



УДК 622

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГИПСОЦЕМЕНТНЫХ ТАМПОНАЖНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ПОГЛОЩЕНИЙ В СКВАЖИНАХ



EXPERIENCE IN APPLICATION OF GYPSUM-CEMENT GROUTING MIXTURES FOR LOST CIRCULATION CONTROL

Искандеров Дашгын Элем оглу

доктор философии по техническим наукам,
вице-президент SOCAR
по вопросам транспортировки нефти,
газа и газового хозяйства,
Государственная нефтяная компания
Азербайджанской Республики (SOCAR),
Азербайджан
dashqin.iskandarov@socar.az

Аннотация. Рассмотрены результаты исследований свойств гипсоцементных тампонажных смесей. Описывается изменение основных технологических параметров смесей, а также при добавке в их состав гравийных (мелкая морская ракушка) наполнителей и реагентов для регулирования их свойств. Приводятся условные категории по интенсивности зон поглощения, рекомендации по соотношению основных компонентов гипсоцементной смеси для проведения тампонирувания в зонах поглощений. Рассмотрены способы доставки смеси к зоне поглощения в зависимости от интенсивности зон поглощения, глубины зоны поглощения и резки окна в колонне и т.д.

Ключевые слова: бурение, зона поглощения, тампонирувание, гипсоцементная смесь, гипсовый раствор, водо-твердое отношение, гравийный наполнитель, способ доставки смеси.

Iskenderov Dashgin Elem oglu

Doctor of Philosophy in Technical Sciences,
Vice-President of SOCAR for oil,
gas and gas transportation,
State Oil Company
of the Azerbaijan Republic (SOCAR),
Azerbaijan
dashqin.iskandarov@socar.az

Annotation. The results of experimental research work of features of gypsum-cement back fill mixtures is shown in article. Main technological parameters of back fill mixtures, also change of them with adding gravelly filler and regulators of properties to composition of them is recorded. Conditional scale by categories of intensity of zones of loss is given. Advices for plug of zones of loss, ratio of main components of gypsum-cement mixtures in respect of each other is recorded. Advices by look over delivery methods of back fill mixtures to zone of loss depends on zones of loss and depth of window locate in production casing and so on is given.

Keywords: drilling, zone of loss, plug, gypsum-cement mixture, gypsum mud, water-solid ratio, gravelly filler, delivery method of mixture.

Наиболее распространенным видом осложнений в скважинах при бурении, является поглощение промывочной жидкости. Поглощение промывочной жидкости не редко приводит к аварии в скважине, на ликвидацию которой тратятся значительные средства [1].

На старых площадях Азербайджана в скважинах, восстанавливаемых из бездействия методом резки и бурения второго ствола, наиболее распространенным видом осложнений также является поглощение промывочной жидкости.

Многолетний опыт при бурении, а также при бурении второго ствола показывает, что для ликвидации зон поглощений в основном применяются следующие способы: намыв инертных наполнителей; закачивание тампонажных смесей; намыв наполнителей с последующим закачиванием тампонажных смесей.

При вскрытии интервалов возможного поглощения, с целью вести к минимуму потери раствора, имеется ряд профилактических мер, одна из которых является, как было отмечено, ввод в буровой раствор разных наполнителей. Но не всегда удается ликвидировать поглощение или снизить его интенсивность вводом в буровой раствор наполнителей.

Для изоляции поглощающих каналов приходится провести специальные изоляционные – цементировочные работы.

Как известно для выбора способа изоляции зон поглощений необходимо определить коэффициент удельной приемистости, который в свою очередь определяется как отношение коэффициента приемистости к площади фильтрации поглощающего пласта. Этот коэффициент указывает на наличие в поглощающем пласте мелкопористых или среднепористых, трещиновато-кавернозных зон. В зависимости от наличия или отсутствия этих зон выбирается мероприятие по ликвидации поглощения. Закачивание тампонажных смесей необходимо проводить лишь в трещиновато-кавернозных зонах, так-как в этом случае фильтрационные каналы имеют большие размеры [2].

