



УДК 622.276.66

## ИССЛЕДОВАНИЯ НА ПРОПАНТНОЙ ПАЧКЕ ТУРОНСКОЙ ЗАЛЕЖИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА

### RESEARCH ON ENHANCEMENT PACKS TURONIAN DEPOSITS IN THE MODELING OF HYDRAULIC FRACTURING

**Арсланов Артур Рамилевич**

магистрант,  
Уфимский государственный нефтяной  
технический университет  
arslanov\_ar@mail.ru

**Иксанов Ильдус Мунирович**

ведущий специалист,  
ООО «РН-УфаНИПИнефть»  
IksanovIM@ufanipi.ru

**Аннотация.** В рамках данной научной работы исследуются особенности проведения гидравлического разрыва пласта (ГРП) в газовых залежах турона. Представлены результаты лабораторных исследований по оценке вдавливания пропанта в стенки трещины ГРП в зависимости от типа жидкости разрыва.

**Ключевые слова:** гидравлический разрыв пласта, пропант, проводимость пропантной пачки, проницаемость пропантной пачки.

**Arslanov Artur Ramilevich**

Undergraduate,  
Ufa state petroleum technological university  
arslanov\_ar@mail.ru

**Iksanov Ildus Munirovich**

Leading Specialist,  
RN-UfaNIPIneft LLC  
IksanovIM@ufanipi.ru

**Annotation.** As part of this research article examines the characteristics of hydraulic fracturing in gas fields of the Turon. The results of the laboratory studies on evaluation of the penetration of proppant into the wall of the hydraulic fracture depending on the type of fracturing fluid.

**Keywords:** hydraulic fracturing, proppant, fracture conductivity enhancement packs, permeability enhancement packs.

**В** настоящее время наиболее значимые газовые месторождения Западной Сибири находятся в стадии падающей добычи. В связи с этим, для сохранения энергетического потенциала региона является возможным разработка значительных трудноизвлекаемых запасов природного газа. К одним из них относятся туронские газовые залежи. Туронские отложения характеризуются низкими фильтрационно-ёмкостными свойствами, представляющие собой переслаивание глин, алевролитов и песчаников, что осложняет их разработку традиционными способами. Поэтому сегодня стоит вопрос о совершенствовании технологии разработки газовых залежей месторождений. В частности, непрерывно развивается технология проведения гидравлического разрыва пласта, в которой присутствует ряд малоизученных рисков, учет которых в перспективе может значительно повысить эффективность проведения такого геолого-технического мероприятия. В статье рассмотрены исследования фильтрационных экспериментов, проведенные на образцах естественного керна пород туронских залежей.

В связи обнаруженным свойством пласта турона разрушаться при насыщении его водой, есть вероятность снижения эффективности планируемой к внедрению технологии ГРП на скважинах изучаемого объекта разработки с применением жидкостей разрыва на водной основе. Для обоснованного решения выбора жидкости разрыва на водной основе, либо изменения рецептуры жидкости, проведены сравнительные экспериментальные испытания по оценке вдавливания пропанта в стенки трещины ГРП в зависимости от типа жидкости ГРП.

Лабораторные исследования велись по следующим направлениям:

- 1) изготовление и подготовка образцов кернового материала;
- 2) определение долгосрочной проводимости пропантной пачки при пластовых условиях;
- 3) определение остаточной проводимости пропантной пачки при воздействии жидкости ГРП на водной и углеводородной основе.

В качестве расклинивающего материала во всех перечисленных тестах использовался пропант фракции 16/20. Тесты проводились с соблюдением термобарических условий пласта (при температуре 32 °С и напряжении смыкания 15 МПа).

Лабораторные исследования проведены на современном экспериментальном оборудовании – установке определения долгосрочной проницаемости пропантной пачки PCES-100 (CoreLab Inst., США).



После определения базовых значений проводимости была произведена закачка жидкости ГРП в количестве 3-х объемов пор пропантной пачки с выводом жидкости через керновые пластины.

Затем после технологического отстоя (12 часов) в течение 240 часов с периодичностью 8 часов производилась закачка газа через пропантную пачку и определялись ее основные параметры (проводимость, проницаемость и ширина).

Результаты исследований после воздействия жидкости ГРП на водной основе представлены в таблице 1.

**Таблица 1** – Базовые параметры пропантной пачки и параметры после закачки жидкости ГРП на водной основе

Проницаемость по газу, Д	Проводимость по газу, мД·фут	Ширина, мм
Базовые параметры пропантной пачки		
1048	18808	5,47
Параметры пропантной пачки после закачки жидкости ГРП на водной основе		
313	5217	5,08

Как видно из результатов испытания, проницаемость пропантной пачки по газу после воздействия жидкостью ГРП на водной основе снизилась на 70 % по сравнению с проницаемостью по газу до воздействия.

