

**PhD., ст.преподаватель Боташев Е.Т., магистр Джусенов А.У.,  
магистр Ерменов С.М., магистр Калменов М.У., магистр Бесбаева Н.А.**

*Южно-Казахстанский университет им.М.Ауэзова, Республика  
Казахстан*

## **Механизм образования трещин при гидроразрывах**

Гидроразрыв пласта (ГРП) – один из методов повышения дебита нефтяных и газовых эксплуатационных скважин и увеличения приёмистости нагнетательных скважин поддерживающих пластовое давление. Метод заключается в создании высокопроводимых трещин в продуктивном пласте коллекторе. Это обеспечивает хороший приток флюида (смеси нефти, воды, газа, механических примесей) к забою скважины. После проведения ГРП дебит скважины, как правило, резко возрастает (в два, десять раз). Метод позволяет «оживить» простаивающие скважины, на которых добыча нефти или газа традиционными способами уже невозможна или малорентабельна. Кроме того, в настоящее время метод применяется для разработки нефтяных пластов, извлечение нефти из которых традиционными способами нерентабельно ввиду низких получаемых дебитов.

Этот метод также используется при добыче сланцевого газа. Одним из важнейших параметров проведения ГРП является давление гидроразрыва. Его величина зависит от многих факторов. Поэтому точно рассчитать это давление нельзя. Обычно гидравлический разрыв пласта проводят при давлениях, достигающих до 100 МПа, с большим расходом жидкости и при использовании сложной и многообразной техники.

Проведение первого в мире ГРП приписывается компании Halliburton, выполнившей его в США в 1947 году. В качестве жидкости разрыва в тот момент использовалась техническая вода, в качестве расклинивающего агента - речной песок. Позже ГРП проводились и в СССР. Разработчиками теоретической основы стали советские учёные Христианович С.А., Желтов Ю.П. (1953 г.). Их работы оказали значительное влияние на развитие ГРП в мире.

Сегодня метод ГРП довольно часто применяется как государственными, так и частными добывающими компаниями как возможность интенсификации добычи нефти и газа. Сущность метода заключается в том, что на забое скважины путем закачки жидкости создается давление, превышающее горное давление и механическую прочность породы пласта. Обычно величина этого давления превышает пластовое давление в 1,5-2 раза. Порода продуктивного пласта разрывается по плоскостям минимальных напряжений и за счет продолжающейся закачки жидкости образовавшаяся трещина увеличивается в размерах [1,2].

Для исключения обратного смыкания трещин их забивают расклинивающим материалом – проппантом. К проппантам относятся мелкая галька, речной песок, гранулы из специального полимерного сплава. Например, применяется песок следующих фракций: 0,25-0,4; 0,4-0,63; 0,63-0,79; 0,79-1,0; 1,0-1,6 мм. Наиболее приемлемой фракцией для гидроразрыва пласта являются гранулы с размерами зёрен от 0,5 до 1,0 мм. Цель заполнения проппантом трещин – предупреждение их смыкания и сохранения в открытом состоянии после снятия давления ниже величины давления разрыва. Проппант создаёт проницаемость трещине. Проппант заносится в трещины жидкостью гидроразрыва. При этом закачка жидкости с закупоривающим агентом производится при более высоких давлениях, чем давление разрыва, для того чтобы трещина раскрылась и блокирующий материал мог проникать в нее. Частицы проппанта должны иметь размеры, которые позволили бы им проникать в трещины, но затрудняли бы их проникновение в поры пропластков низкой проницаемости. При ГРП в трещины закачиваются от 4 до 20 тонн проппанта. Проведение гидравлического разрыва требует очень тщательного изучения термодинамических условий и состояния призабойной зоны скважины, состава пород и жидкостей, а так же систематического изучения накопленного промыслового опыта на данном месторождении (Рис.1).

