дальше от добычных, по линии скважин 7н-11н.

Литература

1. Изыскания и оценка запасов промышленных подземных вод. Бондаренко С.С., Боровский Л.В., Ефремочкин Н.В., Плотников Н.А., Стрепетов В.П. /ВСЕГИНГЕО. – М.: Недра, 1971. – 244 с.
2. Биндеман Н.Н., Язвин Л.С. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. – М.: Недра, 1970. – 216 с.
3. Справочное руководство гидрогеолога /В.М. Максимов, В.Д. Бабушкин, Н.Н. Веригин и др. – Л.: Недра, 1979. - Т.1. – 512 с.

Химический состав поровых вод осадков района грязевого вулкана «Большой» (оз. Байкал)

Т.В. Погодаева, Т.И. Земская, Л.П. Голобокова, И.Н. Доля, О.М. Хлыстов; А.А. Крылов¹

Иркутск, Лимнологический институт СО РАН

¹*Технологический институт Китамы, 165 Koen-cho, Kitami 090-8507, Japan*

Озеро Байкал на настоящее время является единственным пресноводным водоемом, в осадках которого обнаружены газовые гидраты (ГГ). В 1989 г. методами высокоразрешающего сейсмопрофилирования и многоканального зондирования были выявлены косвенные признаки гидратоносности акватории (BSR) (Hutchinson et al., 1991). Первое вещественное обнаружение газовых гидратов на Байкале связано с бурением скважины VDP-97 (Кузьмин и др., 1998). В 2000 г. они были впервые добыты из поверхностных слоев донных отложений в Южном Байкале в районе грязевого вулкана «Маленький» (Клеркс др., 2003). Исследованию данного района посвящено несколько работ (Гранина и др., 2000; Клеркс др., 2003; Mатвеева et al., 2003; Погодаева и др., 2005). В последующие годы, основываясь на геофизических данных в Южном и Среднем Байкале обнаружено еще два грязевых вулкана, где также получены кристаллы ГГ (Хлыстов и др., 2005).

В данном сообщении впервые представляются результаты исследований донных отложений района грязевого вулкана «Большой», полученных в 2002-2005 гг. Проанализировано 11 кернов, полученных с помощью больших гравитационных труб. Кристаллы ГГ найдены в трех из них на глубине осадка 60-104 см (табл. 1). Химический состав поровых вод исследовали с интервалом 2-3 см. Поровые воды получали на борту судна, непосредственно после отбора проб, дважды центрифугируя осадок со скоростью