



СОСТАВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ И ДОЛГОВЕЧНЫХ РЕМОНТНО-ИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ MC-ROCK

ЧЕСНОКОВ Дмитрий Владимирович
Продакт-менеджер по технологиям
твердеющих составов ГК «Миррико»,
chesnokov_d_v@mirrico.com



МИРРИКО
ГРУППА КОМПАНИЙ

Для повышения эффективности ремонтно-изоляционных работ (РИР) к рабочим составам предъявляются следующие требования: высокая проникающая способность, повышенные прочностные характеристики, хорошая адгезия к металлу обсадной трубы, легкость приготовления состава на скважине, возможность сохранения привычного технологического процесса закачки, высокая безопасность проведения работ, минимальное воздействие на окружающую среду.

Специалисты ГК «Миррико» разработали линейку рецептур составов MC-Rock для проведения высококачественных и долговечных РИР. Широта линейки входящих в составы компонентов гарантирует получение оптимальных свойств цементного камня и раствора.

В предлагаемой Вам вниманию статье представлены результаты тестирования составов на наличие заявленных свойств, включая сравнение проникающей способности составов MC-Rock и тампонажных растворов на основе цемента марки G на насыпной модели трещиноватого коллектора.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ

Проблема притока воды в скважины не теряет своей актуальности, причем не только для скважин, находящихся в эксплуатации, но и для только что вышедших из бурения. Резко возрос объем вводимых в эксплуатацию скважин, требующих ремонта из-за прорыва подошвенных вод, поступления воды из близко расположенных к продуктивной зоне водонасыщенных пластов. Около 20% общего числа скважин осложненного фонда приходится на скважины с межпластовыми перетоками, что, как правило, связано с некачественным первичным цементованием. Фонд скважин, дающих обводненную продукцию сразу же после освоения, составляет 15 – 20% и более. В результате почти в два раза увеличиваются темпы обводнения разрабатываемых месторождений, резко сокращаются сроки их безводной эксплуатации. Среднегодовая обводненность добываемой в России нефти превысила 82%, несмотря на массовое исключение из работы высокообводненных скважин. Многие скважины эксплуатируются с обводненностью 98 – 99%.

Анализ работы скважин, переведенных на механизированный способ эксплуатации, показывает, что в 70 – 90% случаев в результате прорыва подошвенных или посторонних вод резко возрастает обводненность и снижается добыча нефти. Более 89% работающих скважин эксплуатируются насосным способом главным образом из-за обводнения скважин.

При форсировании добычи нефти или газа, например, при увеличении депрессии на пласт, происходит активизация водопроявлений, часто сопровождаемых выносом породы. Эта проблема особенно актуальна на месторождениях, разрабатываемых с применением заводнения, при наличии хорошей гидродинамической связи нагнетательных и добывающих скважин.

На месторождениях, где вследствие строения продуктивного пласта будет добываться обводнен-

ная продукция, своевременное проведение водоизоляционных работ может быть более рентабельным, чем строительство новой скважины, которая через некоторое время неизбежно начнет обводняться.

По мере обводнения основных нефтяных месторождений для поддержания плановой добычи нефти появляется необходимость в разработке средних и мелких месторождений. В ряде случаев данные месторождения характеризуются сложным геологическим строением, низким коэффициентом нефтеотдачи, высоким газовым фактором, наличием асфальтосмолопарафиновых (АСПО) и гидратопарафиновых отложений, высокой пластовой температурой (100°C и более) и т.д. В свою очередь низкая технологическая и экономическая эффективность РИР обусловлена отсутствием высокоэффективных тампонажных составов для условий высоких пластовых температур.

Повсеместное использование для водоизоляционных работ цементных растворов как наиболее доступных и дешевых не может быть эффективным из-за их физико-химических свойств. К ним относятся низкая фильтруемость вследствие дисперсности цементов; высокая плотность, которая может вызвать поглощение цементных растворов и автогидролиз пласта; высокая фильтратоотдача; низкая механическая и ударная прочность (растрескивание цементного камня при повторной перфорации, создании депрессии); низкая коррозионная стойкость и др. Все это обуславливает или неуспешность мероприятий, или малый межремонтный период работы скважин.

Рентабельность водоизоляционных работ определяется основным экономическим фактором – количеством дополнительно добытой нефти, достаточным для того, чтобы окупить затраты на РИР и получить прибыль. При этом технологическая задача состоит в ограничении поступления воды [1].

ТРЕБОВАНИЯ К ТАМПОНАЖНОМУ СОСТАВУ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РИР

Для проведения РИР применяются различные технологии, к которым предъявляется ряд общих требований, обеспечивающих качественное выполнение работ:

- высокая проникающая способность;
- повышенные прочностные характеристики;
- высокие показатели адгезии к металлу обсадной трубы;
- легкость приготовления состава на скважине;
- возможность сохранения привычного технологического процесса закачки;
- высокая безопасность проведения работ;
- минимальное воздействие на окружающую среду.

