

Экспериментальное исследование процесса набухания пакера при цементировании

О.К. Мамедбеков, Д.Т.Н.

MMS HOLDINGS GROUP, Houston, TX, USA

e-mail: Omamedbekov@hotmail.com

Ключевые слова: минипакер, обсадная колонна, цементирование, проблемные зоны.

Sementləmə zamanı pakerin şişməsi prosesinin eksperimental tədqiqi

O.K. Məmmədbəyov, t.e.d.

MMS HOLDINGS GROUP, Houston, TX, USA

Açar sözlər: minipaker, qoruyucu kəmə, sementləmə, problemli hissələr.

Keyfiyyətsiz sementləmə müxtəlif mürəkkəbləşmələrlə nəticələnir. Bu zaman yaranan problemlər qoruyucu kəmərin problemli hissələrində şişən pakətlərin yerləşdirilməsi ilə həll oluna bilər.

Məqalədə minipakətlərin sementdə şişməsi prosesinin eksperimental öyrənilməsinin nəticələri verilir və sementləmə keyfiyyətinin artırılması məqsədilə onlardan istifadənin mümkünlüyü qeyd edilir.

Experimental investigation of packer swelling process in cementing

O.K. Mamedbekov, Dr. in Tech. Sc.

MMS HOLDINGS GROUP, Houston, TX, USA

Keywords: minipacker, casing string, cementing, kick zones.

Poor cementing leads to the various complications. The great majority of the issues occurring consequently may be solved via the installation of swelling packers in the kick zones of casing string.

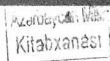
The paper presents the experiment results on the study of swelling process of water-reacting minipackers in the cement and the feasibility of their usage to improve cementing quality.

Введение

Цементирование является основным методом изоляции затрубного пространства при креплении нефтяных и газовых скважин. Некачественное цементирование может быть причиной различного рода осложнений и аварий в процессе последующего бурения и эксплуатации скважин. В частности, отсутствие надлежащей изоляции затрубного пространства может привести к проникновению воды из водоносных пластов в эксплуатационную колонну, потере добычи в результате заколонных межпластовых перетоков, миграции газа и др.

Другим критическим аспектом является цементирование обсадных колонн в наклонных и горизонтальных скважинах. Эксцентричное расположение обсадных колонн в стволе скважины и, как следствие, асимметричная геометрия потока приводит к низкому качеству вытеснения бурового раствора цементным и возникновению, так называемых, "мертвых зон".

В процессе длительной эксплуатации скважины цементный камень подвергается знакопеременным нагрузкам, вызванным проведением опрессовок для определения целостности обсадной колонны, операций по гидроразрыву и др. Кроме этого, после ввода скважины в эксплуатацию повышение температуры может привести к стрессу цементного камня и, как следствие, к появлению в нем трещин и микротрещин.



Многие проблемы некачественного цементирования, связанные с отсутствием надежной изоляции затрубного пространства могут быть решены путем установки набухающих пакеров в "проблемных" зонах обсадной колонны [1-3].

В статье приводятся результаты экспериментов по изучению процесса набухания водореагирующего минипакера в цементе и возможность использования набухающих пакеров для повышения качества цементирования.

Эксперимент № 1

Минипакер был собран из трех водореагирующих набухающих элементов. По границам были расположены ограничительные кольца и вся конструкция была стянута гайками.

Параметры минипакера представлены в таблице.

Минипакер			Ограничительное кольцо		
Диаметр, мм		Толщина резинового элемента, мм	Длина, мм	Диаметр, мм	
наружный	внутренний			наружный	внутренний
29,02	6,00	11,46	37,40	31,75	7,30

Водореагирующий минипакер был помещен в пластиковый цилиндр, имитирующий ствол скважины, залит водой и оставлен на 24 ч (время спуска в скважину) при температуре 60 °С (рис. 1).

