

ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА ПРОПАНТОВ.

© Мигаль В.П., Скурихин В.В. (Открытое акционерное общество «Боровичский комбинат огнеупоров», ОАО «БКО»).

ВВЕДЕНИЕ

При бурении и эксплуатации скважины проницаемость призабойной зоны пласта (ПЗП), в том числе закрепленных пропантом трещин после ГРП, снижается вследствие загрязнения её буровым раствором в процессе бурения, наплыва мелких частиц породы и мехпримесей, выпадения солей из пластовой жидкости, присутствия остатков неразрушенного брейком геля и т.д. В этом случае, для повышения проводимости ПЗП часто применяются кислотные обработки, растворяющие загрязнения. Существует множество технологий и специальных реагентов, позволяющих вести обработку осмысленно и добиваться высокой эффективности, среди которых самоотклоняющиеся кислотные системы, специальные добавки для снижения обводненности продукции, растворители буровых растворов, технологии кислотной обработки с помощью колтюбинга и т.д. [1-3]. В связи с этим, важное значение приобретает кислотоустойчивость пропантов. В настоящей статье приведены результаты исследования о влиянии кислотной обработки на важнейшие эксплуатационные свойства пропантов.

Для исследования были взяты три образца пропантов фракции 16/30 различных производителей. Основные свойства пропантов сравнимы и приведены в таблице 1. При этом образец №2 показал лучшее сопротивление раздавливанию, у образцов №1 и 3 она сравнима, образец №3 – минимальную насыпную плотность и худшую растворимость в кислотах, у образцов №1 и 2 – они сравнимы.

Таблица 1. Результаты испытаний пропантов фракции 16/30.

Параметры		Образец №1	Образец №2	Образец №3
Сопротивление раздавливанию, при давлении МПа (psi)	51,7 (7500)	5,1%	2,6%	5,7%
	68,9 (10000)	10,4%	6,9%	10,6%
	86,2 (12500)	15,2%	11,7%	18,1%
	103,4 (15000)	22,9%	16,5%	26,8%
Содержание основной фракции, % масс.		99,7	98,5	99,1
Насыпная плотность, г/см ³		1,82	1,87	1,54
Сферичность (по Крумбейну и Слоссу)		0,88	0,88	0,90
Округлость (по Крумбейну и Слоссу)		0,85	0,89	0,87
Растворимость в смеси кислот HCl/HF		4,7	4,9	10,2

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ПРОПАНТОВ ПОСЛЕ КИСЛОТНОЙ ОБРАБОТКИ

Сопротивление раздавливанию. Это характеристика прочности пропантов. Воздействие кислот заметно снижает прочность всех тестируемых составов пропантов (рис. 1). Наименьшей абсолютной величиной снижения характеризуется образец №1, наибольшей – образец №2. Проводя корреляцию между абсолютным снижением прочности пропантов после растворимости в кислотах и показателями самой растворимости (таблица 1) можно сделать вывод, что тест пропантов на растворимость не дает объективную оценку для прогнозирования их прочности после кислотной обработки.

