

УДК 622.24

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЛЕГЧЕННОГО
ЦЕМЕНТНОГО РАСТВОРАЭ.М.Сулейманов¹, Э.Т.Сулейманов², В.А.Кузнецов¹¹Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,
НИИ «Геотехнологические Проблемы Нефти, Газа и Химии»

AZ1010 Баку, пр.Азадлыг,36, e-mail: eldar.suleymanov.1950@gmail.com; viateslav@rambler.ru

²SOCAR, Трест комплексных буровых работ, e-mail: e.t.suleymanov@gmail.com

В работе исследуется влияние добавки кремнегеля к цементному раствору для получения облегченного раствора. Опыты показали преимущества добавки кремнегеля по сравнению с такими облегчающими добавками как глина и трепел по механической прочности, адгезии с металлом и линейным изменениям. Исследованиями определено, что необходимой дозировкой является 20% добавки кремнегеля от веса сухого портландцемента.

Ключевые слова: тампонажный раствор, наполнитель, кремнегель, портландцемент, бентонит, трепел, адгезия

ВВЕДЕНИЕ

Широкое разнообразие условий при цементировании нефтяных и газовых скважин требует применения цементных растворов, весьма различных по своим свойствам. Применяя стандартные тампонажные портландцементы, можно регулировать свойства растворов лишь в весьма ограниченных пределах. Условия цементирования скважин потребовали разработки многочисленных специальных тампонажных цементов, позволяющих получать растворы с широким диапазоном свойств. Большинство специальных тампонажных цементов получается на основе портландцемента путем введения различных минеральных и органических добавок [1,2,3].

При цементировании часто необходимо применять облегченные растворы, плотность которых значительно меньше плотности чистых цементных растворов.

Облегченные тампонажные растворы применяются: а) если в разрезе скважины имеются поглощающие горизонты или пласты, склонные к гидроразрыву под действием повышенного гидростатического давления; б) если цементный раствор в затрубном пространстве скважины требуется поднять на большую высоту; в) для снижения затрат

на цементирование скважины в результате экономии высококачественного тампонажного цемента.

Растворы пониженной плотности получают при:

1) затворении растворов из тампонажного цемента с наполнителями, которые имеют значительно меньшую плотность (кокс, гильсонит), чем цемент, или обладают повышенной водопотребностью (бентонит, диатомит, опока);

2) использовании в качестве вяжущих материалов смол и пластмасс, имеющих значительно меньшую плотность, чем тампонажные цементы;

3) аэрировании растворов, приготовленных из тампонажных цементов.

Наиболее распространен первый способ приготовления облегченных растворов, а лучшая облегчающая добавка – бентонит, который дает возможность значительно повысить водоцементное отношение и тем самым снизить плотность раствора.

Так как физико-химические свойства облегчающих наполнителей влияют не только на тампонирующие свойства облегченных растворов, но и на процессы приготовления и продавливания их в затрубное пространство, важным

фактором является правильный выбор наполнителя.

Наполнители должны отвечать следующим требованиям:

- 1) иметь возможно меньшую плотность;
- 2) не должны содержать примесей, отрицательно влияющих на свойства вяжущего материала и жидкости, используемой для затворения;
- 3) иметь частицы размером не более 5 мм;
- 4) обладать возможно большей прочностью зерен (вспученный перлит, обожженный диатомовый песок);
- 5) иметь влажность не более 3%; 6) обладать стабильными физическими

свойствами (плотность, гранулометрический состав, удельная поверхность и др.);

- 7) быть сравнительно дешевыми и доступными для получения в требуемых количествах.

Легкие тампонажные растворы могут быть приготовлены: 1) смешением сухих компонентов вяжущих материалов с легкими наполнителями (или водопотребными добавками) с последующим затворением смеси водой; 2) затворением вяжущих материалов глинистым раствором, имеющимся на буровых, или специально приготовленным.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В данной работе исследуются цементные растворы с легким наполнителем. В качестве облегчающей добавки был взят кремнегель - отход Сумгаитского суперфосфатного завода, представляющий собой белый порошок плотностью 1800-1900 кг/м³, на 80% состоящий из соединения $m\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Кремнегель обладает высокой химической активностью (способностью связывать CaO), а его растворимость в щелочной среде в десятки раз выше, чем у известных кремнеземсодержащих добавок (диатомита, трепела, опоки, золы). Введение кремнегеля позволяет получить стабильные растворы с плотностью до 1400 кг/м³ (табл. 1,2). Несмотря на некоторое замедление сроков схватывания тампонажных растворов с добавками кремнегеля, он имеет лучшие показатели по прочности и адгезии с металлом при температурах 22⁰С и 75⁰С. Линейные изменения цементного камня из кремнегеля также показали наилучшие результаты - 0%, т.е. не происходит усадки цементного камня при твердении, а значит, повышается герметичность зацементированного затрубного пространства скважины.

Проведенные физико-механические испытания исследуемых составов после месячного твердения в водной среде при комнатной температуре (22⁰С) показали, что эти образцы сохраняют свои прочностные характеристики с максимумом в 7-суточном возрасте в различной среде (5%-ные растворы Na₂SO₄, MgCl₂ и пластовая вода с пл. Бинагады).

Это происходит потому, что гелеобразная фаза, присутствующая в большинстве образцов, обеспечивает подвижное соединение кристаллов в более эластичную пространственную структуру, амортизируя тем самым внутреннее напряжение [4].