Представленные в настоящее время на рынке технологии не удовлетворяют в полной мере всем указанным требованиям. В этой связи был разработан и запатентован новый состав MC-Rock для проведения РИР, который соответствует всем перечисленным требованиям.

Рис. 1. Процесс фильтрации цемента марки G под давлением 6 МПа через кварцевый песок, имитирующий высокопроницаемый коллектор



Даже под давлением цемент не проникает в коллектор, отфильтровывается только вода, содержащаяся в цементе

ЛИНЕЙКА РЕЦЕПТУР ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВА

Каждая из рецептур предлагаемого состава представляет собой нетоксичный органоминеральный компаунд (смесь нескольких реагентов), который смешивается с технической водой и затвердевает с течением времени, образуя твердый камень, обладающий высокими прочностными характеристиками. Рецептуры состава MC-Rock адаптированы для любых типов скважин в температурном диапазоне от 10 до 160°C (статическая температура в интервале проведения ремонта). Эффективность рецептур составов MC-Rock обусловлена специальным подбором под различные баротермальные скважинные условия. Основным критерий подбора – статическая температура в той зоне ствола скважины, где предполагается проведение ремонта.

Рецептуры составов делятся на три подкласса:

- Класс низкотемпературных рецептур (Light Temperature, LT) для проведения работ при статических скважинных температурах от 10 до 40°C.
- Класс среднетемпературных рецептур (Middle Temperature, MT) для проведения работ при статических скважинных температурах от 40 до 90°C.
- Класс высокотемпературных рецептур (High Temperature, HT) для проведения работ при статических скважинных температурах от 90 до 160°C.

КОМПОНЕНТЫ, ВХОДЯЩИЕ В СОСТАВ РЕЦЕПТУР

Каждая рецептура состава MC-Rock подбирается индивидуально под конкретную скважину. Рецептуры составов могут включать следующие компоненты.

Rock Base – основа для приготовления состава, формирует кристаллическую решетку. Данный компонент полностью растворим в технической воде.

Rock MO (-L, -M, -H) – основа для приготовления состава, твердая фаза. Данный компонент не растворим в технической воде, вводится последним, с момента его ввода запускается химическая реакция взаимодействия всех компонентов с дальнейшим загустеванием и твердением, что в итоге приводит к образованию цементного камня. Величина зерна данного компонента составляет от 3 до 7 мкм, что сопоставимо с величиной зерна микроцементов.

Rock MS – добавка для ускорения перехода состава из жидкого состояния в твердое. Данный компонент полностью растворим в технической воде, вводится в том случае, если необходим быстрый переход состава от жидкого состояния к состоянию камня (например, при большой приемистости интервала ремонта), данный переход может занять меньше 3-5 минут.

Rock Ex марки L – добавка для регулирования сроков схватывания. Данный компонент полностью растворим в технической воде, ввод данной добавки увеличивает время начала загустевания, схватывания и твердения составов. С помощью изменения концентрации данной добавки от 0,1 до 5% можно увеличивать время загустевания от 30 мин до нескольких часов. Данный компонент применяется для составов, используемых при статических температурах в скважинах до 120°C.

Rock Ex марки H – добавка для регулирования сроков схватывания. Данный компонент полностью растворим в технической воде, его ввод увеличивает время начала загустевания, схватывания и твердения составов. Данный компонент применяется для составов, используемых при статических температурах в скважинах свыше 120°C.

Rock CC-Z – неорганическая добавка для регулирования реологических характеристик состава. Данный компонент не растворяется в воде, величина зерна составляет 1-3 микрон. Rock CC-Z применяется при необходимости повышения реологиче-

ских свойств состава с сохранением проникающей способности раствора. Состав с более высокими реологическими свойствами необходим в случае большой приемистости интервала ремонта, это затрудняет выход состава из зоны ремонта на поглощение. Неорганическая природа компонента выбрана для того, чтобы обеспечить одинаковую реологию как при температурах 10-20°C, так и при 120-160°C.

Atren Cem Premium – понизитель фильтрации, регулятор реологических свойств. Данный компонент полностью растворяется в технической воде и применяется для того, чтобы раствор мог образовывать фильтрационную корку, препятствующую отфильтровыванию необходимой для образования камня жидкости из раствора в случае наличия поглощающих интервалов в зоне ремонта. Такое приобретенное качество у раствора позволяет сформировать камень с наилучшими характеристиками. Ввод данного компонента обеспечивает получение значений фильтрации от 20 до 100 мл за 30 мин, измеренных по методике API.