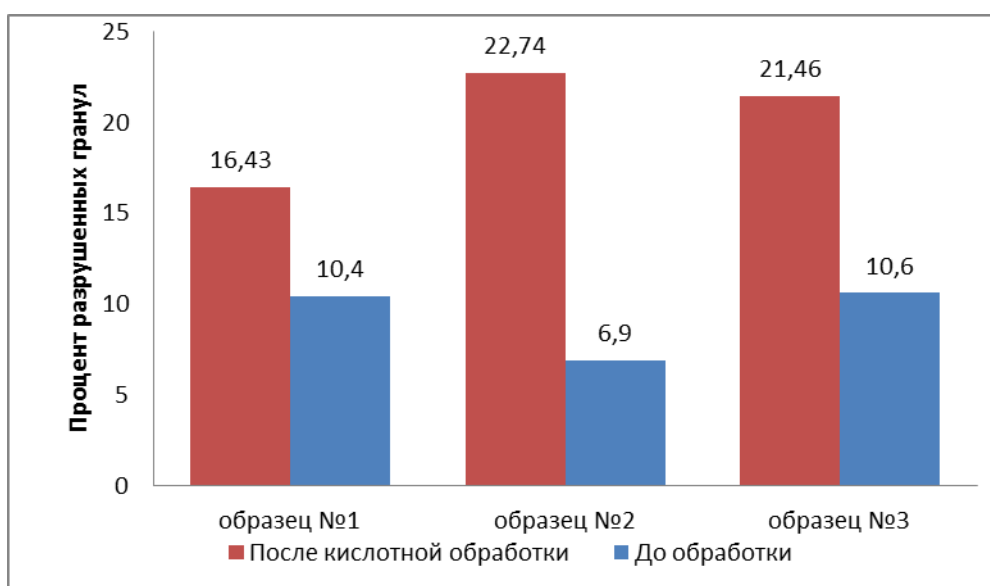


Рис. 1 – Влияние кислотной обработки на сопротивление раздавливанию.

Проводимость и проницаемость. Долговременную проводимость пропантов до кислотной обработки и после определяли согласно ISO 13503-5:2006. Условия испытания: песчаник из штата Огайо; Испытательная жидкость 2% раствор KCL; Давление 2000 – 10 000 фунтов на кв.дюйм с шагом в 2000 фунтов; Концентрация пропанта – 2 lbf/in²; Температура 250 градусов по Фаренгейту; Время выдержки 50 час на каждом давлении.

Анализируя данные измерений, представленных на графике рисунка 2, видно, что проводимость пропантов после кислотной обработки заметно изменилась. Если до кислотной обработки, в порядке убывания проводимости, выстраивался ряд: Образец №2 – Образец №1 – Образец №3, то после обработки образец №2 в этом ряду занял последнее место, а ряд стал выглядеть следующим образом: Образец №1 – Образец №3 – Образец №2. При этом образец пропанта №2 испытывает значительное разрушение ещё на низких давлениях 2000 – 4000 psi. Его проводимость составляет всего 1272 md-ft в сравнении с 15110 md-ft до в кислотной обработки.

На уровне наиболее высоких значений проводимости и проницаемости после кислотной обработки остались пропанты образцов №1 и №3. Изменение их ширины слоя на этапе 4000 psi составляет 5% и 9%, соответственно, а при давлении 10000 psi - 17% и 22% соответственно. При этом проводимость и проницаемость пропантов образца №1 несколько выше, чем у образца №3. Наибольшее расхождение величиной от 438 до 1072 md-ft наблюдается в области высоких значений.