Т.о., сравнение применяемых облегченных тампонажных составов с разработанным показало его преимущество по механической прочности, адгезии, линейным изменениям. Опыты показали, что необходимой дозировкой является 20%-ная добавка кремнегеля от веса сухого портландцемента. Использование такого состава внесет определенный вклад в решение проблемы качественного цементирования нефтяных и газовых скважин с АНПД.

Табл.1. Физико-механические показатели тампонажного раствора и камня с облегчающими добавками

Состав	В/Ц	Плотность, кг/м ³	Растекание, см	Температура, °С	Сроки схватывания час-мин.		Водоотстой, %	Адгезия к металлу, МПа	Линейные изменения, %
					начало	конец			
Портландцемент	0.5	1820	23	75	1-55	2-50	2.5	0.11	-0.4
Портландцемент + 20% бентонит.глина	0.8	1550	19	22	5-10	7-30	2.0	0.06	-0.2
Портландцемент + 30% бентонит.глина	0.9	1460	18.5	75	2-50	4-10	3.0	0.09	-0.1
Портландцемент + 20% трепел	0.8	1590	24	22	5-40	7-50	3.5	0.05	-0.2
Портландцемент + 30% трепел	0.9	1480	25	75	2-45	4-15	4.5	0.08	-0.1
Портландцемент + 10% кремнегель	0.8	1610	24	22	4-50	7-10	2.0	0.08	0
Портландцемент + 20% кремнегель	0.8	1530	25	22	5-00	7-20	1.5	0.09	0
Портландцемент + 30% кремнегель	0.9	1430	26	75	2-40	4-00	1.0	0.18	0

Табл. 2. Механическая прочность образцов тампонажного камня, твердеющих при 22⁰С (1-суточный образец твердел при 75⁰С)

Состав	Плотность, кг/м ³	Прочность на сжатие, МПа через сутки										
		1			7			28				
		вода	вода	пласт. вода	вода	пласт. вода	Na ₂ SO ₄	MgCl ₂	вода	пласт. вода	Na ₂ SO ₄	MgCl ₂
Портландцемент	1820	4.6	6.1	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.3	6.3	6.3	6.3
Портландцемент + 20% бентонит. глина	1550	3.7	5.1	5.0	5.0	5.0	5.0	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
Портландцемент +30% бентонит. глина	1460	3.5	4.9	4.8	4.7	4.8	4.8	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Портландцемент +20% трепел	1590	3.8	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
Портландцемент + 30% трепел	1480	3.7	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
Портландцемент + 10% кремнегель	1530	4.3	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9
Портландцемент + 30% кремнегель	1430	4.3	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	5.9

REFERENCES

1. Calata G., de Montmollth V., Hayman A., Hutin R. et al. Modernizing Well Cementation Design and Evaluation. *Oilfield Review* 3, 1991, no. 2 (april), p. 55-71.
2. Cementing Product Catalog, 2006, Schlumberger Oilfield Services, 300 Schlumberger Drive, Sugar Land, TX 774784 USA, p. 2-15.
3. Halliburton cementing tables. 2004, Halliburton services. Duncan, OK 73536, USA, p. 51-67.
4. Kuznetsova T.V. Aluminate and sulfoaluminate cements. Moscow, 1986, p.208.

DEVELOPMENT AND RESEARCH INTO LIGHTENED CEMENT SOLUTION

E.M.Suleymanov, E.T.Suleymanov, V.A.Kuznetsov

¹Azerbaijan State University of Oil and Industry,
Research institute "Geotechnological Problems of Oil, Gas and Chemistry"
Azadlig Ave.,36, AZ1010 Baku, Azerbaijan Republic
e-mail: eldar.suleymanov.1950@gmail.com; viateslav@rambler.ru
²SOCAR, Trust of Complex Borings, e-mail: e.t.suleymanov@gmail.com

The paper examines effect of silica-gel additives on cement solution to get lightened solution. Experiences demonstrated advantages of silica-gel additives as compared with such lightening additives as clay and bergmeal, - by their mechanical durability, adhesion with metal and linear changes. Researches helped to specify that 20 % of silica-gel additive per a unit of dry Portland-cement weight is a necessary dosage.

Keywords: grouting mortar, filler, silica-gel, Portland-cement, bentonite, bergmeal, adhesion.

YÜNGÜLLƏŞDİRİLMİŞ SEMENT MƏHLULUN HAZIRLANMASI VƏ TƏDQIQI

E.M.Süleymanov, E.T.Süleymanov, V.A.Kuznetsov

¹Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
AZ1010 Bakı, Azadlıq pr.36, e-mail: eldar.suleymanov.1950@gmail.com; viateslav@rambler.ru
²SOCAR, Kompleks Qazma İşləri Tresti
AZ 1033 Bakı, Ağa Neymətulla küç., 105; e-mail: e.t.suleymanov@gmail.com

İşdə yüngülləşdirilmiş sement məhlulu almaq üçün kremnegel əlavələrinin təsiri tədqiq olunmuşdur. Göstərilmişdir ki, mexaniki davamlılığa, metalla adgeziyaya görə gil və trepellə müqayisədə kremnegel daha üstündür. Təcrübələr nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, yüngülləşdirilmiş sement məhlulu almaq üçün əlavə olunan kremnegelin miqdarı quru potrlandsementin çəkisinin 20% təşkil edir.

Açar sözlər: tamponaj məhlulu, doldurucu, kremnegel, potrlandsement, bentonit, trepel.

Поступила в редакцию 11.06.2016.