

О СОВМЕСТИМОСТИ ПРЕСНЫХ И МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД НГДУ «ТАТРИТЭКНЕФТЬ»

Масланов А.А., Шайдаков В.В., Емельянов А.В.,

Хайруллина Э.Р., Халикова А.И.

*НГДУ «ТатРИТЭКнефть», Инжиниринговая компания «Инкомп-нефть»,
Уфимский государственный нефтяной технический университет*

Широко применяемые в настоящее время методы разработки нефтяных месторождений с поддержанием пластового давления могут приводить к осложнениям в добыче нефти, которые вызваны отложением твердых осадков неорганических солей, накапливающихся на стенках скважин и подъемных труб, в наземных коммуникациях системы сбора и подготовки нефти. В связи с этим, большую значимость приобретают прогнозные методы расчета вероятности выпадения осадков при смешивании различных типов вод, так как от предсказания и своевременного обнаружения солеотложений зависит эффективность мероприятий по их ликвидации, предупреждению и защите нефтепромыслового оборудования.

Целью данной работы являлось определение возможности выпадения осадков при смешении пресных и сточных вод, используемых далее для заводнения нефтяных пластов на месторождениях НГДУ «ТатРИТЭКнефть». Характеристики смешиваемых вод приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические свойства смешиваемых вод

Содержание, мг/л	Водоподъем	ГЗНУ-5	ДНС-246	УПСВН
Cl ⁻	8,24	129691,40	137751,36	48359,52
HCO ₃ ⁻	298,90	155,55	262,30	222,65
SO ₄ ²⁻	отс.	807,36	687,60	298,75
Ca ²⁺	128,25	19839,20	20440,80	7615,20
Mg ²⁺	41,27	6677,00	6555,6	2306,60
K ⁺ +Na ⁺	-	49069,80	53814,25	20056,75
Общая минерализация, г/л	3,16	206,24	219,51	78,86
pH	7,527	5,638	5,809	6,028
ρ, г/см ³	1,000	1,138	1,148	1,071

Согласно классификации вод по Сулину, сточные воды данного месторождения можно отнести к хлоркальциевому типу, а пресную воду хлоридно-магниевому.

Для определения вероятности выпадения нерастворимых осадков сульфатов и карбонатов кальция использовалась методика, приведенная в РД 39-0147103-302-88, основанная на определении коэффициентов пресыщения по каждой из солей. Если коэффициент пресыщения больше единицы, то принимается, что такая вода склонна к выделению твердой взвеси сульфата или карбоната кальция.

Первоначально была определена стабильность пресных и минерализованных вод (без смешения) по гипсу и кальциту. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Прогноз выпадения осадков сульфата и карбоната кальция в пресных и минерализованных водах без смешения

Место отбора пробы	Коэффициент пресыщения S_{CaSO_4}	Количество прогнозируемого осадка $CaSO_4$, мг/л	Коэффициент пресыщения S_{CaCO_3}	Количество прогнозируемого осадка $CaCO_3$, мг/л
ГЗНУ-5	3,605	1642,88	0,803	-
ДНС-246	3,345	565,12	2,160	46,2
УПВСН	0,609	-	0,720	-
Водо-подъем	0,203	-	23,41	140

Таким образом, сточные воды с ГЗНУ-5 (групповая замерная насосная установка) и ДНС-246 (дожимная насосная станция) пересыщены гипсом, а вода с ДНС-246 способна дополнительно образовывать небольшие количества кальцита. Из пресной воды, отобранной на водоподъеме, может выпадать осадок карбоната кальция. Минерализованная вода с УПВСН (установка подготовки высокосернистой нефти) стабильна и по гипсу и по кальциту.

Далее были сделаны прогнозные расчеты совместимости пресных и минерализованных вод, смешанных в различных соотношениях.

Таблица 3. - Прогноз выпадения осадков сульфата и карбоната кальция при смешении пресных и сточных вод в различных соотношениях

Соотношение		Ионная сила	Прогнозирование выпадения осадков			
пресная	сточная		CaSO ₄		CaCO ₃	
			Коэффициент пересыщения S _{CaSO4}	Количество ожидаемого осадка, мг/л	Коэффициент пересыщения S _{CaCO3}	Количество ожидаемого осадка, мг/л
ДНС-246						
1	1	2,38	0,267	-	2,656	143,391
1	2	3,144	0,442	-	2,705	141,821
2	1	1,557	0,145	-	2,638	145,989
1	1,5	2,817	0,363	-	2,605	139,868
1,5	1	1,886	0,189	-	2,837	151,682
2	1,5	2,014	0,210	-	2,995	154,641
1,5	2	3,354	0,334	-	3,097	154,265
1,5	1,2	2,089	0,222	-	3,118	157,383
1,2	1,5	2,612	0,318	-	3,317	159,477
1,7	1,4	2,126	0,229	-	3,682	168,590
1,4	1,7	2,374	0,336	-	4,397	176,595
УПВСН						
1	1	0,855	0,085	-	0,889	-
1	2	1,137	0,119	-	0,763	-
2	1	0,579	0,055	-	1,225	41,229
1	1,5	1,023	0,105	-	0,894	-
1,5	1	0,687	0,066	-	1,256	44,918
2	1,5	0,734	0,071	-	0,389	-
1,5	2	0,976	0,099	-	0,344	-
1,5	1,2	0,761	0,074	-	0,704	-
1,2	1,5	0,949	0,096	-	0,304	-
1,7	1,4	0,773	0,076	-	0,263	-
1,4	1,7	0,935	0,094	-	0,257	-
ГЗНУ-5						
1	1	1,722	0,308	-		104,795
1	2	2,305	0,501	-	2,514	186,864
2	1	1,142	0,170	-	2,912	135,177
1	1,5	2,064	0,414	-	2,046	89,208
1,5	1	1,388	0,221	-	2,583	121,342
2	1,5	1,477	0,244	-	2,753	123,774
1,5	2	1,968	0,382	-	2,196	96,822
1,5	1,2	1,531	0,257	-	2,744	161,408
1,2	1,5	1,914	0,365	-	2,753	114,299
1,7	1,4	1,558	0,264	-	2,849	124,637
1,4	1,7	1,886	0,356	-	2,440	106,492

Согласно сделанным прогнозным расчетам, при смешении минерализованных и пресных вод, уменьшается ионная сила раствора и снимается пресыщение по гипсу. Но, в тоже время, в большей части смесей увеличивается концентрация бикарбонат ионов, что делает возможным выпадение в осадок кальцита. Наибольшее количество карбонатов на установке ДНС-246 выпадает при соотношении пресной и сточной воды 1,4:1,7, на ГЗНУ-5 – 1:2. На установке УПВСН карбонаты выпадают только в двух случаях: при соотношениях 2:1 и 1,5:1.

Таким образом, смешение пресных и минерализованных вод предотвращает отложения гипса, но приводит к выпадению осадков карбонатов кальция. Поэтому рекомендуется не допускать таких смешений, при которых образуется большое количество осадков. В случае, если смешений в таких пропорциях нельзя избежать, необходимо использовать ингибиторы солеотложений.