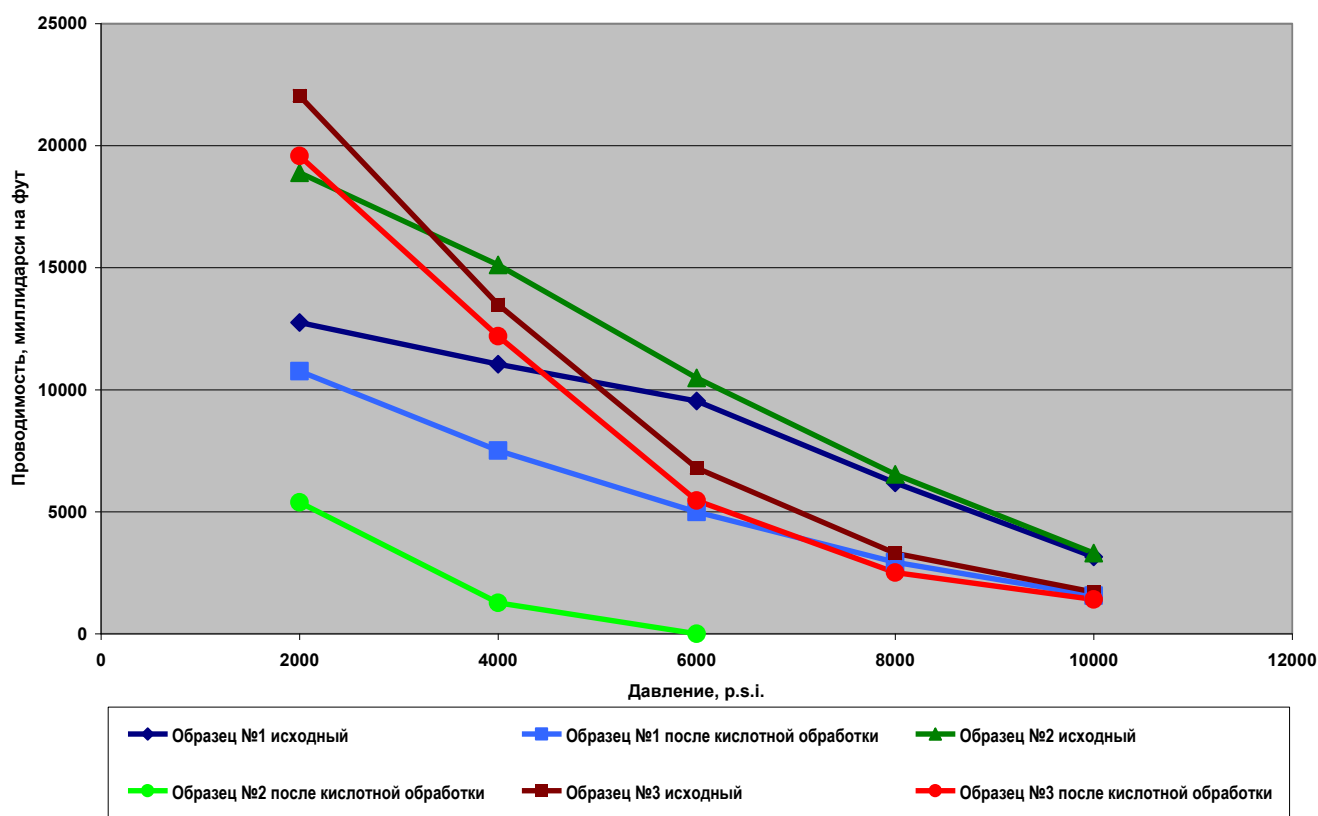


Рис. 2. Долговременная проводимость тестируемых пропантов до и после кислотной обработки.

Устойчивость пропантов к длительному воздействию кислот

Определение растворимости пропантов в кислотах проводилось в соответствии с ГОСТ Р 51761 с использованием смеси соляной и фтористоводородной кислот в соотношении 12:3 при температуре 65°C с разной выдержкой 0,5 – 24 час¹. Результаты растворимости пропантов представлены на графике рис. 3.

Результаты испытания свидетельствуют о том, что разрушающему воздействию смеси кислот HF и HCl наибольшим образом подвержены пропанты образца №3 – показатель их раствори-

¹ Используются: соляная кислота по ГОСТ 3118, фтористоводородная кислота по ГОСТ 10484. Рабочий раствор смеси соляной и фтористоводородной кислот с массовым соотношением 4:1 готовят следующим образом: в мерную емкость наливают 500 см³ дистиллированной воды, добавляют 54 см³ концентрированной (45 %) фтористоводородной кислоты и 293 см³ концентрированной (37 %) соляной кислоты. Доводят объем до 1000 см³ дистиллированной водой и тщательно перемешивают.

мости самый высокий. Наименее растворимы пропанты образца №2. Кривая значений растворимости пропантов образца №1 на приведенном графике рис. 3 занимает среднее положение.