Рис. 2. Процесс фильтрации состава MC-Rock без воздействия избыточного давления через кварцевый песок, имитирующий высокопроницаемый коллектор



Видно, что даже без воздействия избыточного давления состав проникает внутрь коллектора

Рис. 3. Процесс фильтрации состава MC-Rock под давлением 6 МПа через кварцевый песок, имитирующий высокопроницаемый коллектор



Видно проникновение вглубь коллектора состава, что впоследствии обеспечит высокое качество РИР

Atren Firm – упрочняющая добавка. Данный компонент полностью растворяется в технической воде и применяется для того, чтобы в случае необходимости увеличить прочность камня на сжатие и изгиб до 50 и 15 МПа соответственно.

Atren LB – добавка для облегчения состава. Данный компонент не растворяется в воде, служит для облегчения состава до плотности 1,2-1,4 г/см³ (подобраны соответствующие рецептуры состава). Ввод данной добавки ухудшает проникающую способность состава.

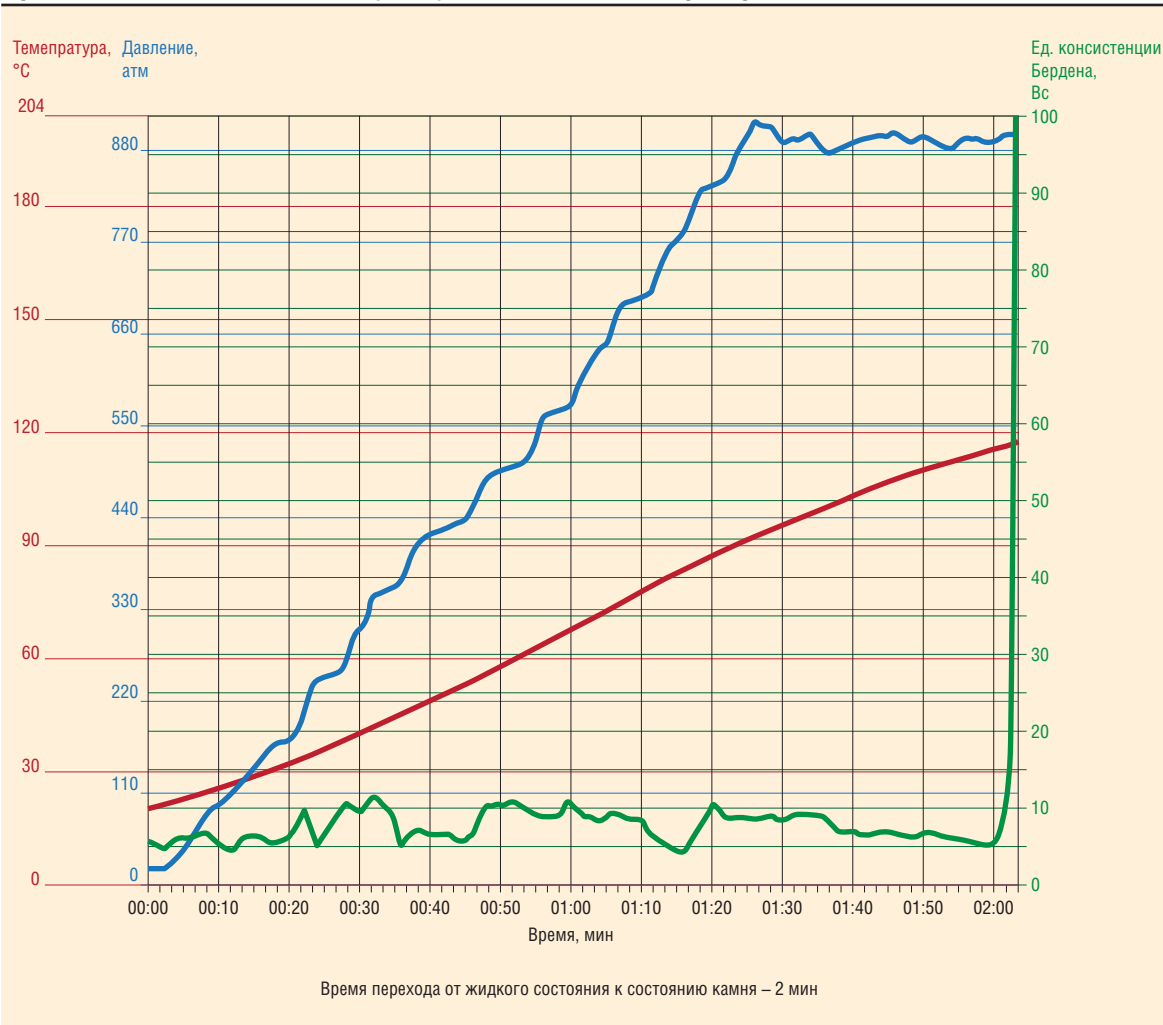
Atren Heft – добавка для утяжеления состава. Данный компонент не растворяется в воде и служит для утяжеления состава до плотности 2,0-2,4 г/см³ (подо-

