

УДК 622.276.5:550.064.45

ИССЛЕДОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СМЕСИ ПЛАСТОВОЙ ВОДЫ СВИТЫ "ПЕРЕРЫВА" МЕСТОРОЖДЕНИЯ "ГЮНЕШЛИ" С ВОДОЙ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Ф.М.Гаджиев, Н.А.Атакишиева
(НИПИ "Нефтегаз")

На морских нефтяных месторождениях Азербайджана, при осуществлении искусственного воздействия, в качестве рабочего агента при закачки в пласт применяется вода Каспийского моря. Проведенные исследования химического состава пластовой воды базового объекта разработки месторождения "Гюнешли" Свиты "Перерыва" (СП) нижнего плиоцена и воды Каспийского моря показали, что они значительно отличаются друг от друга. Для определения характера происходящих процессов при заводнении сопоставлены результаты химического анализа смеси пластовой и морской воды с теоретически рассчитанными их значениями в тех же соотношениях. Проведенные исследования показали, что по мере увеличения %-ой доли морской воды в смеси происходит увеличение содержания ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} с одновременным уменьшением концентрации ионов $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, Cl^- , HCO_3^- , RCOO^- , H_2BO_3^- . Такое качественное изменение химического состава смеси является надежным критерием влияния воды Каспийского моря. Определение концентрации иона Cl^- в химическом составе пластовой, закачиваемой воды и в смеси позволило:

- установить несовместимость смеси пластовой воды СП с водой Каспийского моря;
- подсчитать количество выпавших в осадок карбонатов щелочноземельных металлов;
- подсчитать %-ную долю закачиваемой воды Каспийского моря в продукциях обводненных скважин СП месторождения "Гюнешли".

Ключевые слова: заводнение, залежь, нефть, щелочноземельные металлы, пластовая вода, морская вода, закачиваемая вода.

Адрес связи: f.haciyev@socar.az

DOI: 10.5510/OGP20120100102

В настоящее время основная часть добываемой нефти ПО "Азнефть" приходится на долю месторождения "Гюнешли", расположенного в Азербайджанском секторе Каспийского моря и введенного в промышленную разработку в 1985 г.

С начала разработки до 2009 г. из СП, которая является основным объектом добычи, извлечено около 160 млн.т жидкости (147 млн.т нефти и 12.5 млн.т воды) и закачено в нее для поддержания пластового давления 28 млн.т морской воды. Нефтепромыслово-гидрогеологические исследования месторождения "Гюнешли", проведенные в 2010 г. показали высокую степень обводненности залежи СП, обусловленную ее интенсивной разработкой и низкой компенсацией добываемой жидкости нагнетаемой водой, которая не превышала 17.5%, в результате чего пластовое давление снизилось на 50%. В центральной части залежи пластовое давление опустилось ниже давления насыщения газа и скважины перешли на газ или прекратили фонтанировать нефтью.

Анализ текущего состояния разработки СП показывает, что без соответствующих геолого-технических мероприятий и усовершенствования системы заводнения повысить эффективность добычи остаточных извлекаемых запасов невозможно. Поэтому возникла необходимость предусмотреть закачку в СП более 16 тыс.м³/сут морской воды Каспия, превышающей объем добычи жидкости (15.5 тыс.м³/сут) и разработать эффективный метод контроля и регулирования процесса заводнения.

Заводнения залежей нефти, применяемые с

1933 г. в США, с 1942 г. в Казахстане и с 1947 г. в Азербайджане, являются одним из широко распространенных методов повышения нефтеотдачи пластов. Эффективность заводнения зависит в значительной степени от применяемых методов контроля и регулирования, среди которых гидрогеохимический является одним из основных.

Гидрогеохимический метод контроля процесса заводнения залежей нефти впервые был разработан и применен в Азербайджане Ш.Ф.Мехтиевым, А.Р.Ахундовым, Е.А.Ворошиловым в 1969 г. Исходными материалами для разработки данного метода служили результаты химических анализов смесей различных жестких, щелочных пластовых вод с закачиваемыми морскими, пластовыми, озерными, речными водами и нефтепромысловые геолого-гидрогеологические данные, позволившие подсчитать скорость движения воды, определить зону охвата залежи закачиваемой водой, осадкообразование при смешивании пластовых и закачиваемых вод. Однако работы вышеуказанных и других исследователей показывают, что химический состав смеси различных вод значительно отличается друг от друга и зависит как от объемного соотношения и условия смешивания, так и от химического состава вод [1-5].

Исследования А.Р.Ахундова, Ш.Ф.Мехтиева, У.Ш.Мехтиева и М.З.Рачинского на примере нефтяных месторождений Абшеронского нефтегазоносного района (Балаханы-Сабунчи-Рамана, Сураханы, Бибиэйбат, Гала, Бинагади, Пираллахи, Бузовна-Маштаги и др.) показали, что полученные

результаты не корректно применять для контроля и регулирования процесса разработки других, особенно новооткрытых залежей, отличающихся своими геолого-гидрогеологическими условиями от предыдущих.