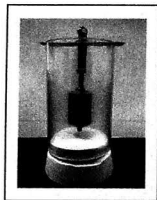


Рис. 1. Водореагирующий минипакер, помещенный в пластиковый цилиндр

Через 24 ч были проведены замеры наружного диаметра пакера. За время нахождения минипакера в воде с температурой 60 °С он увеличился в диаметре на 1.85 мм и составил 30.87 мм.

Далее был приготовлен цементный рас-

твор плотностью 1820 кг/м³ путем смешения тампонажного цемента с водой.

Минипакер в пластиковом цилиндре был залит приготовленным цементным раствором. При этом цементный раствор находился на уровне 5 мм ниже верха минипакера (это было сделано для сравнения процесса набухания в цементе и выше него).

Пластиковый цилиндр с минипакером в цементном растворе был вновь помещен в водяную баню на 24 ч при температуре 60 °С. Через 24 ч минипакер в затвердевшем цементе был извлечен из водяной бани. Затвердевший цемент представлял собой однородную массу без каких-либо трещин (рис. 2).

Были проведены замеры наружного диаметра верхней части минипакера, выступающей на 5 мм выше уровня затвердевшего цемента. За 24 ч нахождения минипакера при температуре 60 °С он увеличился в диаметре на 1.61 мм и составил 32.48 мм.

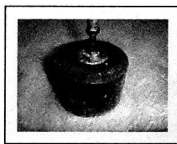


Рис. 2. Минипакер в затвердевшем цементе, извлеченный из водяной бани

Минипакер был извлечен из затвердевшего цемента, произведены визуальный осмотр внутренней поверхности цемента и замер его диаметра (рис. 3). Он составил 31.37 мм, что свидетельствует о том, что минипакер продолжил набухание в цементном растворе еще в течение 6.5 ч до полного затвердения цемента.

Далее минипакер был вновь помещен в цементный камень таким образом, чтобы его верхняя часть выступала над уровнем цементного камня на 10 мм (рис. 4). Таким образом верхние 5 мм выступающей части пакера находились в соприкосновении толь-

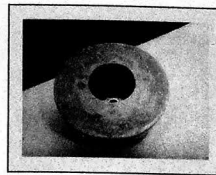


Рис. 3. Затвердевший цемент после извлечения минипакера



Рис. 4. Минипакер, вновь помещенный в цементный камень (верхняя часть выступает над уровнем цементного камня)

ко с водой, а нижние 5 мм – первые 24 ч с водой, а потом с цементным раствором.

Минипакер с цементным камнем был вновь помещен в водяную баню при температуре 60 °С. В дальнейшем в течение трех недель каждые 24 ч производились замеры верхней части (5-мм зона, соприкасающаяся с водой – OD1) и нижней части (5-мм зона, соприкасающаяся с цементным раствором – OD2) минипакера, выступающей над цементным камнем. OD3 – диаметр минипакера в цементе. Кривые набухания пакера приведены на рис. 5.

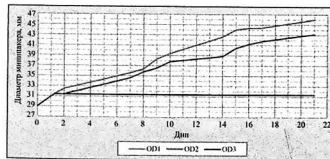


Рис. 5. Кривая набухания минипакера

Эксперимент № 2

В данном эксперименте минипакер был собран из четырех водореагирующих набухающих элементов. Минипакер, аналогично

эксперименту № 1, был помещен в пластиковый цилиндр, залит водой и помещен на 24 ч (время спуска в скважину) в водяную баню при температуре 60 °С. Через 24 ч были проведены замеры наружного диаметра минипакера, среднее значение которого составило 30.76 мм (за 24 ч минипакер увеличился в диаметре на 1.74 мм).

Далее минипакер был помещен в пластиковый цилиндр и прижат к его стенке. Между минипакером и стенкой цилиндра была установлена резиновая полоска (рис. 6). Пластиковый цилиндр был залит цементным раствором плотностью 1.82 кг/м³. Резиновая полоска обеспечила неполное заполнение цементным раствором пространства вокруг минипакера, т.е. имитировала "некачественное" цементирование.