После определения интенсивности поглощения рассчитывают объем, состав и свойства тампонажной смеси, а также способ доставки смеси к зоне поглощения, глубину спуска цементировочных



труб, параметры режима проведения изоляционных работ, и самое главное, меры предосторожности заключающиеся безаварийной проведение изоляционных работ.

Качество применяемой тампонажной смеси для изоляции зон поглощения во многом зависит от состава и свойства смеси. Смесь должна обладать:

- достаточно хорошей растекаемостью, чтобы цементировочные насосы могли нормально качать ее, и чтобы во время транспортирования к месту поглощения она не теряла это свойство;
- плотность смеси должна быть не меньше плотности бурового раствора;
- начало схватывания смеси должно превышать на 20–25 % от общего времени установленного для проведения всех операций входящих в процесс цементирования;
- температура и давление имеющиеся в скважине не должны отрицательно влиять на свойства тампонажной смеси, т.е. она должна сохранять стабильность. При проведении анализа смеси, установленное время начала схватывания должно соответствовать указанным данным (температура и давление);
- после продавки смеси в зону поглощения, она должна быстро схватываться и приобретать за короткий срок достаточную прочность.

При выборе тампонажной смеси кроме уточненных сведений о поглощающем пласте, надо обязательно учитывать скважинные условия, а также опыт проведенных цементировочных работ. Для тампонируемых зон поглощений имеется много рецептов тампонажной смеси и в основном это быстросхватывающиеся смеси, в которых используется разные ускорители схватывания, такие как хлорсодержащие вещества, гипс, карбонат калия, поташ, жидкое стекло, каустическая и кальцинированная сода и др. Использование того или иного ускорителя зависит от температурной среды. Хлорсодержащие вещества и карбонат калия используется в основном при небольших положительных температурах. Реагенты-ускорители – поташ, каустическая и кальцинированная сода снижает прочность тампонажного камня при содержании их в смеси более 3 %. Также надо отметить, что, с этой целью при использовании кальцинированной соды с хлоридами может ухудшаться растекаемость тампонажной смеси.

Из перечисленных ускорителей схватывания самым недорогим и довольно эффективным является гипс. Применение гипса приемлемо только в том случае, если температурная среда не превышает 60 °С [3].

Для приготовления гипсоцементного раствора к сухому цементу добавляют гипс и перемешивают. После затворения этой смеси водой, сроки схватывания полученного гипсоцементного раствора отличаются очень малым временем. Поэтому применение его рекомендуется для перекрытия кавернозных поглощающих зон.

Для определения параметров тампонажной смеси и в зависимости от их результатов выбор технологии цементирования зон поглощений, в лаборатории НГДУ имени Г.З. Тагиева выполнялись работы, заключающейся в исследовании свойств гипсоцементных смесей, задачами которого являлось:

1. Определение основных технологических параметров гипсоцементной смеси (плотность, растекаемость, сроки схватывания), приготовленной с различным водо-твердым отношением и соотношением компонентов – цемента и гипса, в зависимости от температурной среды;
2. Определение влияния гравийных (мелкая морская ракушка) наполнителей на свойства исследуемых тампонажных смесей.
3. На основании материалов исследования, выбор рецепта тампонажной смеси и в зависимости от интенсивности поглощения способа доставки тампонажной смеси к зоне поглощения.

Для определения плотности исследуемой тампонажной смеси использовался прибор ареометр АБР-1. Сроки схватывания и пластическая прочность тампонажного раствора определялась по прибору «Игла Вика» (ИВ-2). Растекаемость раствора определялась по прибору конуса АзНИИ.

Для исследований использовался тампонажный портландцемент марки ПЦТ I-G-CC-2 ГОСТ 1581-96 (унифицированный API Spes 10A) плотностью 3200 кг/м³ и гипс ГОСТ 4013-82 плотностью 2600 кг/м³. В качестве жидкости затворения использовалась питьевая вода (плотность 1000 кг/м³, условная вязкость 15 с). В исходную смесь добавлялся наполнитель – гравий (ракушка) измельченном виде с размерами частиц 5,0–10,0 мм. А также реагенты ФХЛС, силикат натрия и калий (жидкое стекло).