Поэтому, для повышения эффективности разработки СП месторождения "Гюнешли" возникла необходимость проведения специальных гидрогеохимических исследований смеси пластовой и воды Каспийского моря с целью выбора и научного обоснования критериев контроля и регулирования процесса заводнения.

Известно, что на морских нефтегазоконденсатных месторождениях Азербайджана, в т.ч. и на месторождении "Гюнешли", при осуществлении искусственного воздействия, в качестве рабочего агента при заводнении применяется вода Каспийского моря.

Химические составы воды Каспийского моря и пластовой воды СП месторождения "Гюнешли" значительно отличаются друг от друга (табл.1, анализы №№ 1 и 11, соответственно). Закачиваемая в СП вода Каспийского моря (табл. 1, анализ № 1) относится по классификации В.А.Сулина к сульфатно-натриевому (СН) типу с минерализацией 12.9 г/л и содержит (г/л): $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - 3.29$, $\text{Ca}^{+2} - 0.36$, $\text{Mg}^{2+} - 0.66$, $\text{Cl}^- - 5.17$, $\text{SO}_4^{2-} - 3.05$, $\text{HCO}_3^- - 0.21$, $\text{CO}_3^{2-} - 0.05$, $\text{RCOO}^- - 0.1$, $\text{H}_2\text{BO}_3^- - 0.04$. По характеристике Пальмера I соленость воды (S_1) составляет 66.43, II соленость воды (S_2) – 30.79, II щелочность (A_2) – 2.78 %-экв, коэффициент $r\text{Na}/r\text{Cl} - 0.98$.

Пластовая вода СП (табл.1, анализ № 11) по классификации В.А.Сулина относится к гидрокарбонатно-натриевому типу (ГКН) с минерализацией 36.2 г/л. Содержание основных компонентов составляет (г/л): $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - 12.22$, $\text{Ca}^{+2} - 0.05$, $\text{Mg}^{2+} - 0.1$, $\text{Cl}^- - 13.9$, $\text{SO}_4^{2-} - 0.5$, $\text{HCO}_3^- - 5.3$, $\text{CO}_3^{2-} - 0.96$, $\text{RCOO}^- - 2.5$, $\text{H}_2\text{BO}_3^- - 0.7$. По Пальмеру I соленость воды (S_1) – 74.2, I щелочность (A_1) – 23.8, II щелочность (A_2) – 2.0 %-экв, коэффициент $r\text{Na}/r\text{Cl} - 1.36$.

Для определения характера происходящих процессов, при смешивании пластовой и морской воды, были проведены лабораторные исследования химического состава смеси пластовой воды СП с водой Каспийского моря в разных соотношениях (табл.1, анализы №№ 2 - 10).

Согласно результатам исследований, при наличии в смеси воды Каспийского моря от 80% и более, она также, как и вода Каспийского моря, классифицируется СН типом. По характеристике Пальмера смешанная вода относится к жесткой со II соленостью (9.37-18.80%-экв). При уменьшении доли воды Каспийского моря в смеси менее 80%, тип смешанной воды менялся с СН на ГКН. С увеличением доли пластовой воды в смеси до 20%, жесткость уменьшалась от 18.8 до 9.37%-экв. Дальнейшее увеличение в смеси доли пластовой воды, ~ до 25%-ов, привело к уменьшению II солености (S_2) до нуля и появлению в смеси I щелочности (A_1), которая возрастает от 3.5%-экв при содержании в смеси пластовой воды 30%, до 23.1%-экв – при 90%. По мере увеличения доли пластовой воды в смеси от 10 до 90%-ов минерализация последних возрастает от 15.3 до 32.9 г/л, а значение $r\text{Na}/r\text{Cl} -$ от 1.06 до 1.36.

