

ГИДРОРАЗРЫВ ПЛАСТА

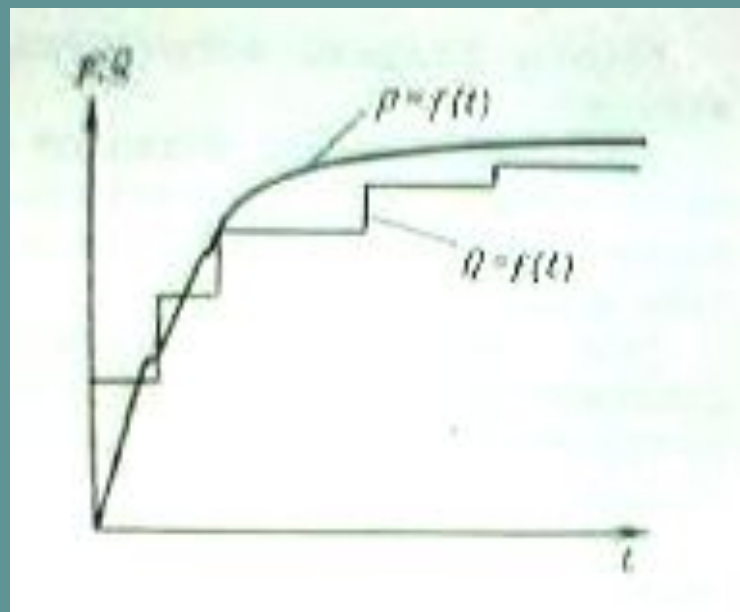
Основной курс

Введение

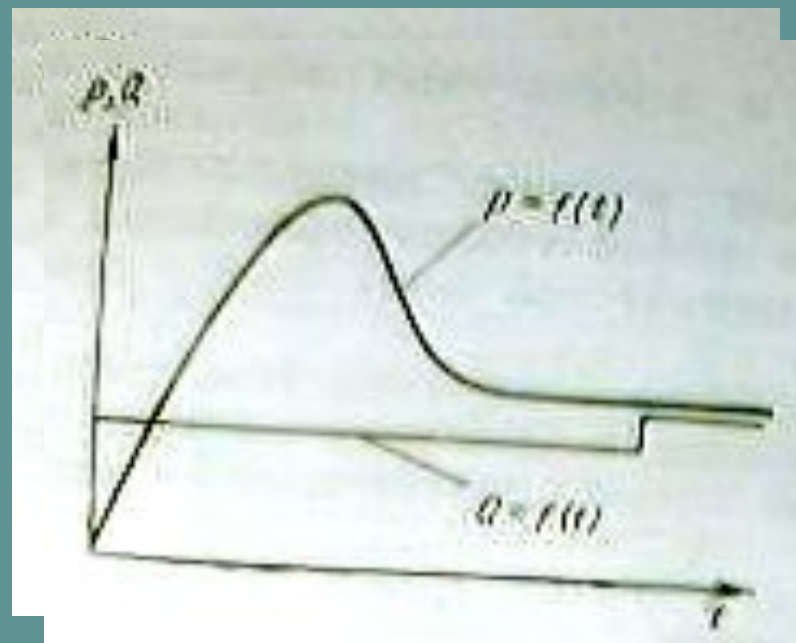
- ◆ Раскрытие естественных трещин
- ◆ Образование искусственных трещин
- ◆ Расклинивание образованных трещин

1940 г. – начало производства ГРП

Образование трещин



Изменение расхода и давления при раскрытии естественных трещин



Изменение расхода и давления при образовании искусственных трещин

Применение ГРП

- ◆ Высокопроницаемые коллектора
- ◆ Низкопроницаемые коллектора

Цели ГРП

- ◆ Увеличение продуктивности
- ◆ Преодоление загрязненной зоны
- ◆ Обеспечение максимального дебита

