

ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСКЛИНИВАЮЩИХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ГРП
Е.С. Полищук
Научный руководитель заведующий лабораторией А.Г. Скрипкин
Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа,
г. Томск, Россия

В работе представлены результаты исследования различных проппантов, используемых в качестве расклинивающих наполнителей при проведении операции гидроразрыва пласта. Проведены сравнительные испытания зависимости проводимости проппантной пачки от нагрузки и от времени для 5 марок проппантов (CarboProp, Fores, CarboCeramics, ТКЗ, Боровичи) различных фракций. На основании полученных данных сделаны выводы об эффективности тех или иных образцов проппантов.

В данный момент существует множество производителей проппантов, предоставляющих проппанты разного качества и стоимости. Для выбора оптимальной марки и фракционного состава проппанта проводится ряд испытаний, после которых можно сделать обоснованный выбор в пользу образцов, обеспечивших наиболее высокую эффективность в ходе лабораторных тестов.

Проведенные исследования динамики проводимости проппантных пачек от времени и от нагрузки (таблица) характеризуют механические свойства расклинивающего наполнителя, а также динамику проводимости проппантной пачки при увеличении приложенной нагрузки. Проведенные эксперименты проводятся в пластовых РТ условиях, что обеспечивает необходимую достоверность полученных результатов.

Таблица

Перечень исследованных образцов проппантов и виды выполненных исследований

Марка проппанта	Фракция	Проводимость от времени	Проводимость от нагрузки
CarboProp	12/18	-	+
	16/20	-	-
Fores	12/18	-	+
CarboCeramics	16/30	+	-
ТКЗ	12/18	-	+
	16/20	-	-
Боровичи	12/18	-	+
	16/20	-	-
	16/30	+	-

Оценка динамики проводимости от времени (рис. 1) позволяет оценить наличие и степень эффекта кольматирования проппантной пачки продуктами механического разрушения (измельчения) частиц проппанта. При максимальном нагружении 61 МПа происходит перераспределение раздробленных частиц с уменьшением проводимости и ее стабилизацией после 25 часов. Проводимость обнаруживает зависимость и от порового давления (определяющей эффективную нагрузку на проппант), повышение порового давления до 2 МПа обеспечивает более пологий тренд падения проводимости, не обеспечивающий стабилизации ее значений за все время эксперимента.

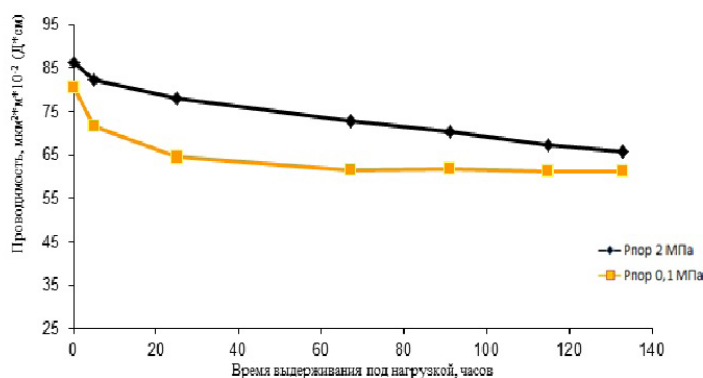


Рис. 1. Динамика проводимости проппантной пачки CarboCeramics 16/30, Робжима=35 МПа

Сравнительная оценка динамики падения проводимости проппантной пачки в зависимости от давления смыкания («стенки трещины ГРП») позволяет установить, что наилучшие результаты демонстрирует проппант марки CarboProp (Кпр=2205,78947Д), близкие к нему значения имеет проппант Fores (Кпр=2134,63497Д), затем в порядке убывания проппант ТКЗ (Кпр= 1067,31749Д). Стоит отметить, что первоначальной наибольшей проводимостью обладает проппант американского производства CarboProp, он же в течение эксперимента изменился в большей степени по сравнению с другими марками. Это свидетельствует о том, что пачка проппанта в ходе испытания претерпевала наибольшие изменения, часть проппанта разрушилась и уплотнилась. Проницаемость проппанта Fores также значительно изменилась во время теста, но осталась на высоком уровне, что свидетельствует о его высоких технологических показателях. Низкая проницаемость проппанта марки ТКЗ свидетельствует о его плохой способности противостоять продолжительным нагрузкам: продукты разрушения не выносятся из толщи проппантов, а заполняют (кольматируют) пустоты между гранулами, препятствуя течению флюида и снижая проницаемость проппантной пачки. Таким образом, проводимость упаковки снижается не только из-за уменьшения высоты слоя, но и из-за уменьшения общего числа фильтрующих пор.

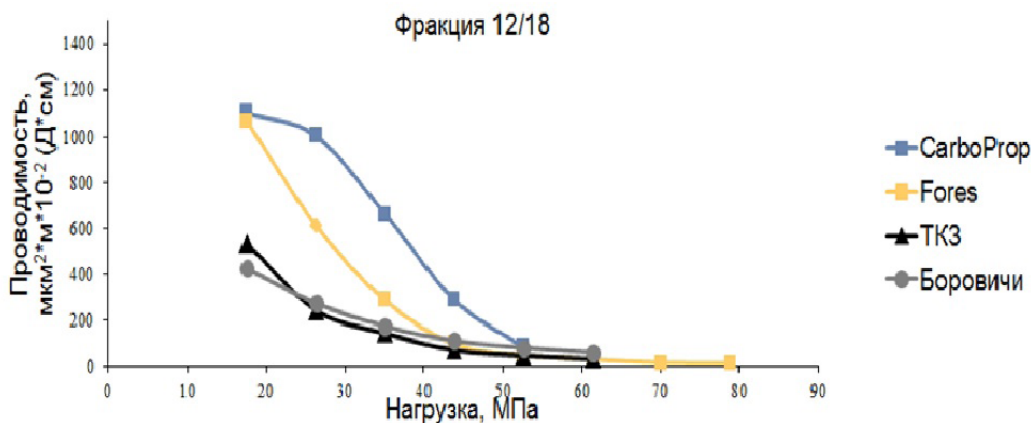


Рис. 2 Зависимость проводимости проппантных пачек фракции 12/18 от нагрузки

Таким образом, при исследовании изменения проводимости проппантной пачки CarboCeramics (фракция 16/30) от времени установлено, что при максимальном нагружении (61МПа) происходит перераспределение раздробленных частиц в пределах проппантной пачки, и проводимость стабилизируется уже после 25 часов. Определения изменений проводимости проппантных пачек (фракции 12/18) от нагрузки показали, что при равных давлениях смыкания наилучшей начальной проницаемостью обладает проппант марки CarboProp, близкие к нему значения имеет проппант Fores, затем в порядке убывания следуют ТКЗ и Боровичи. При увеличении давления до 35 МПа происходит наиболее резкий спад проводимости образцов CarboProp и Fores, что связано с разрушением частиц и сильным уплотнением пачки. Проводимость всех образцов стабилизируется в области 40 МПа. Использование образцов проппантов марки Боровичи фракции 16/30 обеспечивает самые низкие результаты (низкие значения проводимости относительно других фракций даже при малых нагрузках).