Сопоставление значений минерализации, содержания отдельных компонентов и характеристик смесей воды, полученных в лабораторных исследованиях (табл.1, строки а) с соответствующими теоретически рассчитанными (табл.1, строка б) показало, что они отличаются друг от друга (табл.1, строки в и г, рис.1). Для выявления причин и природы отклонений (ошибок) был применен статистический анализ. По результатам статистического анализа (табл.2), особенно по среднему значению отклонений (ошибок), выделяются две группы ионов: в первую группу входят анионы Cl^- , SO_4^{2-} , RCOO^- и H_2BO_3^- , которые характеризуются средним отклонением от -0.11 (Cl^-) до 0.73 (RCOO^-), во вторую – анионы HCO_3^- , CO_3^{2-} и катионы Ca^{2+} и Mg^{2+} со средним отклонением от -8.91 (HCO_3^-) до 3.3 (CO_3^{2-}). Относительно небольшие и разнонаправленные отклонения содержания ионов Cl^- , SO_4^{2-} , RCOO^- и H_2BO_3^- от теоретически рассчитанных их значений позволяет отнести их к случайным, а довольно значительные однонаправленные уменьшения содержания ионов, Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- и увеличения CO_3^{2-} – к систематическим ошибкам (табл.2, рис.2). Случайные ошибки связаны с точностями определения ионов, систематические – с происходящими химическими реакциями между анионами HCO_3^- , CO_3^{2-} и катионами Ca^{2+} и Mg^{2+} , в результате чего происходит выпадение в осадок карбоната кальция, магния (табл.1, рис.2 и рис. 3) и выделение CO_3^{2-} (табл.3, рис.3). Наибольшие отклонения фактического содержания ионов Ca^{2+} и HCO_3^- отмечаются в смеси морской и пластовой воды, в соотношениях от 30 : 70 до 70 : 30%, где фактическая концентрация иона Ca^{2+} меньше теоретически рассчитанной на $95 \div 166$ мг/л (4.75 – 8.3 мг-экв/л), иона HCO_3^- на $395 - 743$ мг/л (6.5 – 12.2 мг-экв/л). При этом, по мере увеличения в смеси доли пластовой воды от 10 до 40%, содержание в смеси CO_3^{2-} несколько уменьшается ($19 \div 77$ мг/л - $0.3 \div 1.3$ мг-экв/л), выше 40% - возрастает, в смеси пластовой и морской воды в соотношениях 50 : 50 составляет 336 мг/л (11.0 мг-экв/л), 60 : 40 – 115 мг/л (1.9 мг-экв/л), 70 : 30 – 215 мг/л (3.6 мг-экв/л), 80 : 20 – 242 мг/л (4.0 мг-экв/л) и 90 : 10 – 211 мг/л (3.5 мг-экв/л), что связано с разложением образующихся гидрокарбонатов щелочноземельных металлов – $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ на CO_3^{2-} , H_2O и нерастворимых в воде карбонатов – CaCO_3 , MgCO_3 . В результате происходит уменьшение в смеси содержания ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- и увеличение концентрации CO_3^{2-} .

Осаждение солей происходит в основном при смешивании пластовой и морской воды, в %-ных объемных соотношениях от 70 : 30 до 40 : 60. При этом наибольшее количество карбонатов щелочноземельных металлов, достигающих 0.9-1.0 г/л, осаждается при смешивании пластовой воды с морской, в %-ных объемных соотношениях 60 : 40 и 50 : 50, соответственно (табл.3 и рис.3) [6, 7].

На основе установленной закономерности изменения содержания иона хлора при смешивании пластовой воды СП месторождения "Гюнешли" с водой Каспийского моря в различных объемных соотношениях составлена номограмма для определения %-ного объемного соотношения их смешивания (рис. 4). Для

Таблица 1

Сопоставление результатов химического анализа смеси вод СП месторождения "Гюнешли" и Каспийского моря с теоретически рассчитанными их значениями

№	%ное соотношение смеши-ваемых вод	СП	Кас-пий-ского моря	Плотность смеси, кг/м ³ при 20 °С	Минерализация воды, г/л	Содержание ионов в смеси, мг/л*											Характеристика воды по Пальмеру				Типы вод
						Na ⁺ +K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻	RCOO ⁻	НВ ₄ O ₇ ⁻	S ₁	S ₂	A ₁	A ₂	гNa гCl	по В.А. Сулину	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1.а*	0	100	1008.7	12.9	3288	364	658	5169	3045	210	48	103	36	66.4	30.8	0	2.8	0.98	СН		
2.а	10	90	1010.1	15.3	4177	277	603	6063	2730	556	120	475	124	74.1	18.8	0	7.1	1.06	СН		
б			1010.4	15.3	4183	333	602	6044	2790	715	139	342	104	73.3	18.8	0	7.8	1.07	СН		
в			-0.3	0	-6	-56	1	19	-60	-159	-19	133	20								
г					-0.26	-2.79	0.08	0.54	-1.25	-2.61	-0.63	0.93	0.13								
д					-0.14	-20.2	0.17	0.31	-2.20	-28.6	-15.8	28.0	16.1								
3.а	20	80	1012.4	17.8	5175	238	554	7084	2491	1174	168	681	195	79.7	9.37	0	10.93	1.13	СН		
б			1012.4	17.6	5078	301	547	6918	2535	1220	231	580	171	78.6	9.7	0	11.7	1.13	СН		
в			0	0.20	97	-63	7	166	-44	-46	-63	101	24								
г					4.2	-3.1	0.6	4.7	-0.9	-0.8	-2.1	0.7	0.2								
д					1.9	-26.5	1.3	2.3	-1.8	-3.9	-37.5	14.8	12.3								
4.а	30	70	1013.7	19.5	6387	119	265	7786	2666	1330	288	835	250	87.6	0	3.5	8.8	1.27	ГКН		
б			1013.7	19.9	5974	269	491	7792	2280	1725	322	819	238	82.8	2.4	0	14.8	1.18	СН		
в			0	-0.40	413	-150	-226	-6	386	-395	-34	16	12								
г					18.0	-7.5	-18.6	-0.2	8.0	-6.5	-1.1	0.1	0.1								
д					6.5	-126.1	-88.4	-0.08	14.5	-29.7	-11.8	1.9	4.8								