Такое значительное снижение проницаемости пропантной пачки после воздействия жидкостью на водной основе связано с частичным разрушением структуры пристеночной зоны керна в результате взаимодействия с водной фазой. Для визуального наблюдения на рисунке 1 представлена фотография керновой пластинки после проведения испытания, на которой видно, что практически один слой пропаннта полностью заполнен частицами керна. В качестве количественной характеристики после воздействия жидкости ГРП на водной основе наблюдается резкое снижение ширины пропантной пачки – на 7 %.

Следующий эксперимент производился аналогичным образом, но с закачкой жидкости разрыва на углеводородной основе, результаты которого представлены в таблице 2.



**Рисунок 1** – Фотография керновых пластинок после проведения испытания с воздействием жидкости на водной основе

**Таблица 2** – Базовые параметры пропантной пачки и параметры после закачки жидкости ГРП на углеводородной основе

Проницаемость по газу, Д	Проводимость по газу, мД·фут	Ширина, мм
Базовые параметры пропантной пачки		
1048	18808	5,47
Параметры пропантной пачки после закачки жидкости ГРП на углеводородной основе		
781	13990	5,46



В данном случае проницаемость пропантной пачки по газу после воздействия жидкостью ГРП на углеводородной основе снизилась на 25 % по сравнению с проницаемостью по газу до воздействия, что значительно меньше, чем на водной основе при аналогичных условиях в предыдущем опыте (снижение составило 70 %) (рис. 2). Последующая закачка жидкости на водной основе привело к снижению проницаемости пропантной пачки на 56 %.



**Рисунок 2** – Сравнение проницаемостей по газу до и после воздействия жидкостью разрыва на углеводородной и водной основе

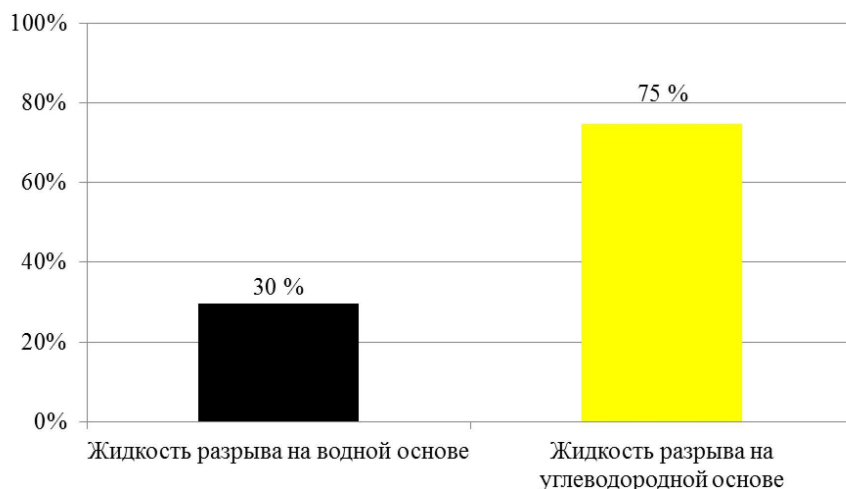
Внешний вид керновой пластинки после проведения испытания с воздействием жидкости на углеводородной основе представлен на рисунке 3.

При этом необходимо отметить, что после воздействия жидкостью ГРП на углеводородной основе снижения ширины пропантной пачки не наблюдается, когда при воздействии жидкости на водной основе ширина пропантной пачки резко уменьшилась.

Остаточная проницаемость пропантной пачки при обработке жидкостью ГРП на углеводородной основе составила 75 % от начальной проницаемости по газу, при обработке жидкостью ГРП на водной основе – 30 % (рис. 4).



**Рисунок 3** – Фотография керновых пластинок после проведения испытания с воздействием жидкости на углеводородной основе



**Рисунок 4** – Восстановление проницаемости трещины ГРП в зависимости от типа жидкости разрыва

Таким образом, в результате проведения экспериментальных испытаний по оценке вдавливания пропанта в стенки трещины ГРП в зависимости от типа жидкости ГРП показано значительное влияние жидкости на водной основе на остаточную проводимость пропантной пачки, что необходимо учитывать при выборе жидкости разрыва для геолого-технических условий туронской газовой залежи.

**Выводы**

- 1) Жидкость на водной основе значительно снижает остаточную проницаемость пропантной пачки в условиях продуктивных отложений туронской залежи.
- 2) Снижение проницаемости пропантной пачки после воздействия жидкостью на водной основе связано не только с остатками геля ГРП, но и с затеканием глинистых частиц породы в поровое пространство пропантной пачки. В результате взаимодействия породы с водной фазой глина размягчается в результате чего, слой пропанта внедряется в породу. Это приводит к уменьшению размера фильтрационных каналов пропантной пачки (объема пор пропантной пачки).
- 3) Для количественной оценки влияния типа используемой жидкости гидроразрыва на дебит скважины для геолого-технических условий пласта необходимо проведение математического моделирования притока газа в скважине с ГРП с учетом полученных результатов экспериментальных исследований.