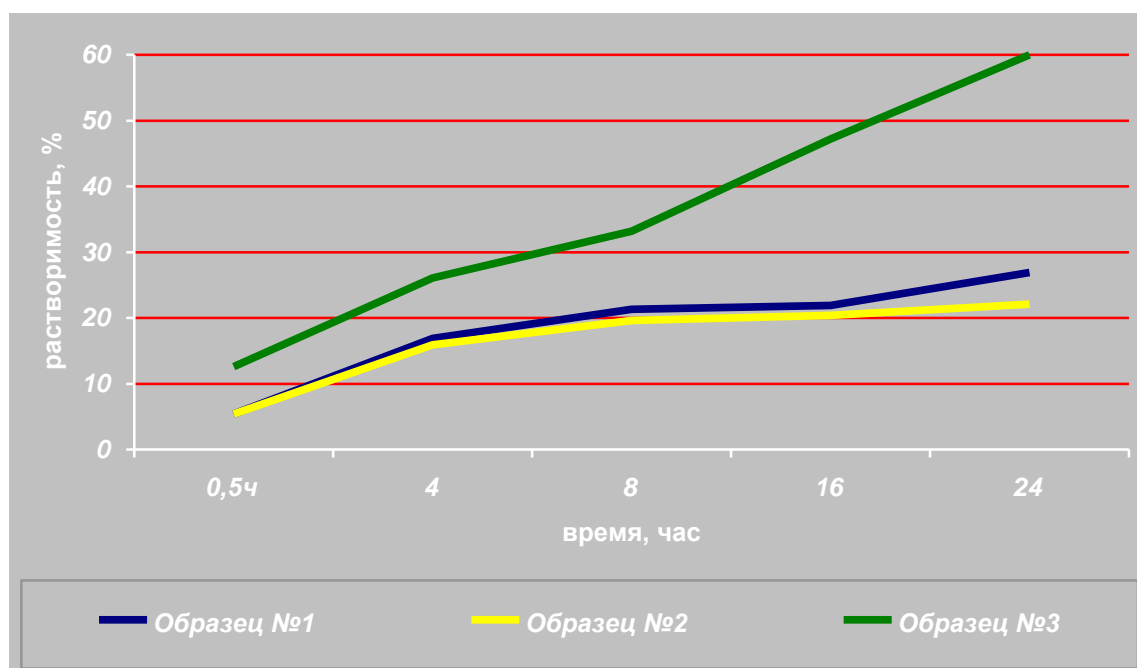


Рисунок 3 – Графики растворимости тестируемых пропантов в кислотах с течением времени.

ВЫВОДЫ

Воздействие кислот на пропанты приводит к изменению основных свойств и, соответственно, служебных характеристик.

Приведенные данные наглядно демонстрирует вероятность того, что качественные, занимающие основные лидирующие позиции по ряду начальных характеристик пропанты (образец №2), при использовании их в условиях службы, отличающихся применением кислотных реагентов, могут оказаться малоэффективными из-за явного снижения механической прочности и проводимости. В тоже время пропанты (образец №1), обладающие средними физико-механическими показателями, оказываются более устойчивы к воздействию кислотного фактора и способны сохранять свои коллекторские свойства в условиях средних давлений на протяжении длительного времени.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Объективная оценка пропанта должна основываться на данных дополнительных исследований и испытаний, в число которых необходимо включить оценку состава, структуры, гидродинамических фильтрационных характеристик. Это следует учитывать нефтяным и сервисным компаниям при отборе кандидатов на поставку пропантов для проведения ГРП. Специалисты ОАО «БКО», располагая соответствующей исследовательской аппаратурой, готовы оказать услуги по проведению комплексных тестовых испытаний пропантов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Применение комбинированной технологии обработки скважин композицией на основе соляной кислоты и реагента ПАК / Медведев А.Д., Сабитов С.С., Садивский С.Я. // Нефтяное хозяйство. – 2008. – № 1. – с. 94-95.
2. Интенсификация добычи нефти методом обработки призабойной зоны кислотной микроэмульсией / Нефёдов Н.В. // Нефтяное хозяйство. – 2007. – № 2. – с. 58-61.
3. Вопросы, возникающие при обработках добывающих и нагнетательных свкажин кислотными композициями семейства «Химеко ТК», а также растворами кислот и солей с добавками реагента «Нефтенол К» / Силин М.А., Магадова Л.А., Елисеев Д.Ю., Пахомов М.Д., Заворотный А.В. // Нефтяное хозяйство. – 2008. – № 9. – с. 44-46.