*а) - в лабораторных испытаниях; б) - теоретически рассчитанные;

в) - отклонения от теоретически рассчитанных значений;

г) - отклонения концентрации ионов смеси от теоретически значений, мг-экв/л;

д) - относительная ошибка определения концентрации ионов, %

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5.a	40	60	1015.1	22.5	6951	198	386	8616	2004	2201	336	995	784	82.8	0	5.1	12.1	1.25	ГКН
б			1015.1	22.2	6869	238	435	8667	2025	2229	413	1057	306	82.8	0	3.5	13.8	1.22	ГКН
в			0	0.3	82	-40	-49	-51	-21	-28	-77	-62	478						
г					3.57	-2.00	-4.0	-1.4	-0.44	-0.5	-2.6	-0.4	3.1						
д					1.18	-20.2	-13.2	-0.59	-1.05	-1.3	-22.9	-6.2	61.0						
6.a	50	50	1016.7	23.7	7838	40	362	9701	1779	1293	840	1430	444	83.4	0	8.1	8.5	1.25	ГКН
б			1016.7	24.6	7763	206	380	9541	1770	2734	504	1296	373	80.7	0	8.3	11.0	1.26	ГКН
в			0	-0.9	75	-166	-18	160	9	-1441	336	134	71						
г					3.26	-8.28	-1.5	4.5	0.19	-23.6	11.2	0.9	0.5						
д					0.96	-415	-5.2	1.65	0.51	-111	40.0	9.4	16.0						
7.a	60	40	1020.0	27.1	8970	79	265	10722	1516	2629	720	1702	488	80.3	0	13.6	6.2	1.29	ГКН
б			1020.0	26.7	8627	174	324	10416	1515	3239	595	1334	441	79.3	0	12.1	8.6	1.28	ГКН
в			0	0.4	343	-95	-59	306	1	-610	125	368	47						
г					14.9	-4.7	-4.9	8.6	0.02	-10.0	4.2	2.6	0.3						
д					3.82	-120	-23.1	2.9	0.07	-23	17.4	21.6	9.6						
8.a	70	30	1020.4	28.4	9593	40	217	11232	1272	3001	900	1716	444	78.5	0	17.0	4.5	1.32	ГКН
б			1020.4	29.2	9553	143	268	11290	1259	3744	685	1773	508	77.5	0	15.9	6.6	1.31	ГКН
в			0	-0.8	40	-103	-51	-58	13	-743	215	-57	-64						
г					1.74	-5.14	-4.2	-1.6	0.27	-12.2	7	-0.4	-0.4						
д					0.42	-258	-24.4	-0.52	1.02	-25	23.9	-3.3	-14.4						
9.a	80	20	1021.1	29.9	10304	40	217	11998	945	3508	1020	2088	621	76.5	0	19.3	4.2	1.33	ГКН
б			1021.0	31.6	10531	40	212	12164	1004	4248	778	2011	575	76.3	0	19.7	4.1	1.34	ГКН
в			0	-1.7	-227	0	5	-166	-59	-740	242	77	46						
г					-9.87	0.00	0.4	-4.7	-1.23	-12.1	8	0.5	0.3						
д					-2.20	0.0	2.4	-1.39	-6.24	-21	23.7	3.7	7.4						
10.a	90	10	1023.4	32.9	11114	24	111	12636	649	4026	1080	2474	755	74.9	0	23.0	2.1	1.36	ГКН
б			1023.4	33.9	11343	80	157	13039	749	4753	869	2250	643	75.2	0	21.5	3.3	1.34	ГКН
в			0	-1	-229	-56	-46	-403	-100	-727	211	224	112						
г					-9.96	-2.79	-3.8	-11.4	-2.08	-11.9	7	1.6	0.7						
д					-2.06	-233	-42.9	-3.19	-15.4	-18	19.5	9.1	14.8						
11.	100	0	1026.1	36.2	12229	48	101	13913	494	5258	960	2488	710	74.2	0	23.8	2.0	1.36	ГКН