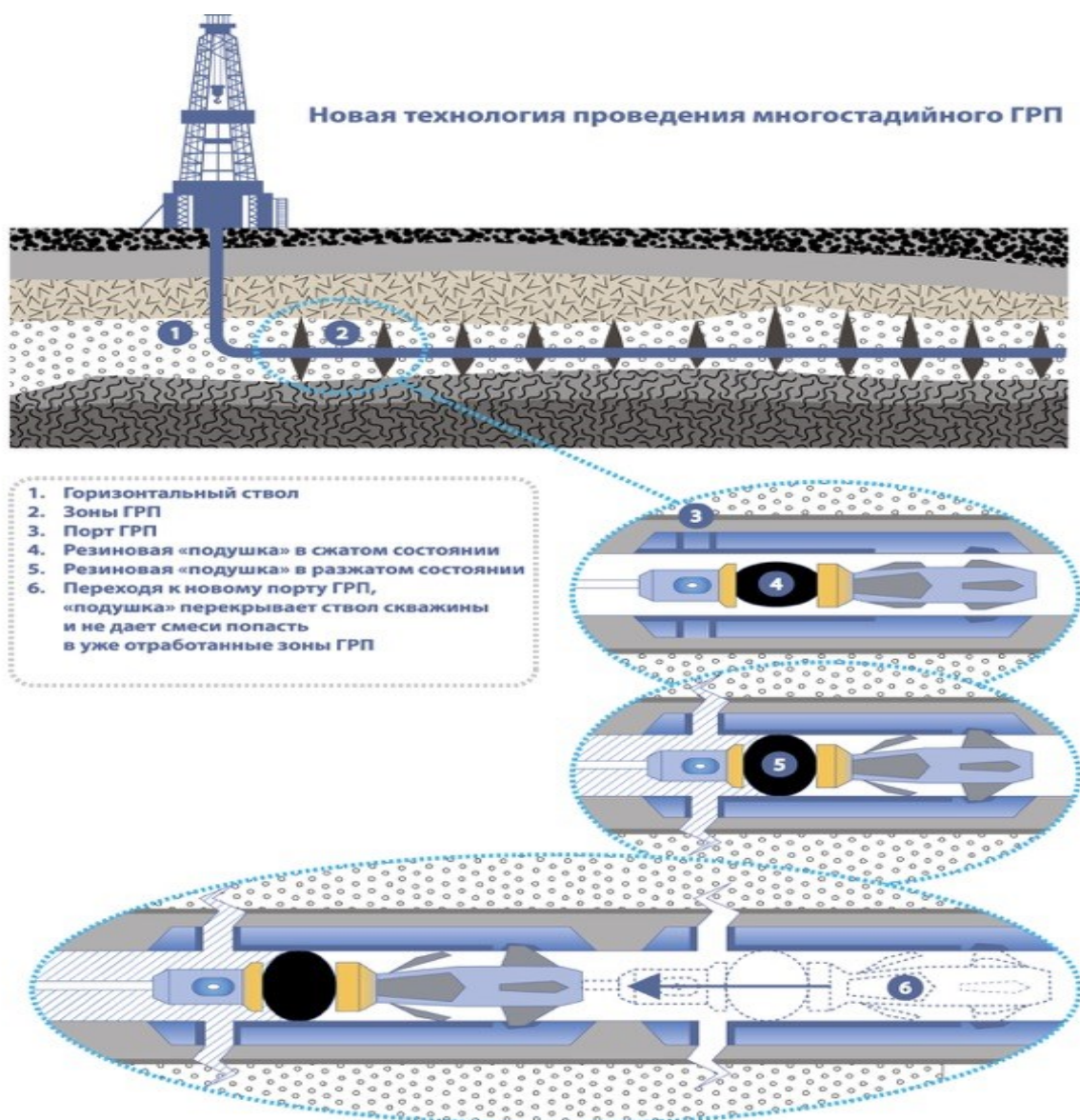


Рисунок 1 - Гидроразрыв пласта

Особенность новой технологии, прежде всего, в способе изоляции портов ГРП (точек внутри скважины, где планируется провести гидроразрыв) друг от друга. При использовании более традиционной «шаровой» технологии каждая новая зона ГРП отделяется от предыдущей композитным или металлическим шаром. Диаметр шаров возрастает от зоны к зоне и не позволяет провести больше 10 операций гидроразрыва из-за конструктивных особенностей скважины.

Осуществление гидравлического разрыва пласта рекомендуется проводить в следующих скважинах:

1. Давших при опробовании слабый приток.

2. С высоким пластовым давлением, но с низкой проницаемостью коллектора.

3. С загрязнённой призабойной зоной.

4. С заниженной продуктивностью.

5. С высоким газовым фактором.

6. Нагнетательных с низкой приёмистостью.

7. Нагнетательных для расширения интервала поглощения.