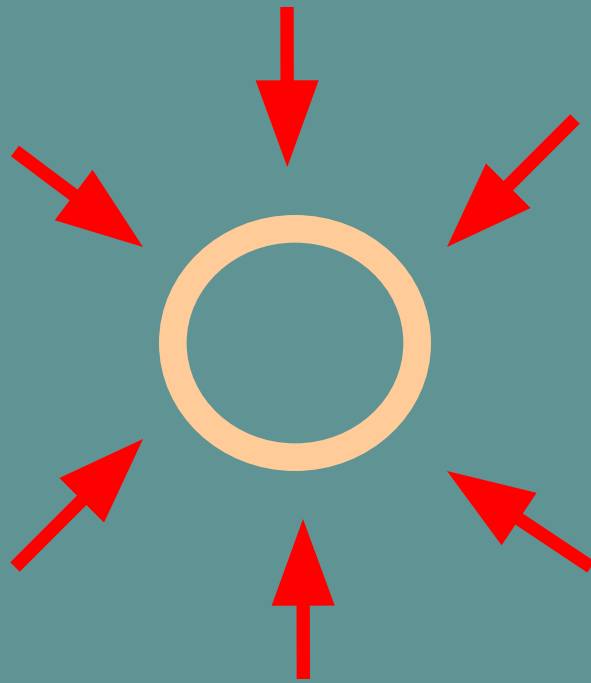
ГРП в коллекторах с низкой проницаемостью

- увеличение добычи или приемистости созданием каналов с высокой продуктивностью,
- улучшение сообщаемости флюидов между скважиной и пластом.

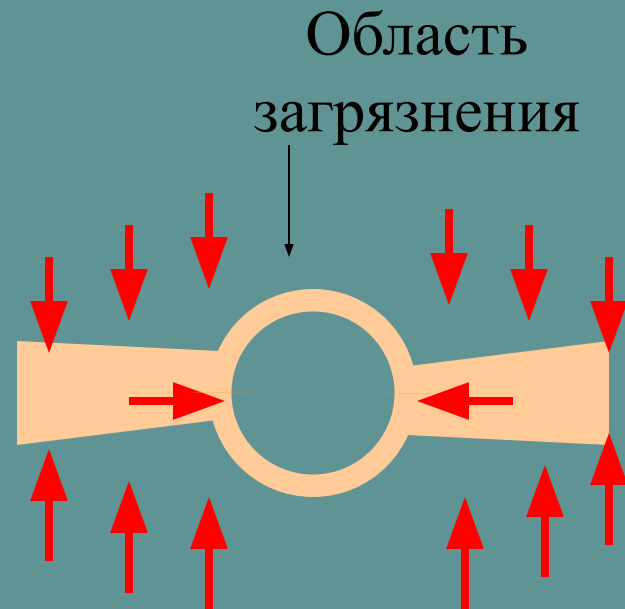
ГРП в коллекторах с высокой проницаемостью

- ◆ Изменение радиального характера притока жидкости из пласта к забою скважины на линейный или билинейный.
- ◆ Решение проблемы снижения проницаемости призабойной зоны скважины.

Режимы притока

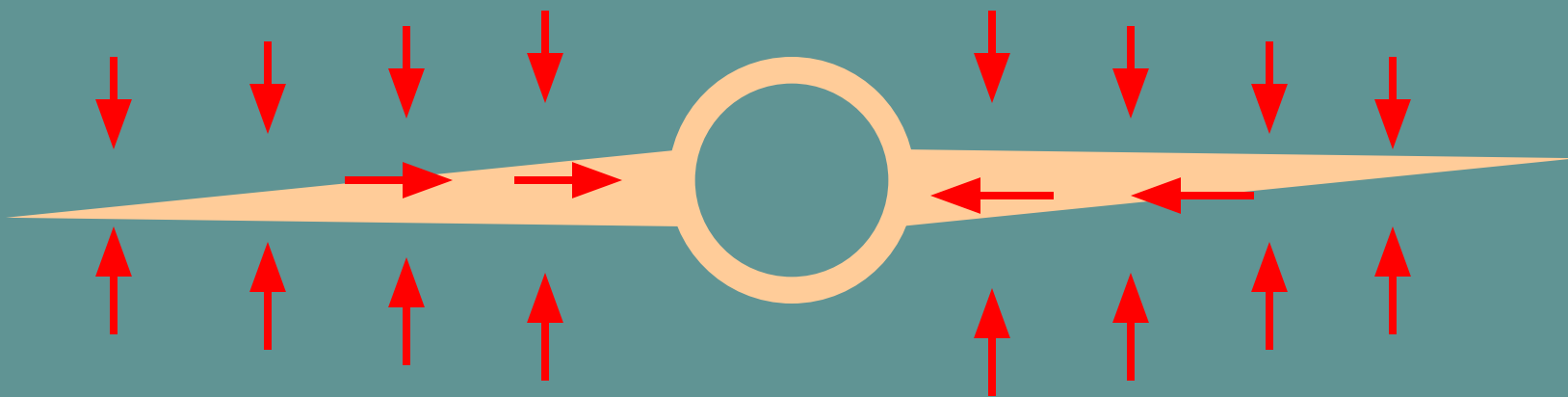


Скважина до ГРП.
Радиальный приток



Скважина после ГРП (высокая
проницаемость, линейный
приток)