Таблица 2

Описательная статистика отклонений концентрации ионов в смеси пластовой воды СП месторождения "Гюнешли" водой Каспийского моря в различных объемах соотношениях определяемых в лабораторных испытаниях, от теоретически рассчитанных их значений, мг-экв/л

Переменная	N набл.	Среднее	Доверит. -95,000%	Доверит. +95,000%	Медиана	Мода	Частота моды	Минимальная	Максимальная	Дисперсная	Размах	Стандартное отклонение	Переменная	Стандартная ошибка	Асимметрия	Стандартная ошибка асимметрии	Экцентрис	Стандартная ошибка эксцесса	A/m _a	E/m _e
Cl ⁻	9	-0.11	-4.6	4.38	-0.2	Множ.	1	-11.35	8.62	34.04	19.97	5.83	Cl ⁻	1.94	-0.5	0.72	0.8	1.40	0.69	0.57
SO ₄ ²⁻	9	0.29	-2.0	2.60	-0.4	Множ.	1	-2.08	8.04	9.06	10.12	3.01	SO ₄ ²⁻	1.00	2.6	0.72	7.4	1.40	3.61	5.29
RCOO ⁻	9	0.73	0.0	1.46	0.7	Множ.	1	-0.43	2.57	0.90	3.00	0.95	RCOO ⁻	0.32	0.7	0.72	0.6	1.40	0.97	0.43
HB ₄ O ₇ ⁻	9	0.54	-0.2	1.31	0.3	Множ.	1	-0.40	3.10	1.01	3.50	1.01	HB ₄ O ₇ ⁻	0.34	2.5	0.72	6.9	1.40	3.47	4.93
CO ₃ ²⁻	9	3.33	-0.6	7.31	4.0	Множ.	2	-3.00	11.00	26.75	14.00	5.17	CO ₃ ²⁻	1.72	0.1	0.72	-1.8	1.40	0.14	1.29
HCO ₃ ⁻	9	-8.91	-14.6	-3.26	-10.0	Множ.	1	-23.62	-0.46	53.91	23.16	7.34	HCO ₃ ⁻	2.45	-0.8	0.72	0.8	1.40	1.11	0.57
Ca ²⁺	9	-4.05	-6.1	-2.01	-3.1	Множ.	1	-8.30	0.00	7.03	8.30	2.65	Ca ²⁺	0.88	-0.3	0.72	-0.4	1.40	0.42	0.29
Mg ²⁺	9	-3.99	-8.5	0.54	-3.8	Множ.	1	-18.60	0.60	34.70	19.20	5.89	Mg ²⁺	1.96	-2.2	0.72	5.8	1.40	3.06	4.14