При проведении экспериментальных исследований использовалось разное соотношение компонентов 1:5, 1:6, 1:10, 1:20.

Исследования выполнялись для базового гипсоцементного состава с водо-твердым отношением 0,6; 0,8; 1,0. Для каждого состава смеси опыты проводились сериями по 3 измерений.

Средние по результатам измерений значения параметров тампонажной смеси приведены в таблице.

Характер изменения плотности гипсоцементного раствора, показывает, что при увеличении водо-твердого отношения смеси с 0,6 до 1,0 плотность тампонажного раствора снижается. А также с уменьшением соотношения компонентов, плотность тампонажного раствора повышается.

Как было отмечено, одним из основных требований к тампонажным смесям для изоляции зон поглощения является – тампонажная смесь должна обладать хорошей текучестью и сохранять ее в процессе транспортирования к зоне поглощения. Как видно из таблицы, даже в соотношении компонентов 1:10 растекаемость гипсоцементного раствора очень мала и чуть меньше минимальной нормы (17,5 см).



Таблица – Сводные данные результатов измерения основных параметров гипсоцементной тампонажной смеси

№ серии опыта	Состав смеси (весовая доля компонента, гр.)	Соотношение компонентов	Водо-твердое отношение	Расстекаемость, см	Плотность, кг/м ³	Сроки схватывания смеси		Температура, °С
						начало, мин	конец, мин	
1	Гипс (40), цемент (200),	1:5	0,6	3	1,82	6	12	30
2	Гипс (40), цемент (200),	1:5	0,8	7	1,70	11	17	30
3	Гипс (33), цемент (200),	1:6	0,8	11	1,67	14	35	30
4	Гипс (20), цемент (200)	1:10	0,8	14	1,69	26	47	30
5	Гипс (20), цемент (200)	1:10	1,0	17	1,53	31	70	30
6	Цемент	–	0,5	23,4	1,84	170	260	50
7	Цемент (200), гравий 5 % (10)	1:20	0,5	22	1,78	145	230	50
8	Цемент (200), гравий 5 % (10) Жидкое стекло 3 % (6)	–	0,4	18	1,89	80	140	50
9	Цемент (200), гравий 5 % (10) Жидкое стекло 3 % (6)	–	0,5	21,5	1,77	110	190	50
10	Гипс	–	0,6	13	1,67	–	8	30
11	Гипс	–	0,8	19	1,57	3	12	30
12	Гипс	–	1,0	25	1,46	6	17	30
13	Гипс + ФХЛС (3 %)	–	0,6	14	1,67	10	19	50
14	Гипс + ФХЛС (3 %)	–	0,8	20	1,58	21	40	50
15	Гипс + ФХЛС (3 %)	–	1,0	25	1,47	42	65	50
16	Смесь: цем. раствора + гипсового раствора	№ серии 8 + № серии 13	–	10	1,82	14	28	50
17	Смесь: цем. раствора + гипсового раствора	№ серии 8 + № серии 14	–	12	1,80	21	40	50
18	Смесь: цем. раствора + гипсового раствора	№ серии 8 + № серии 15	–	14	1,77	30	68	50
19	Смесь: цем. раствора + гипсового раствора	№ серии 9 + № серии 13	–	11	1,73	28	45	50
20	Смесь: цем. раствора + гипсового раствора	№ серии 9 + № серии 14	–	14	1,70	34	60	50
21	Смесь: цем. раствора + гипсового раствора	№ серии 9 + № серии 15	–	17	1,62	35	90	50

Результаты измерения сроков схватывания показывают, что с увеличением водо-твердого отношения продолжительность времени до начала и конца схватывания смеси увеличивается. С ростом водо-твердого отношения начало и конец схватывания тампонажного раствора увеличивается. Добавка убыстряет переход раствора в фазу застывания.