Режимы притока



Билинейный приток , низкая проницаемость



Технология концевое экранирования (TSO)

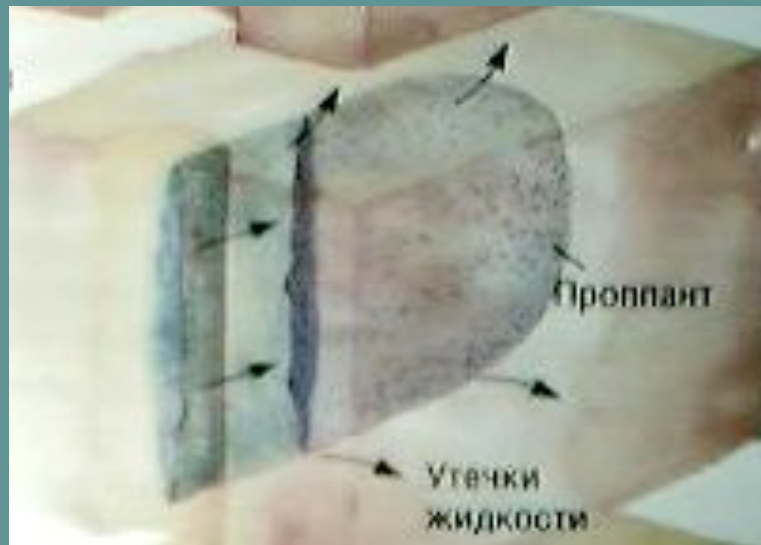
- ◆ ГРП в высокопроницаемых пропластках.
- ◆ Создание широких и коротких трещин, проникающих за пределы зоны загрязнения.
- ◆ Длина трещин примерно 50 м.

Формирование трещин при TSO



- Рост трещины до запланированной длины.
- Образование перемычки пропантa.

Формирование трещин при TSO



- ◆ Повышение внутреннего эффективного давления в трещине
- ◆ Расширение трещины

Формирование трещин при TSO



- ◆ Образование проппантной упаковки.
- ◆ Заполнение трещины.