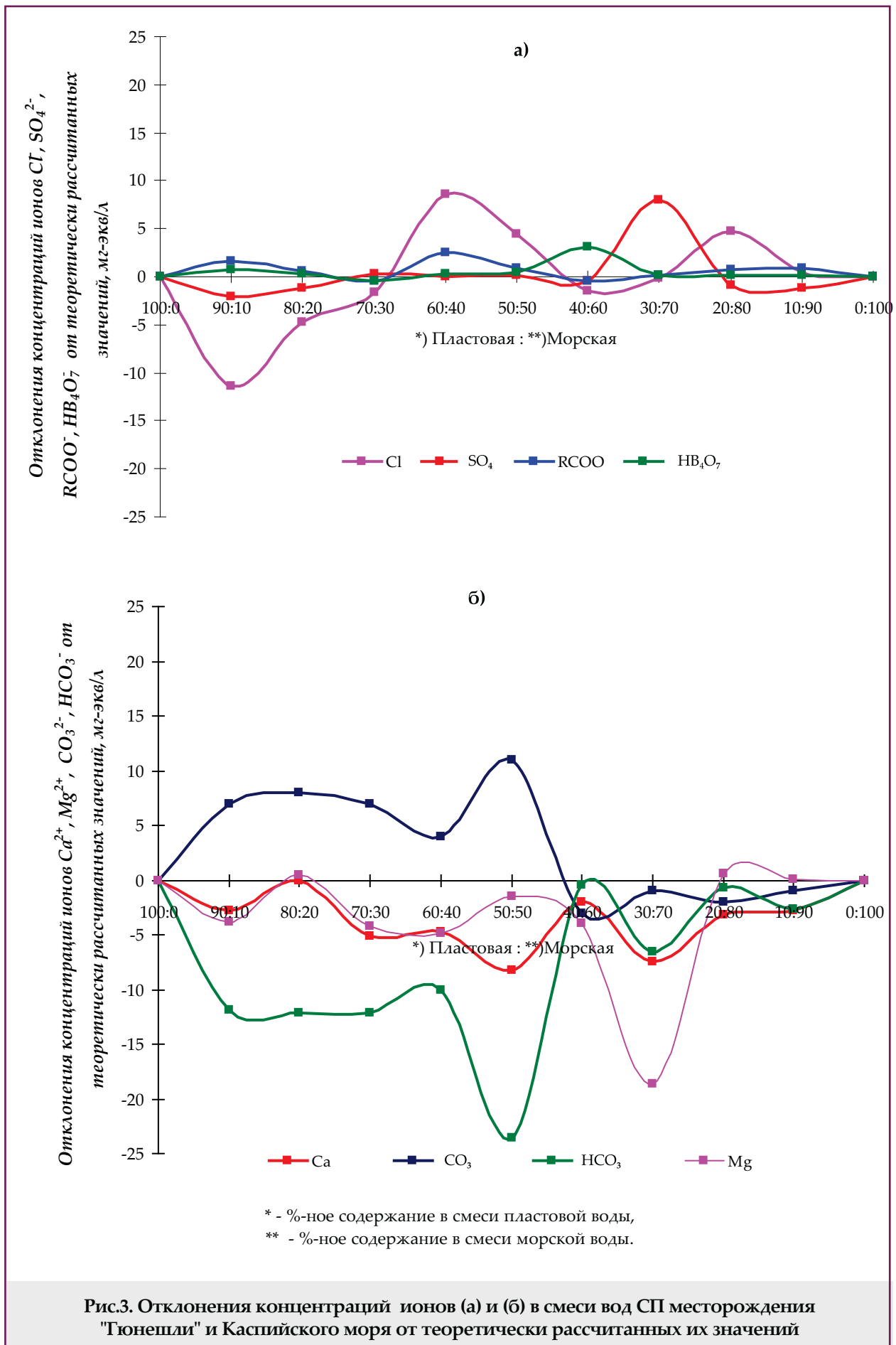


Рис.3. Отклонения концентраций ионов (а) и (б) в смеси вод СП месторождения "Гюнешли" и Каспийского моря от теоретически рассчитанных их значений