Гипсовые растворы при водо-твердом отношении смеси 0,8 и 1,0 обладают соответственно высокой текучестью, но сроки схватывания существенно низкие и по этой причине применение его практически невозможно. С добавлением к раствору реагента-замедлителя схватывания и твердения (пластификатора) ФХЛС, сроки схватывания значительно увеличиваются.

Были рассмотрены смеси отдельных приготовленных цементного и гипсового раствора в зависимости от водо-твердого отношения и реагентов для регулирования их свойств, а также полученная смесь при их смешивании:

- цементный раствор при водо-твердого отношении 0,4 и 0,5 с добавкой наполнителя – морская ракушка (5 %) и ускорителя сроков схватывания и твердения – жидкого стекла (3 %);
- гипсовый раствор при водо-твердого отношении 0,6, 0,8, 1,0, с замедлителем схватывания и твердения ФХЛС (3 %).

Анализ смесей цементного раствора при водо-твердого отношении 0,4 и 0,5 с добавкой наполнителя – морская ракушка (5 %) и ускорителя сроков схватывания и твердения – жидкого стекла (3 %) и гипсового раствора при водо-твердого отношении 1,0, с замедлителем схватывания и твердения ФХЛС



(3 %) показала, что растекаемость ее соответственно 14 и 17 см, плотность 1,70 кг/м³ и 1,62 кг/м³, начало срока схватывания 34 и 45 минут, а конец 60 и 90 минут.

На первый взгляд, растекаемость и сроки схватывания смеси значительно ниже нормы, и закачка этой смеси по цементировочным трубам представляет не только трудности с ее текучестью, но имеется большая опасность застывания тампонажной смеси в трубах, т.к. начало срока схватывания явно мала учитывая ее закачку по цементировочным трубам и в зону поглощения.

С другой стороны, для ликвидации зоны поглощения малые сроки схватывания является основными показателями применяемого с этой целью быстрохватывающиеся смеси.

В этом случае способ доставки смеси к зоне поглощения имеет исключительно важную роль, которая дает возможность применения его – претворения в жизнь.

В зависимости от интенсивности поглощения тампонажные смеси на основе указанных материалов и доставка их к зоне поглощения выполняется разными способами.

По опыту резки и бурения второго ствола Нефтегазодобывающих Управлениях ПО «Азнефть» интенсивность поглощения можно условно разделить на несколько категорий:

1-я категория. Слабое поглощение. Во время бурения или промывки на забое, выход со скважины бурового раствора составляет 60–80 % закачиваемого. Струя выходящей жидкости стабильная.

2-я категория. Среднее поглощение. Во время бурения или промывки на забое, выход со скважины бурового раствора составляет 45–55 % закачиваемого. Струя выходящей жидкости стабильная.

3-я категория. Сильное поглощение. Во время бурения или промывки на забое, выход со скважины бурового раствора составляет 10–30 % закачиваемого. Струя выходящей жидкости стабильная.

4-я категория. Очень сильное поглощение. Во время бурения или промывки на забое, циркуляция бурового раствора очень незначительна, временами циркуляция прекращается, вновь появляется незначительно. Давление в насосе повышается-снижается, падает до нуля.

5-я категория. Катастрофическое поглощение. Во время бурения или промывки на забое, циркуляция бурового раствора полностью прекращается. Давление в насосе падает до нуля. Несмотря на закачку большого объема бурового раствора положение не меняется.

При 1-ой категории (слабое) поглощения, регулированием параметров бурового раствора или введением в буровой раствор наполнителей (опилок и др.) т.е. намывом наполнителей, удастся поглощение ликвидировать или намного снизить интенсивность поглощения, что дает возможность продолжить процесс бурения скважины.

Глинистый раствор и наполнитель смешиваются в глиномешалке и дозировкой – с ровной подачей по всему циклу закачиваются к циркулируемому в скважине раствору. При этом долото должно подниматься от забоя и находится немного выше зоны поглощения. Если расстояние между зоной поглощения и окна в колонне незначительное, рекомендуется чтобы долото находилось в пределах окна.

