

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ***Рожкова Оксана Владимировна***

аспирант, ассистент

Федоровская Виктория Аркадьевна

магистрант

Тюменский государственный нефтегазовый университет

г. Тюмень, Тюменская область

**ТАМПОНАЖНЫЙ ШЛАКОВОЙ РАСТВОР ДЛЯ
ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СКВАЖИН**

Аннотация: в статье анализируются результаты исследований, проведенных в лаборатории тампонажных материалов на базе кафедры БНиГС ТюмГНГУ. Автором изучены физико-механические свойства доменных шлаков, используемых как тампонажный материал в нефтегазовой промышленности. Сделаны выводы о возможности использования изученных шлаковых цементов в качестве тампонажного материала в нефтяных и газовых скважинах, где высокая температура отрицательно сказывается на долговечности портландцементного камня.

Ключевые слова: цементирование, тампонажный раствор, шлаковый раствор, доменный шлак, температура, затвердевание, структура, портландцемент, высокотемпературные скважины.

Создание долговечного канала связи пласт – устье является одной из основных и актуальных проблем при строительстве скважин. Особенно остро эта проблема стоит в отношении месторождений Севера Тюменской области, где активно ведется бурение глубоких скважин, в геологическом разрезе которых с глубиной значительно увеличиваются температура и давление. Цементный камень в условиях высоких температур со временем теряет свои прочностные характеристики, увеличивается его проницаемость, возникают межпластовые пе-

ретоки, межколонные давления, образуются техногенные залежи. Поэтому основное требование, предъявляемое к тампонажным материалам – термодинамическая устойчивость и сохранение структуры цементного камня.

Для высокотемпературных скважин в большинство тампонажных цементов добавляют металлургические шлаки, поскольку они имеют высокую гидравлическую активность, которая повышается с ростом температуры и, кроме того, их химический состав представлен такими же оксидами, содержащимися в портландцементном клинкере, а соответственно они принимают участие в кристаллообразовании при твердении цементного раствора. Одним из распространенных является доменный шлак [1, с. 44].

Доменный шлак – это неметаллический продукт, состоящий в основном из силикатов и алюминатов кальция. Он получается вместе со сталью (чугуном) в доменной печи в виде расплава и затем охлаждается. При быстром охлаждении водой, паром или воздухом образуется гранулированный шлак, при медленном – комовый. Доменные шлаки, давно применяемые в строительной практике, по химическому составу приближаются к портландцементному клинкеру, отличаясь от него обычно меньшим содержанием оксида кальция.

Свойства шлаковых цементов существенно отличаются от свойств портландцемента. При нормальных условиях шлаковые цементы очень медленно твердеют, однако с повышением температуры до 100 0С и выше процессы схватывания и твердения возрастают, и из шлакового цемента образуются плотные и прочные камни. При комнатной температуре 22 оС и нормальном атмосферном давлении сроки схватывания очень замедленны, а увеличение механической прочности происходит за большой промежуток времени, тогда как при повышенных температурах указанные процессы активизируются [3, с. 129].

Так, шлаковый раствор водошлакового отношения 0,6, плотности 1660кг/м³ и растекаемости по конусу АзНИИ 210 мм³, твердея при комнатной температуре, останется мягким в течение 5–6 сут.

На рис. 1а представлен шлаковый камень после 24 часов затвердевания при комнатной температуре. На рисунке 1б представлено водотделение шлакового раствора с водошлаковым отношением 0,6, через 30 минут после затворения. Оно составило примерно 2 см^3 воды, что допустимо для тампонажного раствора. Оно составило примерно 2 см^3 воды, что допустимо для тампонажного раствора.



Рис. 1. а) шлаковый камень при комнатной температуре, через 24 часа; б) водотделение шлакового раствора после 30 мин после затворения; в) шлаковый камень после испытания на сжатие

Увеличение температуры до $100\text{--}130^\circ\text{C}$ приводит к ускорению сроков схватывания и повышению механической прочности, рис 1в. Сроки схватывания растворов наступают через сутки, при температуре $140\text{--}180^\circ\text{C}$, и эти растворы пригодны для цементирования высокотемпературных скважин. Шлаковые растворы вызывают значительно меньшее, чем портландцемент, сгущение промывочных растворов. Поэтому для крепления высокотемпературных скважин, не рекомендуется использовать ПЦТ, который структура которого разрушается при повышенных температурах. Кроме того, доменный шлак на $10\text{--}15\%$ дешевле портландцемента, что соответственно приводит к удешевлению работ по цементированию скважин [2, с. 256].

Поэтому можно сделать вывод, что активный катализатор твердения шлаков – температура. При температурах выше 120°C , даже малоактивные минералы, способны к гидратации и твердению, поэтому основное применение шлаковые цементы находят при цементировании высокотемпературных скважин.

В таблице 1 приведены физико-механические показатели шлакового раствора.

Физико-механические свойства шлакового раствора

Параметры	Состав раствора, мас.ч (1,0ц+0,6в)		
Температура твердения, °С	22	100	160
Плотность, г/см ³	1,66	1,66	1,66
Растекаемость, мм	200	200	200
Водоотделение, %	1,8	1,8	18
Водоотдача, см/30 мин	35	35	35
Сроки схватывания, ч-мин (начало/конец)	48-00/109-00	2-50/23-25	1-45/18-00
Прочность при сжатии, МПа, 24 час.	-	4,3	5,26

Данные исследования были проведены с помощью весов рычажных БРП-1, конуса ИзНИИ КР-1, колбы стеклянной лабораторной 250 л, прибора ВМ-6, прибора «Игла Вика», машины для испытаний цемента на сжатие и изгиб Е160N и герметизированной камеры набора прочности модели 7370 производства Chandler Engineering.

Таким образом, проведенный анализ используемых шлаков и обоснование возможности получения устойчивого к действию высоких температур тампонажных материалов показывает, что наиболее оптимальным является использование доменных гранулированных шлаков.

Данные свойства дают возможность рекомендовать их к применению в качестве тампонажного материала в нефтяных и газовых скважинах, где высокая температура отрицательно сказывается на долговечности портландцементного камня.

Список литературы

1. Аксенова Н.А., Рожкова О.В., Федоровская В.А. К вопросу крепления высокотемпературных скважин. // Геология и нефтегазоносность Западно-Сибирского мегабассейна (опты, инновации): материалы девятой научно-технической конференции. – Т.1: ТюмГНГУ, 2014. – 44–49 стр.

2. Овчинников В.П., Аксенова Н.А., Овчинников П.В. Физико-химические процессы твердения, работа в скважине и коррозия цементного камня: Учеб. пособие для вузов. –Тюмень: Изд-во ТюмГНГУ, 2007. – 370 с.

3. Овчинников В.П., Аксенова Н.А., Рожкова О.В., Федоровская В.А. Использование доменных шлаков для повышения качества крепления высокотемпературных скважин. // Теоретические и прикладные аспекты современной науки: Сборник научных трудов по материалам III научно-практической конференции 30 сентября 2014; в 5 ч. – Белгород: ИП Петрова М.Г., 2014. – Часть I. – 127–132 стр.