

И. М. Тарасов, В. Д. Мазуренко,
В. И. Березуцкий, Ф. С. Азаренко

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В КАЧЕСТВЕ ДОБАВОК К ТАМПОНАЖНЫМ ЦЕМЕНТАМ

Геологические особенности цементирования обсадных колонн в Белоруссии предъявляют особые требования к тампонажным материалам. Они должны давать облегченный раствор и камень из него с соответствующими свойствами (сроком схватывания, механической прочностью, минимальной проницаемостью, устойчивостью к воздействиям агрессивных сред) [1].

При цементировании в интервалах соленосных отложений тампонажные растворы готовятся на воде, полностью насыщенной поваренной солью [2]. На буровых Речицкой нефтеразведочной экспедиции вместо соли широко применяется сильвинитовая руда солигорских калийных комбинатов. В перспективе определенный интерес представляет замена поваренной соли солевыми отходами этих комбинатов.

В табл. 1 приведен химический состав сильвинитовой руды и солевых отходов.

Табл. 1. Химический состав поваренной соли, солевых отходов и сильвинитовой руды, %

Наименование соли	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Нерастворимый остаток
Поваренная соль (пищевая)	38,60	0,02	0,32	0,03	59,63	0,87	0,10
Солевые отходы	35,78	1,57	0,33	0,03	56,78	0,71	3,00
Сильвинитовая руда	27,91	12,41	0,34	0,03	54,60	0,66	4,00

Для цементирования скважин, проводимых в различных геологических условиях, необходимо иметь как облегченные, так и утяжеленные тампонажные растворы.

В настоящее время в СССР (решение Технического Управления МНДП от 28 июля 1966 г.) выработана следующая номенклатура специальных тампонажных цементов.

1. Портландцемент для «холодных» скважин.
2. Портландцемент для «горячих» скважин.
3. Облегченные цементы для получения растворов удельного веса $1,40-1,60 \text{ г/см}^3$ на базе тампонажного цемента для «холодных» и «горячих» скважин по ГОСТ 1581—63, а также на основе шлакопесчаной смеси (для температур $90-140^\circ$).
4. Утяжеленные цементы для получения растворов удельного веса не менее $2,15 \text{ г/см}^3$ на базе тампонажного цемента по ГОСТ 1581—63 для «холодных» и «горячих» скважин, а также на основе шлакопесчаной смеси (для температур $90-140^\circ$).
5. Термостойкие шлакопесчанистые цементы для температур $90-140^\circ$.
6. Термостойкие шлакопесчаные цементы для температур $140-180^\circ$.
7. Низкогигроскопические цементы.

Цементы различных типов отличаются главным образом по химическому составу и тонкости помола. Вследствие этого они обладают разными свойствами (время загустевания раствора, прочность цементного камня, коррозионная устойчивость и др.). В процессе производства цемента в зависимости от состава ему могут быть приданы свойства медленно- или быстросхватывающего материала, быстрый или медленный набор прочности, низкая фильтруемость и др. При необходимости в цемент вводятся замедлители сроков схватывания. Кроме портландцемента, в качестве тампонажного материала могут быть использованы и специальные цементы: глиноземистый, железистый, известковопесчаный, пуццолановый и др.

Пригодность тампонажного раствора для цементирования скважин оценивается сроками схватывания и временем загустевания, определяемыми в конкретных условиях соответствующих скважин. Реологические свойства с этой целью практически не определяются.

Пригодность тампонажных растворов для цементирования скважин по срокам схватывания определяют с помощью автоклавов высокого давления. Определение прочностных свойств осуществляется по ГОСТ 1581—63. Твердение тампонажного камня осуществляется в автоклавах при определенной температуре и давлении.

Исходя из требований к тампонажным смесям в части удельных весов и руководствуясь номенклатурой тампонажных цементов, на кафедре технологии силикатов БПИ с участием Института геологических наук (Минск) для условий Речницкой нефтеразведочной экспедиции проведены работы по подбору рецептуры облегченных тампонажных растворов и

изучены их некоторые физико-механические свойства. Рецептура облегченных тампонажных смесей подбиралась на базе тампонажных цементов для «холодных» и «горячих» скважин и местных активных минеральных добавок: аглопорита и трепела Брянского цементного завода.