Безразмерная гидравлическая проводимость трещины

$$C = (W * k_{prop}) / (x * k_{form})$$

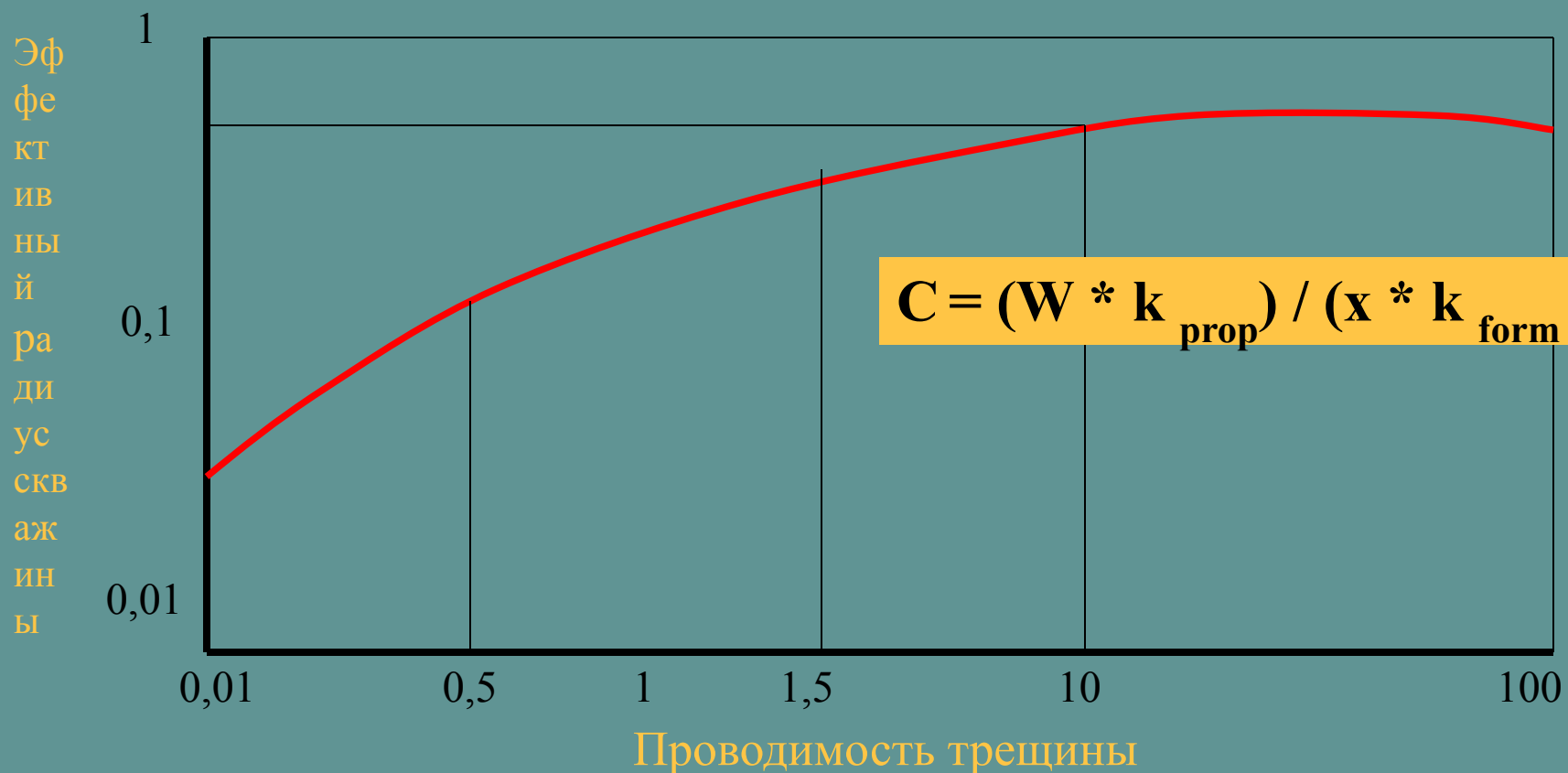
W – раскрытие трещины ,

k_{prop} – проницаемость пропантной набивки ,

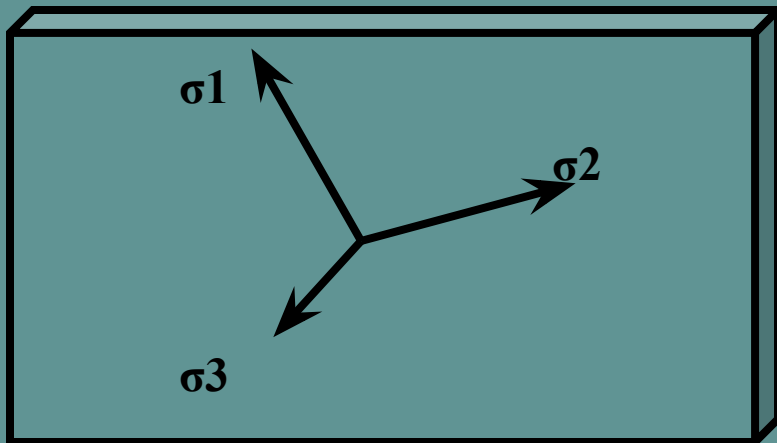
x – полудлина трещины ,

k_{form} – проницаемость пласта .

