

Изобретение относится к тампонажным цементам для крепления нефтяных и газовых скважин с низким пластовым давлением при наличии зон поглощений и может быть использовано в нефтегазодобывающей промышленности.

Известны облегченные тампонажные цементы, содержащие клинкер и минеральную добавку в качестве которой могут использоваться опока, диатомит и др. [1].

Наиболее близким решением к заявляемому изобретению является состав для приготовления тампонажного вяжущего [2], содержащий цементный клинкер, гипс и цеолитовую породу при следующем соотношении ингредиентов, мас. %:

Цементный клинкер	50,00-66,61
Гипс	10,52-27,78
Цеолитовая порода	16,66-36,85

Данный состав получается путем совместного размолла составных частей до удельной поверхности 300 м²/кг.

Однако такой состав обладает рядом существенных недостатков, а именно:

1) не позволяет получать тампонажные растворы плотностью ниже 1520 кг/м³ при прочности цементного камня, удовлетворяющей требованиям НТД ГОСТ 1581-91) - не менее 0,7 МПа при 22°C;

2) из-за высокого содержания гипса, как ускорителя сроков схватывания для низких температур [1], прочность цементного камня существенно снижается (с 2,05 МПа при плотности 1660 кг/м³ до 0,63 МПа при плотности 1510 кг/м³ [2], что сужает температурный диапазон применения данного вяжущего и делает затруднительным его применение в водонасыщенных пластах [1].

Кроме того, широкий ассортимент цеолитовых пород дает большой разброс в технических характеристиках получаемых тампонажных цементов.

Отметим также, что состав-прототип не удовлетворяет требованиям НТД к содержанию сульфатов (не более 3,5% в расчете на SO₃) [1].

Задачей предлагаемого изобретения является создание тампонажного цемента посредством изменения количественного и корректировки качественного составов, который позволил бы расширить диапазон температурного режима и интервал плотностей тампонажного раствора в сторону их снижения до плотности 1400 кг/м³ при сохранении удовлетворяющей требованиям НТД прочности цементного камня и оптимальных реологических параметрах цементного теста.

Сущность изобретения заключается в том, что предлагаемый облегченный тампонажный цемент, включающий цементный клинкер, цеолитовую породу и гипс, в качестве цеолитовой породы содержит цеолитизированный туф с содержанием влаги 2-5%, при следующих соотношениях ингредиентов, мас. %:

Цементный клинкер	38,9-58,1
Цеолитизированный туф	58,1-38,9
Гипс	2-4

Цеолитизированные туфы представляют собой пористые алюмосиликаты, являющиеся хорошими адсорбентами. Наличие их в цементе способствует интенсивному механическому и химическому связыванию воды при его затворении, ускоряет процесс гидратации цемента с образованием значительного количества трехканального алюмината. Последний в свою очередь ускоряет схватывание и твердение тампонажного раствора при низких температурах, что исключает водоотделение из раствора и усадку затвердевшего цементного камня, а также способствует быстрому росту прочности в ранние сроки твердения.

Изобретение может быть реализовано на цементных заводах, что подтверждается выпуском и предварительными испытаниями опытной партии облегченного тампонажного цемента.

Пример конкретного выполнения.

Тампонажный цемент приготавливают путем совместного помола 58,1 мас. % цементного клинкера, 38,9 мас. % цеолитизированного туфа и 3 мас. % гипса в заводской мельнице до удельной поверхности равной 300-400 м²/кг (остаток на сите 008 не должен превышать 15%). Аналогичным образом готовят цемент других составов (см. табл. 2).

Химический состав цементного клинкера и цеолитизированного туфа приведен в таблице 1.

В таблице 2 показана зависимость реологических параметров тампонажных растворов и прочности цементного камня для цемента с содержанием гипса 3% от соотношения масс клинкера и цеолитизированного туфа. Для сравнения в первой строке таблицы 2 приведены те же параметры для прототипа.

Из таблицы 2 видно, что безусадочный цементный камень получается при содержании цеолитизированного туфа свыше 38,9 мас. %, однако область оптимальной прочности цементного камня есть 38,9-58,1 мас. %. Эта оптимальная прочность отвечает требованиям НТД и превышает прочность прототипа в 1,2 раза, если предположить, что он твердел при температуре 22°C и в 4,7 раза, если предположить, что он твердел при температуре 75°C. Тампонажный цемент, предлагаемого состава, полностью удовлетворяет требованиям НТД по содержанию сульфатов в пересчете на SO₃. Кроме того, из данного клинкера можно получать тампонажные растворы плотностью 1400 кг/м³, хотя нижний предел температур применения такого раствора будет выше 30°C, поскольку при этой температуре достигается требуемая НТД прочность цементного камня.