Исследования, выполненные на кафедре технологии силикатов, по установлению зависимости между пористостью керамического черепка и коррозионной стойкостью в растворах сильвинита дают основания ожидать положительного влияния аглопорита на коррозионную стойкость тампонажного материала.

В опытах применялся аглопорит лесового суглинка Минского месторождения следующего химического состава (%): SiO_2 81,3; Al_2O_3 9,2; Fe_2O_3 2,9; CaO 1,7; MgO 0,8; п. п. п. 3,9. Образцы изготавливались обычным стандартным способом. В табл. 2 приведены результаты опытов.

Табл. 2. Результаты исследования тампонажных смесей с добавкой аглопорита

№ опыта	Состав тампонажной смеси, г					Удельный вес, г/см ³	Растекаемость, см	Температура, °С	Давление, кг/см ²	Сроки схватывания, час-мин		Среднее значение предела прочности через 48 ч, кг/см ²	
	цемент	аглопорит	на 100 см ³ воды затворено							начало	конец	на изгиб	на сжатие
			вода	NaCl	солевые отходы								
1	100	—	50	—	—	1,83	21,5	22	—	8—40	11—25	—	51,3
2	100	—	50	—	—	1,83	21,5	22	300	7—20	10—40	—	65,0
3	100	—	50	35	—	1,95	19,0	75	600	2—15	2—45	53,5	140
4	100	—	50	—	35	1,94	17,0	75	600	1—50	2—45	37,0	189
1	90	15	50	—	—	1,91	18,0	75	400	2—25	3—45	36,8	210
2	90	15	50	35	—	1,92	19,0	75	400	2—10	3—00	48,0	150
3	90	15	50	—	35	1,92	18,0	75	400	1—45	2—50	35,0	110
1	80	25	50	—	—	1,91	19,2	75	400	1—10	3—15	38,0	165
2	80	25	50	35	—	1,90	20,0	75	400	1—40	2—45	41,0	114
3	80	25	50	—	35	1,91	18,5	75	400	1—40	2—25	39,0	118
1	70	35	55	—	—	1,87	20,0	75	400	1—10	1—50	40,0	135
2	70	35	55	35	—	1,88	19,5	75	400	1—35	2—55	43,0	160
3	70	35	55	—	35	1,88	19,0	75	400	1—30	2—20	33,0	100

Из табл. 2 видно, что тампонажные смеси с добавками аглопорита по срокам схватывания и прочим свойствам могут

Табл. 3. Результаты исследования тампонажных смесей с добавкой трепела

№ серии	№ опыта	Состав тампонажной смеси, г					Удельный вес, г/см ³	Растекаемость, см	Температура, °С	Давление, кг/см ²	Сроки схватывания, час-мин		Среднее значение предела прочности через 48 ч		Тип цемента для скважин
		цемент	трепел	на 100 г воды затворено							начало	конец	на изгиб	на сжатие	
				вода	соль NaCl	солевые отходы									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1	100	—	50	—	—	1,84	21,5	22	—	6—35	11—30	—	54,0	„холодных“
	2	100	—	50	35	—	1,94	18,5	22	300	17—05	—	66,0	„	
	3	100	—	50	—	35	1,93	16,7	22	300	12—40	17—40	—		
	1	100	—	50	—	—	1,84	21,5	50	300	1—35	2—25	54,53	96,0	„
	2	100	—	50	35	—	1,92	18,5	50	300	2—35	3—00	34,0	100	
	3	100	—	50	—	35	1,91	16,7	50	300	3—30	5—20	37,0	97,5	
	1	100	—	50	—	—	1,84	21,5	75	600	1—40	2—15	74,2	86,5	„горячих“
	2	100	—	50	35	—	1,92	18,5	75	600	2—15	2—45	51,5	140	
	3	100	—	50	—	35	1,91	16,7	75	600	1—30	2—45	58,0	170	
2	1	80	20	61	—	—	1,70	16,0	22	300	—	—	—	26,0	„холодных“
	2	80	20	61	35	—	1,81	17,5	22	300	—	—	—	35,0	
	3	80	20	61	—	35	1,80	15,5	22	300	—	—	—	29,0	
	1	80	20	61	—	—	1,70	16,0	50	300	2—05	2—38	33,4	89,0	„
	2	80	20	61	35	—	1,81	17,5	50	300	3—30	4—20	19,3	39,0	
	3	80	20	61	—	35	1,81	15,6	50	300	3—35	4—20	21,0	36,0	