Увеличение эффективного радиуса скважины в зависимости от проводимости трещины



Образование трещин гидроразрыва

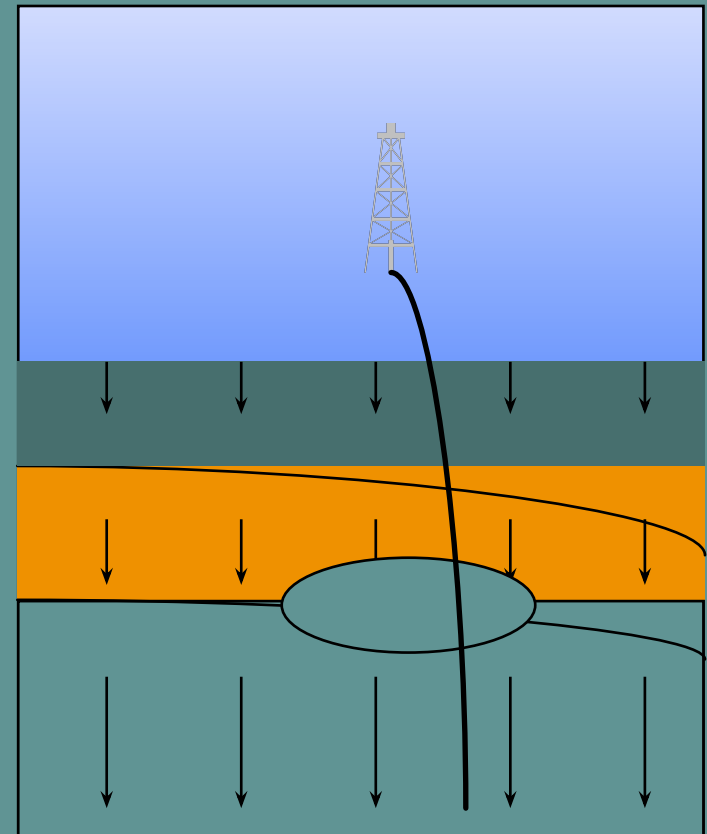


$$\sigma_1 = \rho g H$$

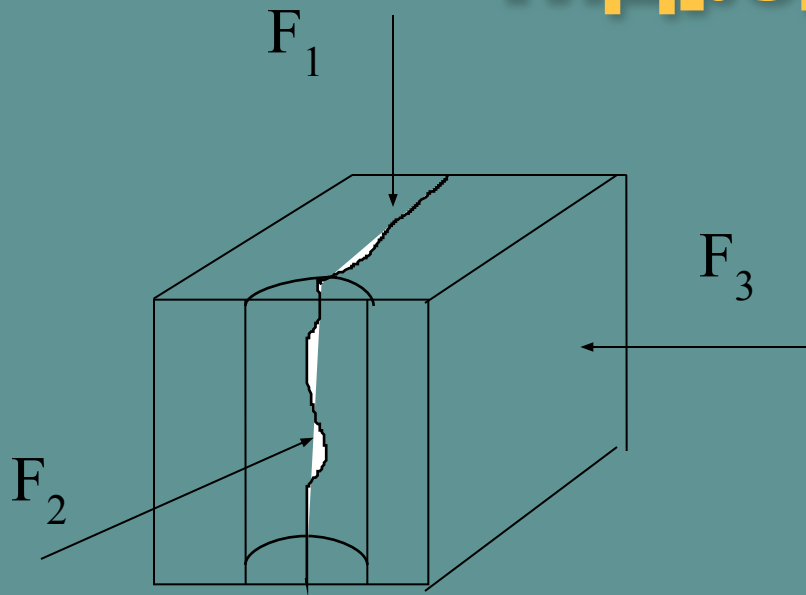
$$\sigma_2 = \sigma_3 = \lambda \rho g H$$