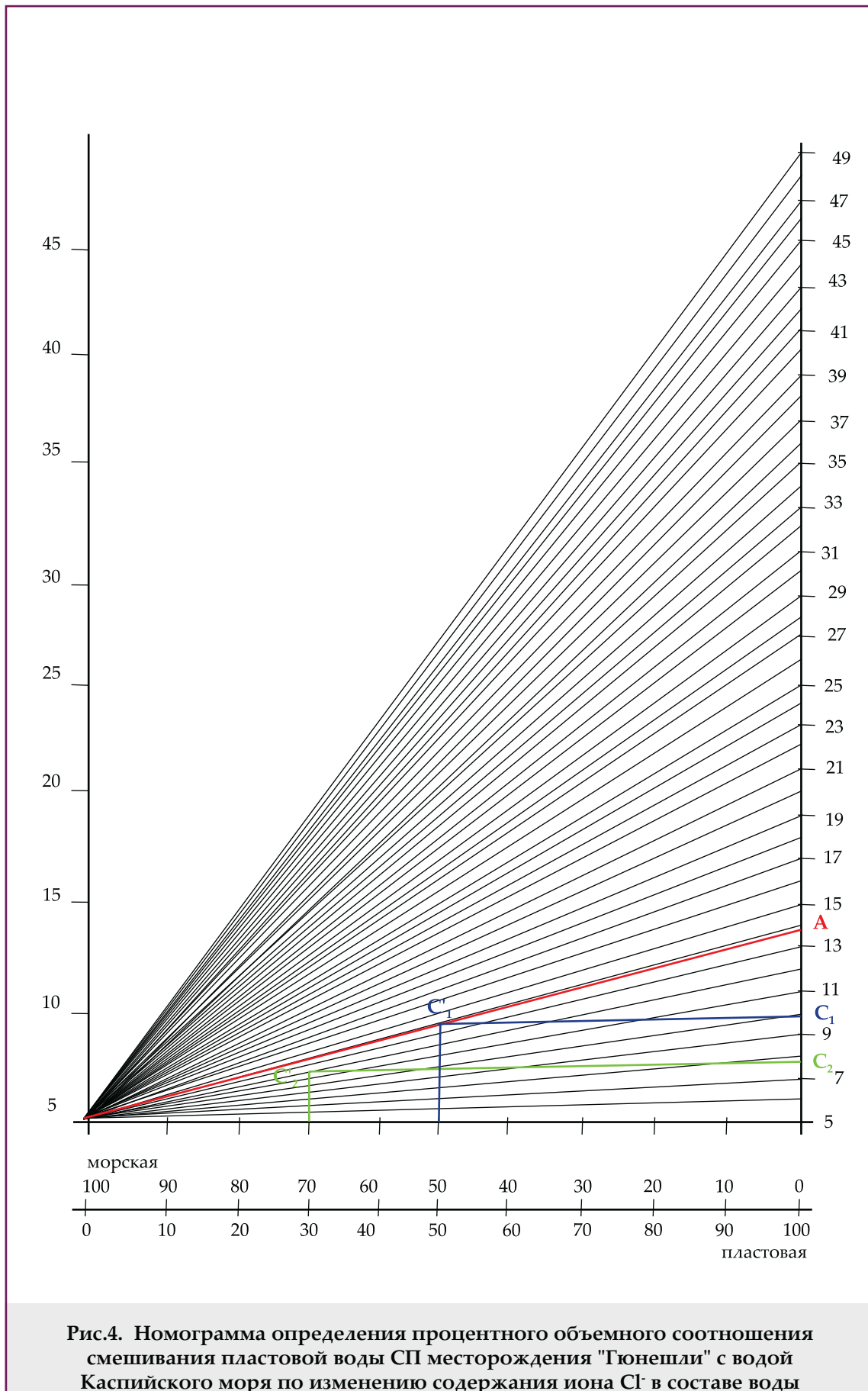


Таблица 3

Количество солей, оседающих при смешивании пластовой воды
СП месторождения "Гюнешли" с водой Каспийского моря

Объемное соотношение смешивания вод, %		Содержание карбонатов щелочно-земельных металлов, мг/л				Выпадающие в осадки карбонаты щелочноземельных металлов, мг/л		
СП	Каспийского моря	Определенные в лабораторных испытаниях		Теоретически рассчитанные				Всего
		CaCO ₃	MgCO ₃	CaCO ₃	MgCO ₃	CaCO ₃	MgCO ₃	
90	10							
80	20							
70	30			290	190	290	190	480
60	40			480	480	480	480	960
50	50			320	710	320	710	1030
40	60		470	130	680	130	210	340
30	70		400		350			
20	80	280			70			
10	90	200						

Выводы:

– по мере увеличения %-ой доли морской воды в смеси происходит увеличение содержания ионов Ca²⁺, Mg²⁺, SO₄²⁻, CO₃²⁻ с одновременным уменьшением концентрации ионов Na⁺ + K⁺, Cl⁻, HCO₃⁻, RCOO⁻, NH₄O₇⁻. Такое качественное изменение химического состава смеси является надежным показателем влияния закачиваемой воды Каспийского моря в СП месторождения "Гюнешли";

– выпадение карбонатных осадков (CaCO₃, MgCO₃) и образования CO₃²⁻ показывают, что смесь пластовой воды СП с водой Каспийского моря не стабильна;

– наибольшее количество выпадающих в осадок карбонатов щелочноземельных металлов в количестве ~1 г/л происходит в смеси пластовой воды СП с водой Каспийского моря в соотношениях 50 : 50 и 60 : 40;

– изменение содержания иона Cl⁻ в смеси является надежным критерием для определения доли пластовой и морской воды в обводненных скважинах и зоны охвата залежи нефти СП закачиваемой водой Каспия;

– результаты проведенных гидрогеохимических исследований могут быть использованы для контроля и регулирования процесса заводнения других залежей (месторождений) Южно-Каспийской впадины морской водой (глубоководная часть Гюнешли, Чыраг, Азери и др.);

– составленная номограмма позволяет определить %-ый объем морской воды Каспия в смеси с высокой точностью и может быть использована для контроля и регулирования процесса разработки других месторождений Южно-Каспийской впадины.

– мониторинг за изменением химического состава вод, получаемых при разработке СП месторождения "Гюнешли" позволит значительно улучшить качество контроля и регулирования процесса заводнения.

Литература

1. А.Р.Ахундов, У.Ш.Мехтиеv, М.З.Рачинский. Справочник по подземным водам нефтегазовых и газоконденсатных месторождений Азербайджана. Б: Maarif, 1976.
(A.R.Ahundov, U.Sh.Mehtiyev, M.Z.Rachinskiy. Spravochnik po podzemnym vodam neftegazovyh i gazokondensatnyh mestorojdeniy Azerbaydjana. B: Maarif, 1976)
2. А.А.Карцев, А.М.Никаноров. Нефтегазопромысловая гидрогеология. М: Недра, 1983.
(A.A.Kartsev, A.M.Nikanorov. The Oilfield hydrogeology. M.: Nedra, 1983)
3. А.А.Карцев, С.Б.Вагин, В.П.Шугрин, Ю.И.Брагин. Нефтегазовая гидрогеология. М.: Недра, 2001.
(A.A.Kartsev, S.B.Vagin, V.P.Shugrin, Yu.I.Bragin. Oil and gas hydrogeology. M.: Nedra, 2001)
4. Ш.Ф.Мехтиеv, А.Р.Ахундов, Е.А.Ворошилов. Влияние искусственного заводнения на гидрохимию нефтяного пласта. Б: Maarif, 1969.
(Sh.F.Mehtiyev, A.R.Ahundov, Ye.A.Voroshilov. Vliyaniye iskusstvennogo zavodneniya na gidroхимиyu neftyanogo plasta. B: Maarif, 1969)

5. Ш.Ф.Мехтиеv, А.Р.Ахундов, Е.А.Ворошилов. Практические вопросы нефтепромысловой гидрогеологии. Б: Элм, 1975.