Рис. 4. Камень состава MC-Rock с различной степенью загрязнения раствором на углеводородной основе



1 – без загрязнения
2 – с 10% загрязнением
3 – с 30% загрязнением
4 – с 50% загрязнением

Рис. 5. График загустевания состава MC-Rock под воздействием температуры и давления, имитирующий процесс закачки состава в скважину, полученный на консистометре марки СТЕ



ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ

Высокая проникающая способность. Максимальная величина зерна в компонентах рецептур составов составляет 5 микрон и сопоставима с величиной зерна микроцементов. Разница в проникающей способности технологии составов по сравнению с цементом показана на рис. 1-3.

Низкая плотность раствора. Стандартная плотность раствора различных рецептур составов MC-Rock составляет 1,6-1,65 г/см³, что позволяет оказывать меньшее давление на пласты в ремонтируемом участке скважины. Данное свойство позволяет проводить работы с применением состава даже при высокой приемистости в интервале ремонта, кроме того, плотность может быть дополнительно снижена до значений 1,2-1,4 г/см³ вводом облегчающей добавки Atren LB.

Высокие прочностные характеристики. Стандартная прочность для любой рецептуры составов MC-Rock — 30 МПа на сжатие и 10 МПа – на изгиб после 24-ч выдержки. В случае необходимости прочность может быть увеличена до 35-40 МПа и даже до 50 МПа вводом упрочняющей добавки Atren Firm. Микроцементы не способны достичь таких прочностных характеристик.

Составы MC-Rock обладают возможностью схватываться даже при 50%-ном загрязнении пластовыми флюидами, в том числе на углеводородной основе. Данное свойство позволяет добиться высокого качества РИР даже на границе цемент / стенки скважины. На рис. 4 показан пример уровня загрязнения состава: от чистой рецептуры состава MC-Rock до 50% загрязнения буровым раствором на углеводородной основе.

браны соответствующие рецептуры состава). Ввод данной добавки не ухудшает проникающую способность состава, так как величина зерна данного компонента составляет 1-3 микрон.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Рецептуры состава MC-Rock использовались при проведении сравнительных опытно-промышленных испытаний (ОПИ) различных технологий РИР на скважинах одного из нефтяных месторождений Поволжья. В скважинных испытаниях использовались различные составы, в том числе стандартные тампонажные растворы на основе цемента марки G, растворы на основе микроцементов, различные смолы.

Сокращенное время перехода от жидкого состояния к состоянию камня. Составы MC-Rock за 5-10 мин переходят из жидкого состояния к состоянию камня, время начала этого перехода можно регулировать с точностью до минуты (рис. 5). Также предусмотрена возможность изменения времени начала загустевания в широком диапазоне: от нескольких минут даже при низких температурах (с помощью ингибиторов, сокращающих сроки загустевания) до более чем 5 ч даже при сверхвысоких температурах (с помощью ингибиторов, удлиняющих сроки загустевания). Свойство управляемого и быстрого перехода от жидкого состояния к состоянию камня особенно полезно для проведения РИР в пластах с аномально низкими пластовыми давлениями либо для дозакрепления отремонтированных полимерными или сшивающимися системами, что позволит не повредить ранее проведенный ремонт.

Высокая адгезия к металлу обсадной трубы. Стандартная величина адгезии для любой рецептуры составов MC-Rock составляет более 5 МПа. Для сравнения величина адгезии к металлу обсадной трубы у микроцементов менее 0,5 МПа. Величина адгезии – один из основных критериев долговечности проведенного ремонта: чем выше адгезия, тем больше межремонтный период отремонтированного участка.

Легкость приготовления состава на скважине. Для приготовления рецептур составов MC-Rock достаточно стандартной цементовочной техники.

Минимальное воздействие на окружающую среду. Все компоненты составов MC-Rock соответствуют 4 классу опасности и ниже и могут перевозиться по дорогам общего пользования.

По результатам ОПИ состав MC-Rock показал лучшие свойства по сравнению с другими технологиями. Было проведено три скважино-операции РИР по ликвидации заколонной циркуляции (ЛЗКЦ). Все они признаны удачными. В настоящее время готовится договор на промышленное применение вышеописанных составов. ♦

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стрижнев К.В. Совершенствование технологий ремонтно-изоляционных работ для высокотемпературных пластов: дисс. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук, Уфа, Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2003.