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
	1	80	20	61	—	—	1,70	16,0	75	600	1—00	2—15	—	63,0	„горячих“	
	2	80	20	61	35	—	1,81	17,5	75	600	1—45	2—35	25,4	55,0		
	3	80	20	61	—	35	1,80	15,0	75	600	2—25	4—00	31,4	65,0		
	1	80	20	61	—	35	1,70	16,0	100	600	—	—	—	25,7	90,0	„
	2	80	20	61	35	—	1,81	17,5	100	600	0,55	1—35	26,3	45,0		
	3	80	20	61	—	35	1,80	15,6	100	600	1—35	2—00	21,8	44,0		
3	1	60	40	70	—	—	1,59	17,5	22	300	—	—	—	—	„холодных“	
	2	60	40	70	35	—	1,72	20,3	22	300	—	—	—	32,5		
	3	60	40	70	—	35	1,73	16,1	22	300	—	—	—	46,0		
	1	60	40	70	—	—	1,59	17,5	50	300	2—55	4—15	22,5	57,5	„	
	2	60	40	70	35	—	1,72	20,3	50	300	—	—	—	26,8		
	3	60	40	70	—	35	1,73	16,1	50	300	4—30	5—15	22,5	65,0		
	1	60	40	70	—	—	1,59	17,5	75	600	1—05	1—50	—	53,0	„горячих“	
	2	60	40	70	35	—	1,72	20,3	75	600	2—35	4—00	17,3	38,0		
	3	60	40	70	—	35	1,73	16,1	75	600	2—35	4—20	15,7	36,0		
	1	60	40	70	—	—	1,59	17,5	100	600	—	—	—	19,7	55,0	„
	2	60	40	70	35	—	1,72	20,3	100	600	2—10	2—55	16,9	37,0		
	3	60	40	70	—	35	1,73	16,1	100	600	2—00	2—15	17,4	40,0		

быть применены для цементирования скважин. Однако, учитывая, что применение аглопорита как добавки к тампонажным цементам незначительно снижает удельные веса тампонажных растворов, были проделаны опыты по определению возможности применения трепела Брянского цементного завода. Этот трепел широко применяется как добавка к портландцементам, применяемым в жилищном строительстве и особенно в строительстве гидротехнических сооружений.

В табл. 3 приведены результаты некоторых опытов с тампонажными смесями с добавкой трепела к цементам для «холодных» и «горячих» скважин.

На основании проведенных лабораторных исследований было произведено опытно-промышленное цементирование 245 мм технической колонны на скважине № 20 площади Осташковичи Речицкой нефтеразведочной экспедиции тампонажной смесью состава (по весу) цемента — 60%, трепела — 40%.

Перед цементированием колонны цемент и трепел равномерно загрузались в погрузочный бункер, а оттуда в смесительную машину. Всего было подготовлено и закачено в скважину 30 т цемента и 18 т трепела. Процесс приготовления и закачки тампонажной смеси осуществлялся так же, как при применении чистого цемента.

Опытно-промышленные испытания и лабораторные исследования показали, что применение молотого трепела в качестве добавки к тампонажным цементам снижает удельный вес тампонажного раствора и дает возможность получить при этом удовлетворительные физико-механические свойства тампонажного раствора и камня из него.

Литература

1. В. И. Березуцкий. Цементирование обсадных колонн в интервалах соленосных отложений большой мощности. Тр. семинара по технологии бурения и крепления скважин в соленосных отложениях. М., 1967.
2. В. И. Березуцкий, Н. И. Титков. Условия цементирования колонн в соленосных отложениях Западного Казахстана. В сб.: Бурение. М., 1965.