При 2-ой категории (среднее) поглощения, для ликвидации поглощения применяется тампонажная смесь – цементный раствор с добавленным наполнителем и в зависимости от глубины нахождения зоны поглощения и спуска цементировочных труб, возможно использование реагентов – ускорителей сроков схватывания и твердения. При этом инструмент должен находиться немного выше зоны поглощения.

При 3-5-ой категории (сильное, очень сильное, катастрофическое) поглощений, для ликвидации поглощения должны применяться быстрохватывающиеся смеси на основе портландцемента с добавлением наполнителя (морской ракушки) и возможно ускорителя сроков схватывания и твердения для цементного раствора, гипсового раствора и замедлителя сроков схватывания.

В зависимости от интенсивности (3, 4, 5) поглощения, глубины зоны поглощения и конкретных условий скважины (глубины нахождения окна, параметров глинистого раствора и др.) должны применяться тампонажные смеси, изготовленные по разным рецептам и способам доставки в зону поглощения.

При 3-ей категории (сильное) поглощения, для ликвидации поглощения должна применяться гипсоцементная смесь в соотношении компонентов 1:10, водо-твердым отношением 1,0. В зависимости от объема необходимой тампонажной смеси для ликвидации поглощения, возможно использование наполнителя (морской ракушки), реагента-замедлителя схватывания и твердения, одновременно являющегося пластификатором – ФХЛС.

При 4-ой и 5-ой категории (очень сильное, катастрофическое) поглощения, для ликвидации поглощения должен применяться отдельно приготовленный цементный раствор с наполнителем и с добавкой ускорителя сроков схватывания и твердения, и гипсового раствора с добавкой замедлителя сроков схватывания.

В зависимости от интенсивности поглощения тампонажные смеси на основе указанных материалов, доставка их к зоне поглощения выполняется разными способами.

Самым простым и распространенным способом, является приготовление на поверхности смешиванием компонентов быстрохватывающейся смеси (БСС) с помощью цементосмесительных машин и закачки ее по колонне цементировочных труб. Этот способ используется при 2-ой категории поглощения в том случае, если зона поглощения находится на не очень больших глубинах, т.е. начало схватывания смеси превышает время, необходимое для проведения операций по закачиванию ее в пласт на 20–25 %.



Если зона поглощения находится сравнительно на больших глубинах, целесообразно применять способ параллельной доставки компонентов БСС по двум каналам. По одному каналу – по трубному пространству закачивают цементный раствор с наполнителем, а по другому каналу – по затрубному пространству раствор ускорителя схватывания, т.е. раствора гипса затворенного на растворе замедлителя. При выходе из труб растворы перемешиваются, образуя в зоне поглощения БСС.

На рисунке 1 показан способ доставки компонентов БСС в зону поглощения.