λ - коэфф. бокового распора

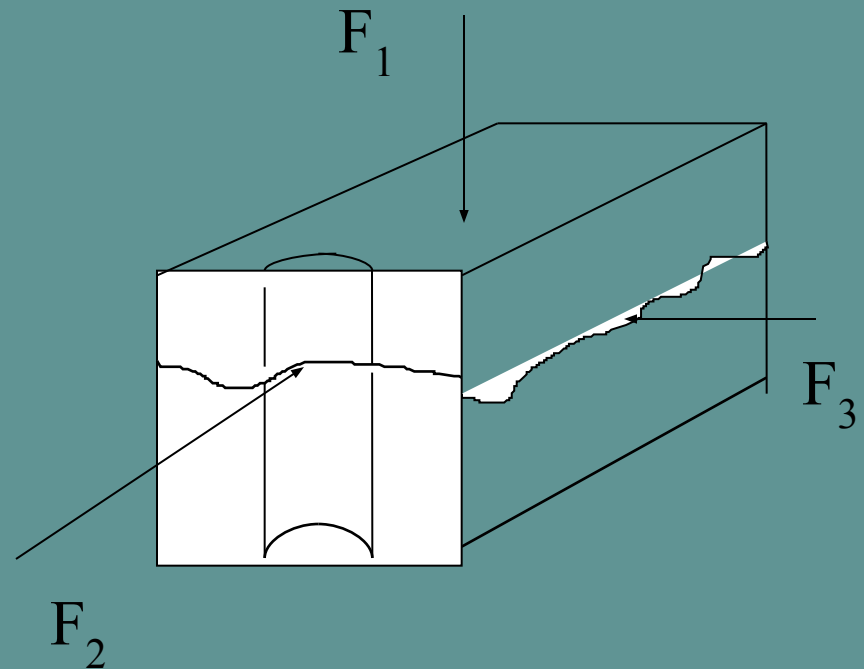
$$\lambda = \nu / (1 - \nu)$$



Образование трещин гидроразрыва



Вертикальная трещина
 $F_1 > F_2 > F_3$



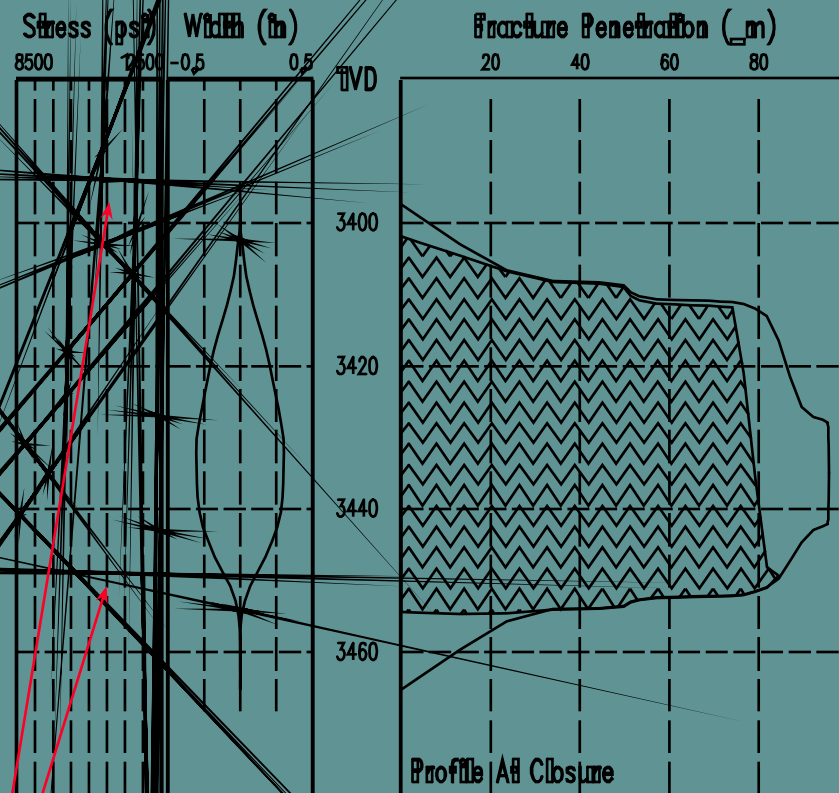
Горизонтальная трещина
 $F_2 > F_1 > F_3$

Образование трещин гидроразрыва

Факторы, сдерживающие рост трещины по вертикали :

- Свойства жидкости.
- Скорость закачки.
- Давление закачки.
- Механические свойства обрабатываемого и смежного с ним пластов.

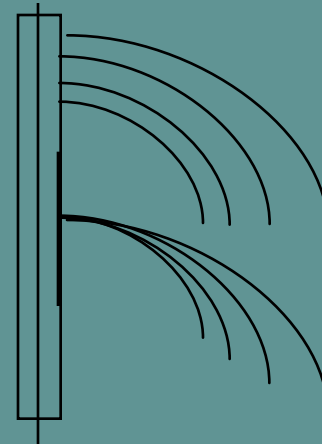
Перемычки



Образование трещин гидроразрыва

Радиальные трещины

- ◆ Контраст напряжений недостаточен: трещина развивается радиально
- ◆ Диаметр = высота = полудлина.
- ◆ Центр у скважины.
- ◆ Давление закачки увеличивается или почти стабилизируется