(Sh.F.Mehtiyev, A.R.Ahundov, Ye.A.Voroshilov. Prakticheskiye voprosy neftepromyslovoy gidrogeologii. B: Elm, 1975)

6. И.Г.Венецкий, Г.С.Кильдишев. Теория вероятностей и математическая статистика М: Статистика, 1975.

(I.G.Venetskiy, G.S.Kildishev. Theory of chances and mathematical statistics. M.: Statistika, 1975)

7. Дж.Тейлор. Введение в теории ошибок. М: Мир, 1985.

(J.Taylor. Introduction to error theory. M.: Mir, 1985)

Study of formation water mixture chemical composition of "Guneshli" field "Interruption" suite with Caspian Sea water

F.M.Hacıyev, N.A.Ataqışhiyeva
("OilGasScientificResearchProject" Institute)

Abstract

In offshore oil fields of the Azerbaijan Republic, Caspian sea water is for water injection purposes. Chemical analysis of lower Pliocene "Interruption" Suite (IS) water and Caspian sea water at the major "Guneshli" field development showed that they differ significantly. In order to determine the nature of the processes that occur while flooding, chemical analysis of formation and sea water mixtures were compared with their theoretically rated values in the same ratios. Analyses confirmed that along with the increase of sea water percentage in mixture the content of ions Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} increases with simultaneous dilution of ions Na^+ + K^+ , Cl^- , HCO_3^- , RCOO^- , $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$. Such qualitative changes of chemical composition of mixtures are a reliable indication of the presence of Caspian sea water. Determination of Cl^- ion density in chemical composition of formation, injected water and in the mixture allowed:

- to determine non-compatibility of IS water mixture with Caspian water;
- to evaluate the amount of precipitated alkaline-earth carbonates;
- to evaluate the percentage of injected Caspian sea water in produced water from wells in the Pereriv Formation oil deposits of the "Guneshli" field.

"Günəşli" yatağının "Fasilə" lay dəstəsi ilə Xəzər dənizi sularının qatışıqlarının kimyəvi tərkiblərinin tədqiqi

F.M.Hacıyev, N.Ə.Ataqışhiyeva
("Neftqazemitədqiqatlayihə" İnstitutu)

Xülasə

Azərbaycan Respublikasının dəniz neft yataqlarına süni üsulla təsir etmək üçün Xəzər dənizi suyundan istifadə edilir. "Günəşli" yatağının əsas istismar obyektı olan "Fasilə" lay dəstəsi (FLD) (alt pliosen) ilə Xəzər dənizi sularının kimyəvi tərkiblərinin tədqiqi, onların bir-birindən nəzərə çarpacaq dərəcədə fərqləndiyini göstərir. Laya suvurma zamanı gedən prosesləri müəyyən etmək üçün lay və dəniz sularının müxtəlif nisbətlərdə qatışıqlarının kimyəvi analizlərinin nəticələri, həmin su qatışıqlarının nəzəri hesablanmış tərkibləri ilə müqayisə edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, "Günəşli" yatağında FLD-nin lay və Xəzər dənizi sularının qatışıqlarında onların minerallaşmaları və Cl^- , HCO_3^- , RCOO^- , $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$, Na^+ + K^+ ionlarının miqdarı azalır, SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , Ca^{2+} və Mg^{2+} ionlarının miqdarı isə artır. Aparılmış tədqiqatlar göstərir ki, qatışıq sularında dəniz suyunun %-lə miqdarı artdıqca Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} ionlarının miqdarı isə azalır. Qatışıq suda ionların belə dəyişməsi Xəzər dənizi suyunun laya nüfuz etməsinin etibarlı göstəricisi (kriteriyası) hesab oluna bilər.

Cl^- ionunun lay, dəniz və qatışıq sularında təyin edilməsi nəticəsində:

- FLD-in suyu ilə dəniz suyunun qatışıqlarının sabit olmadığı müəyyən edilmişdir;
- Qatışıq sularında qələvi torpaq elementlərinin layda cökə bilən karbonat duzlarının miqdarının hesablanmışdır;
- "Günəşli" yatağında FLD-nin lay suları ilə ona vurulan Xəzər dənizi sularının qatışıqlarında dəniz suyunun %-lə miqdarı təyin edilmişdir.