

**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 61МПа 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 2МПа обеспечивает более пологий тренд падения проводимости, не обеспечивающий стабилизации ее значений за все время эксперимента.

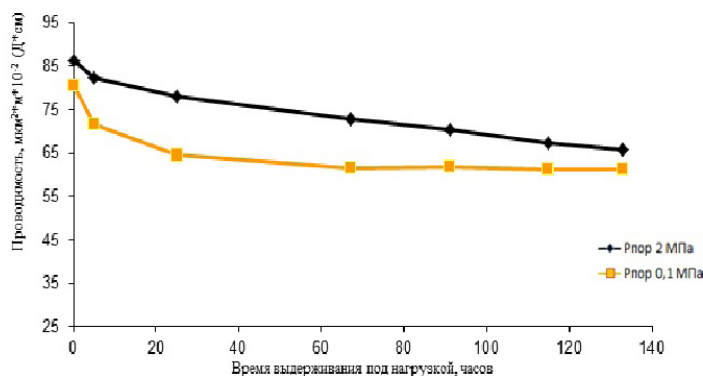


Рис. 1. Динамика проводимости проппантной пачки CarboCeramics 16/30, Робжима=35 МПа

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.

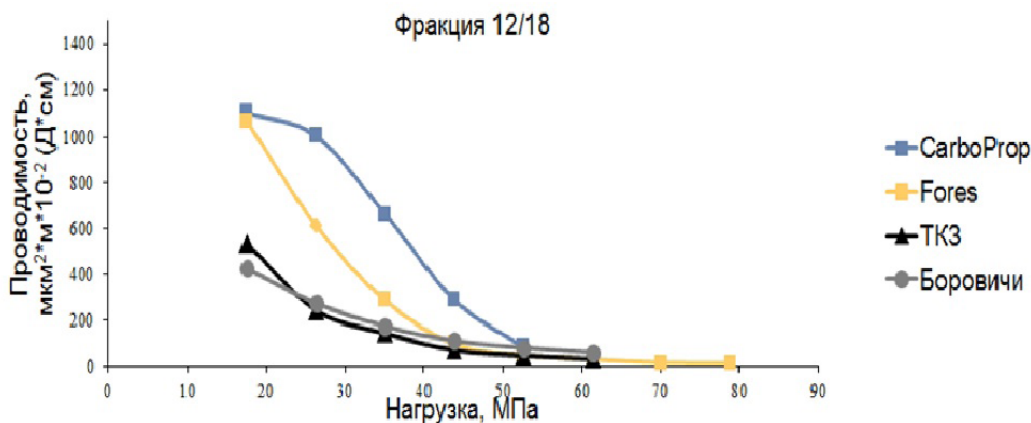


Рис. 2 Зависимость проводимости проппантных пачек фракции 12/18 от нагрузки

Таким образом, при исследовании изменения проводимости проппантной пачки CarboCeramics (фракция 16/30) от времени установлено, что при максимальном нагружении (61 МПа) 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).