Следует отметить, что в пластичных (мягких) породах трещины не образуются. По дальности разрыва выделяют следующие виды ГРП:

- локальный разрыв до 5-15 м с объемом закачки до 3 - 5 тонн проппанта (применяется в высокопроницаемых коллекторах или в залежах, где есть ограничения по геометрическим размерам трещины);

- глубокопроникающий разрыв до 15-100 м с объемом закачки до 100 тонн проппанта;

- массивированный с разрывом более 100 м и объемом закачки более 100 тонн проппанта (используется в коллекторах с проницаемостью менее 1 мД).

При гидравлическом разрыве пласта происходит создание новых или открытие и увеличение некоторых уже существующих в пласте естественных трещин, посредством закачки в пласт жидкости под высоким давлением. Максимович, Губерт, Рапсаль и другие считают, что образования и развития каких-либо новых трещин не происходит. По их мнению, в породе существуют естественные трещины, закрытые в результате действия горного давления.

Обычно в качестве жидкости разрыва и жидкости - песконосителя применяют одну и ту же жидкость. Поэтому их объединяют под одним названием – жидкость разрыва. Для гидравлического разрыва пласта применяют различные рабочие жидкости, которые по физико-химическим свойствам можно разделить на две группы: жидкости на углеводородной основе и жидкости на водяной основе. Жидкости на углеводородной основе применяют при проведении ГРП на эксплуатационных скважинах, а на водяной основе для ГРП на нагнетательных скважинах.

В качестве углеводородных жидкостей применяют нефть повышенной вязкости, мазут, дизельное топливо или керосин,

загущенные нафтеновыми мылами. К жидкостям на водяной основе относятся водный раствор сульфит спиртовой барды, растворы соляной кислоты, вода, загущенная различными реагентами, а также загущенные растворы соляной кислоты.

Жидкость разрыва должна быть слабофильтрующей и обладать высокой удерживающей способностью в отношении взвешенных в ней частиц пропанта. Способность жидкости разрыва удерживать пропант во взвешенном состоянии находится в прямой зависимости от вязкости жидкости. Процесс гидравлического разрыва пласта состоит из следующих последовательно проводимых операций: 1 – закачка в пласт жидкости разрыва для образования трещин; 2 – закачка жидкости с пропантом, предназначенным для предотвращения смыкания образовавшихся трещин; 3 – закачка продавочной жидкости для продавливания пропанта в трещины.

Успех ГРП зависит от естественных факторов (существование естественных трещин, величина напряжения, которому подвергается порода пласта) и от внешних факторов (качества жидкости разрыва и расклинивающего материала, глубинного оборудования скважины, производительности агрегатов).

У стенки скважины ширина трещины наибольшая и к концу убывает до нуля. При закачке в пласт маловязкой жидкости, легко проникающей в горизонтальный проницаемый прослой, возникает, как правило, горизонтальная трещина, в которой давление превышает локальное горное. В результате происходит упругое расщепление пласта по наиболее слабым плоскостям. При закачке нефилътрующей жидкости образуются вертикальные трещины, так как вследствие отсутствия фильтрации в пласт явление разрыва становится подобным разрыву длинной трубы с бесконечно толстыми стенками. При наличии в пласте естественных трещин разрыв будет происходить по их плоскостям независимо от фильтруемости жидкости.

Выше рассмотрена гидродинамическая эффективность ГРП в монолитном однородном пласте. Если же пласт сложен из нескольких самостоятельных пропластков, эффективность ГРП в таком пласте будет значительно меньше, так как образование трещины (хотя и большой) в одном пропластке может существенно изменить приток

жидкости только из этого пропластка, но не суммарный приток из всех пропластков.

В таком случае надлежащий эффект в многослойном пласте или в пласте со слоистой неоднородностью по разрезу может быть достигнут двумя методами:

1. Либо созданием одной вертикальной трещины, рассекающей все прослой, за одну операцию ГРП.

2. Либо созданием горизонтальных трещин в каждом пропластке при поинтервальном или многократном ГРП.

### Литература

1. Применение гидравлического разрыва пласта. Перевод с англ. Малахов / Jennings A.R., Enhanced P.E. – 2003.

2. Меликбеков А.С. Теория и практика гидравлического разрыва пластов – М.: Недра, 1967.

3. П.М. Усачев, «Гидравлический разрыв пласта» Москва, Недра, 1986 г.