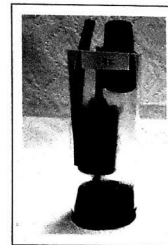


Рис. 6. Минипакер, помещенный в пластиковый цилиндр (между стенкой цилиндра и минипакером установлена резиновая полоска)

Пластиковый цилиндр с минипакером в цементном растворе был помещен в водяную баню при температуре 60 °С.

Через 24 ч минипакер в затвердевшем цементе был извлечен из водяной бани (рис. 7). Резиновые полоски были извлечены из цемента.

Далее минипакер в затвердевшем цементе был помещен в водяную баню, где поддерживалась постоянная температура 60 °С. При этом ежедневно проводилось визуальное наблюдение за процессом набухания пакера. Было замечено, что пакер набухает и постепенно перекрывает зазор в цементе. На восьмой день минипакер полностью перекрыв зазор в цементном камне (рис. 8).



Рис. 7. Минипакер в затвердевшем цементе, извлеченный из водяной бани (резиновые полоски извлечены из цемента)

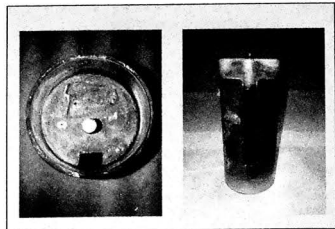


Рис. 8. Минипакер, полностью перекрывающий зазор в цементном камне

Цементный камень не был разрушен при набухании пакера, трещин в цементном камне обнаружено не было.

Выводы

Проведенная серия экспериментов позволила сделать следующие выводы.

1. Процесс набухания пакера при цементировании можно разбить на следующие этапы:

- в процессе спуска колонны до требуемой глубины,
- в цементном растворе,
- набухание и заполнение пустот, трещин и пор после затвердения цемента (при некачественном цементировании).

2. Эксперименты показали, что цемент-

ный камень, образующийся вокруг набухающего пакера, имеет однородную структуру без каких-либо трещин. Таким образом, набухающий пакер не оказывает влияния на качество цементного камня и не разрушает его структуру.

3. Соприкосновение с цементным раствором не изменяет способность резинового элемента пакера к набуханию. Следовательно, пакер может заполнять пустоты, образующиеся в цементном камне при некачественном цементировании.

4. Набухающие пакеры имеют большую перспективу для повышения качества цементирования в проблемных зонах, например, для изоляции водоносных пластов, зоны башмака обсадной колонны и др.

Список литературы

1. *Use of Swellable Elastomers to Enhance Cementation in Deep Water Applications.* – B. Brooks, T. Davis, F. DeLuca (TAM). – Deep Offshore Technology Conference, Houston, TX, 2008.
2. *Swelling Elastomers Set to Supersede Cement in Well Completions – Offshore*, 2008, v. 68, No 10.
3. *Preventing Annular Water Flow in Primary Cement Jobs Utilizing Swellable Packers.* – S.F. Takhodinov, N.G. Ibragimov, R.S. Khisamov, R.R. Ibatullin, R.K. Mitchell (Tatneft), T.W. Davis (TAM), SPE 160478, 2012.

References

1. *Use of Swellable Elastomers to Enhance Cementation in Deep Water Applications.* – B. Brooks, T. Davis, F. DeLuca (TAM). – Deep Offshore Technology Conference, Houston, TX, 2008.
2. *Swelling Elastomers Set to Supersede Cement in Well Completions – Offshore*, 2008, v. 68, No 10.
3. *Preventing Annular Water Flow in Primary Cement Jobs Utilizing Swellable Packers.* – S.F. Takhodinov, N.G. Ibragimov, R.S. Khisamov, R.R. Ibatullin, R.K. Mitchell (Tatneft), T.W. Davis (TAM), SPE 160478, 2012.