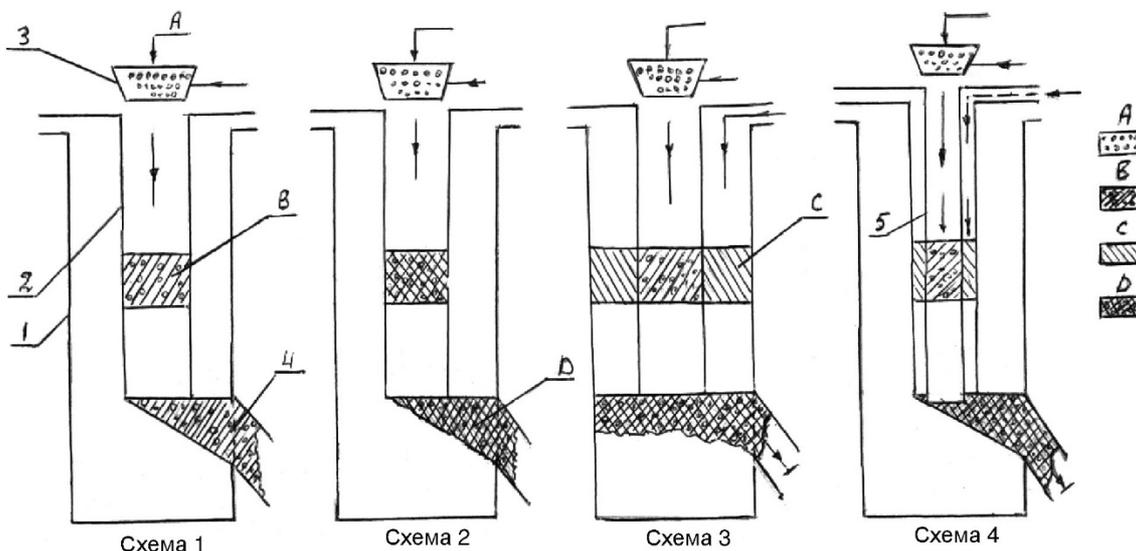


Рисунок 1 – Изготовление и доставка к зоне поглощения тампонажной смеси:

- 1 – 168 мм-ая эксплуатационная колонна; 2 – 114 (89) мм-ая колонна цементировочных труб;
- 3 – специальная воронка; 4 – окно; 5 – 73 мм-ая колонна цементировочных труб;
- A – наполнитель; B – цементный раствор с наполнителем; C – гипсовый раствор;
- D – гипсоцементный раствор с наполнителем

На схеме 1 отмечен способ доставки тампонажной смеси, при 2-ой категории (среднее) поглощения, т.е. тампонажная смесь (цементный раствор при необходимости с наполнителем) закачивается через внутреннее пространство заливочных труб.

На схеме 2 отмечен способ доставки тампонажной смеси, при 3-ей категории (сильное) поглощения. В этом случае гипсоцементная смесь с применением наполнителя и реагента ФХЛС, закачивается через внутреннее пространство заливочных труб.

На схеме 3 отмечен способ доставки тампонажной смеси, при 4-ой категории (очень сильное) поглощения. В этом случае тампонажная смесь состоит из двух отдельных составов с компонентами закачиваемых параллельно, через внутреннее пространство заливочных труб цементного раствора с наполнителем при необходимости с добавкой ускорителя сроков схватывания и твердения, а через затрубное пространство гипсового раствора с добавкой замедлителя сроков схватывания.

На схеме 4 отмечен способ доставки тампонажной смеси, при 5-ой категории (катастрофическое) поглощения. В этом случае для цементирования в скважину спускается 2-х рядные заливочные трубы.

Тампонажная смесь также состоит из двух отдельных составов с компонентами закачиваемыми параллельно, через внутреннее пространство заливочных труб 1-го ряда цементного раствора с наполнителем при необходимости с добавкой ускорителя сроков схватывания и твердения, а через кольцевое пространство – гипсового раствора с добавкой замедлителя сроков схватывания.

Обе смеси готовятся параллельно и одновременно (синхронно) закачиваются в скважину. Чтобы обе смеси одновременно достигли башмака, в зависимости от закачиваемых объемов регулируются с соответствующими подачами (производительностью) цементировочных агрегатов. При выходе из башмака тампонажные смеси смешиваются и образовавшейся быстросхватывающий гипсоцементный раствор продавливаются в зону поглощения.

При катастрофическом поглощении в зависимости от расстояния между окном и зоной поглощения, состава смесей и установленного конкретного условия в скважине продавку гипсоцементного раствора по стволу (после выхода из башмака цементировочных труб) надо производить с небольшими перерывами длящимся в несколько минут.

При низких скоростях нагнетания гипсоцементной смеси с наполнителем с периодическими остановками процесса, способствует быстрому структурообразованию смеси, в итоге – ускорению наращивания тампонажной корки. В конечном итоге, каналы утечки оказываются надежно изолированными.

В выборе варианта (3-я или 4-я) влияющим фактором кроме глубины расположения окна и зоны поглощения, является исключительно объемы трубного и затрубного пространства. Как известно,



объем кольцевого пространства меньше объема затрубного пространства. Поэтому при более низких значениях текучести и сроков схватывания смеси, рекомендуется выбирать 4-й вариант, т.к. время, затраченное на закачивание тампонажной гипсовой смеси по кольцевому пространству намного меньше, чем по затрубному пространству.