Влияние добавки гипса, служащего регулятором сроков схватывания на прочность цементного камня и реологические параметры тампонажных растворов плотностью 1500 кг/м³ показано в табл. 3.

Из таблицы 3 видно, что увеличение содержания гипса от 2 до 4% ускоряет схватывание и увеличивает прочность цементного камня. Однако добавления гипса в количестве сверх 4% нецелесообразно в силу снижения прочности цементного камня.

При увеличении или уменьшении водоцементного фактора из разработанного цемента при оптимальном соотношении составных частей можно получить безусадочные облегченные тампонажные растворы с плотностью 1400-1550 кг/м³ с прочностью цементного камня при изгибе, удовлетворяющей требованиям НТД (для плотности 1400 кг/м³ - при температурах выше 30°C), в то время как из состава-прототипа можно получать тампонажные растворы с удовлетворительной прочностью цементного камня только при плотностях 1520 кг/м³ и выше.

Кроме того (см. табл. 4) установлено, что при увеличении содержания влаги в цеолит, туфе до 5% прочность цементного камня возрастает, но при дальнейшем увеличении - падает.

Это происходит потому, что при увеличении влажности цеолитизированного туфа увеличивается скорость образования гидросиликатов кальция и на исходных частицах цемента возникает поверхностный слой, тормозящий дальнейшую гидратацию, что приводит к снижению прочности цементного камня.

Скорость образования гидросиликатов кальция увеличивается также при увеличении температуры сушки цеолитизированного туфа сверх 300°C, что также приводит к снижению прочности цементного камня.

Таким образом, исходя из результатов исследований и требований технологичности процесса, при помоле цемента целесообразно применение цеолитизированного туфа с содержанием влаги 2-5%, высушенного при температуре 200-300°C.

Предлагаемый состав облегченного тампонажного цемента дает возможность получать качественные растворы плотностью 1400-1550 кг/м³ и беззасадочный цементный камень с прочностью в 1,2-4,7 раза выше в сравнении с прототипом, а также расширить диапазон температур их применения.

Таблица 1

Наименование сырья	Химический состав клинкера и цеолитизированного туфа									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	MgO	P ₂ O ₅	CaO	K ₂ O	Na ₂ O
Цементный клинкер	21,4	6,05	4,14	-	-	-	-	64,6	-	-
Цеолитизированный туф	69,43	13,04	1,05	0,18	0,03	0,17	0,03	2,1	2,64	2,06

Таблица 2

Массовая доля в тампонажном цементе, мас. %			Параметры раствора					Предел прочности при изгибе через 48ч, МПа при температуре	
Клинкер цементный	Гипс	Цеолитовая порода	Плотность, кг/м ³	В/Ц	Усадка, %	Нестекаемость, см	Водоотделение, %	22	75
45,44	22,72	31,84	1510	0,66	-	18,0	0,0	0,63	
19,4	3	77,6	1500	0,88	0	18,0	0,0	0,2	1,27
29,1	3	67,9	1500	0,83	0	20,0	0,0	0,45	1,9
38,9	3	58,1	1500	0,86	0	23,0	0,0	0,55	2,73
48,5	3	48,5	1500	0,87	0	25,0	0,0	0,7	3,0
58,1	3	38,9	1500	0,88	0	25,0	0,5	0,75	2,33
67,9	3	29,1	1500	0,9	3	25,0	4,0	0,87	2,11
77,6	3	19,4	1500	0,95	6	25,0	10,0	1,0	1,67
48,5	3	48,5	1400	1,18	0	25,0	2,5	0,22	2,05

Таблица 3

Состав тампонажного цемента, мас. %			Сроки схватывания, час-мин				Предел прочности при изгибе через 48 ч. МПа	
Клинкер цементный	Цеолит. туф	Гипс	начало		конец		22°C	75°C
			22°C	75°C	22°C	75°C		
50	50	0	28	3-20	37	4-20	0,36	1,75
49	49	2	23	2-10	30	2-50	0,41	2,59
48,5	48,5	3	16-20	2-00	23	2-40	0,69	3,21
48	48	4	14-10	1-50	20-20	2-40	0,7	2,94
47,5	47,5	5	13-30	2-00	19-00	2-35	0,6	3,05
47	47	6	13-20	2-10	18-50	2-45	0,57	2,9

Таблица 4

Температура сушки, °C	Содержание влаги, %	Предел прочности цементного камня при изгибе через 48 час., МПа при температуре	
		22°C	75°C
200	0	0,52	2,17
	1	0,55	2,30
	2	0,6	2,31
	3	0,66	2,58
	5	0,68	2,89
	6,67	0,61	2,42
300	0	0,26	1,78
	1,2	0,37	1,8
	3	0,53	2,63
	5	0,63	2,85
	9,17	0,5	2,21