Применение в качестве наполнителя – морской ракушки, в сравнении с другими наполнителями имеет ряд преимуществ. С давних времен морская ракушка известна как хороший строительный материал. По форме она является сферической, выпуклой. Гипсоцементная тампонажная смесь в состав которой также входит морская ракушка, при продавке в зону поглощения, благодаря ее форме, несмотря на применение ее в крупно долбленном виде, собираясь в каналах утечек закупоривает их.

По сравнению с другими видами наполнителей затраты на приобретение этого наполнителя намного меньше, т.к. на берегу моря без всяких трудностей можно собрать морскую ракушку нужного размера.

Надо отметить, что анализы для определения свойств смеси проводятся в условиях статичного состояния, а в скважинных условиях при транспортировании к месту поглощения смесь находится в движении. Этот факт дает преимущество – дополнительную гарантию относительно измеренных технологических параметров таких как растекаемость, и начало срока схватывания.

Результаты проведенных исследований гипсоцементной тампонажной смеси позволили сформулировать следующие выводы:

1. При увеличении водо-твердого отношения с 0,6 до 1,0 плотность гипсоцементного раствора снижается. Соответственно с уменьшением соотношения компонентов, плотность раствора повышается.

2. Результаты измерения сроков схватывания показывают, что с увеличением водо-твердого отношения продолжительность времени до начала и конца схватывания смеси увеличивается.

3. Добавка наполнителя – морской ракушки убыстряет переход раствора в фазу загустевания. Морская ракушка, ввиду ее формы имеет более высокие закупоривающие свойствами по сравнению с другими наполнителями.

4. Растекаемость (текучесть) гипсоцементного раствора очень мала, даже в соотношении компонентов 1:10 немного меньше минимальной нормы.

5. Растекаемость гипсового раствора с увеличением водо-твердого отношения с 0,6 до 1,0 повышается, плотность снижается. С добавлением замедлителя схватывания и твердения ФХЛС (3 %) текучесть и сроки схватывания повышаются, плотность незначительно изменяется.

6. Гипсоцементные растворы – отдельно приготовленные цементный раствор при В/Т 0,4 и 0,5 с добавкой наполнителя – морская ракушка (5 %) и ускорителя сроков схватывания и твердения – жидкого стекла и гипсовые растворы В/Т 1,0 с замедлителем схватывания и твердения ФХЛС (3 %) с доставкой к зоне поглощения способом параллельной (по двум каналам) доставки компонентов может быть рекомендован для тампонирувания зон осложненных. Низкие показатели гипсоцементных растворов по растекаемости и сроку схватывания (быстрое загустевание смеси) свидетельствуют о высоких тампонирующих свойствах гипсоцементных смесей для тампонирувания этих зон и применение их вполне приемлемо, целесообразно т.к. смешение компонентов происходит после выхода их из залилочных труб – в открытом стволе скважины.

В настоящее время ведется подготовка к применению гипсоцементных растворов для ликвидации зон поглощения с учетом скважинных условий и способов доставки.

Литература

1. Пустовойтенко И.П. Предупреждение и ликвидация аварий в бурении. – М. : «Недра», 1973. – 312 с.
2. Серенко И.А., Сидоров Н.А., Кошелев А.Т. Повторное цементирование при строительстве и эксплуатации скважин. – М. : «Недра», 1988. – 263 с.
3. Булатов А.И. Тампонажные материалы и технология цементирования скважин. – М. : «Недра», 1982. – 296 с.

References

1. Pustovoitenko I.P. Prevention and elimination of accidents in drilling. – М. : «Nedra», 1973. – 312 p.
2. Serenko I.A., Sidorov N.A., Koshelev A.T. Recementing during construction and operation of wells. – М. : Nedra, 1988. – 263 p.
3. Bulatov A.I. Plugging materials and well cementing technology. – М. : Nedra, 1982. – 296 p.