Перемычка

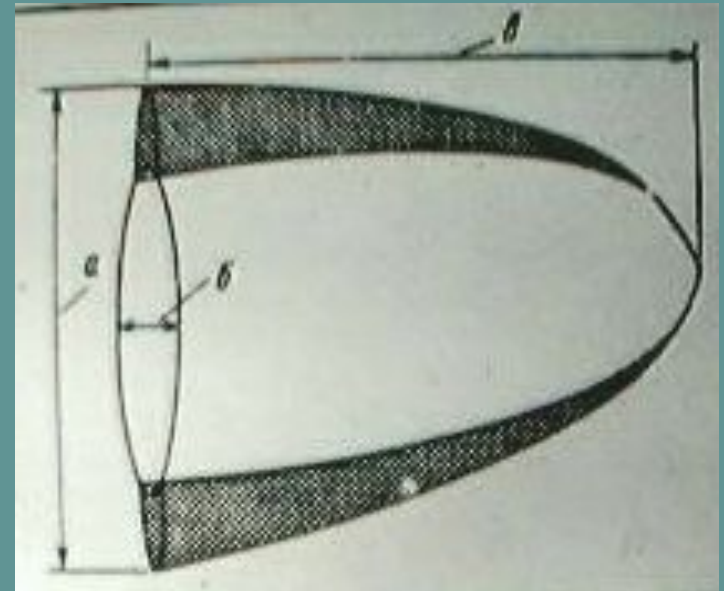


Образование трещин гидроразрыва

Сопротивление течению жидкости ГРП возникает в узких зонах у верхнего и нижнего краев трещины.

Жидкость не проникает в верхние и нижние забитые пропантом края трещины.

Происходит формирование барьеров, ограничивающих развитие трещины по вертикали.



Давление гидроразрыва

Давление гидроразрыва определяется из условия создания гидростатического напора на забое скважины, который должен преодолеть давление вышележащей толщи пород и предел прочности продуктивной породы на разрыв .

$$p_c = q + \sigma_p ,$$

p_c – забойное давление разрыва пласта ,

q – горное давление ,

σ_p – прочность породы на разрыв .

Давление гидроразрыва

Избыточное давление должно обеспечивать три этапа роста трещины :

1. Увеличение трещины до достижения барьеров .
2. Рост трещины в длину в рамках барьеров , ограничивающих вертикальный рост .
3. Рост трещины по высоте , когда давление достигает предела разрыва.

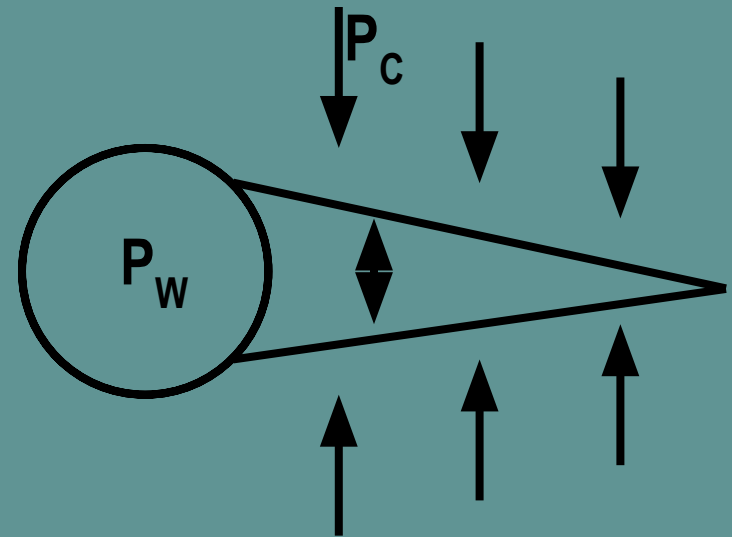
Чистое давление

P_C – давление смыкания

P_W – избыточное давление

Чистое давление :

$$P_{NET} = P_W - P_C$$



$P_{NET} < 0$ Трещина будет закрываться

$P_{NET} > 0$ Трещина будет оставаться открытой



Требования к жидкостям разрыва

- хорошие очищающие свойства ,
- слабая фильтруемость ,
- высокая вязкость,
- низкое давление трения ,
- доступность и невысокая стоимость,
- высокая плотность ,
- способность к утилизации.

Типы жидкостей гидроразрыва

- На водной основе (линейные гели, сшитые гели).
- На нефтяной основе.
- Многофазные или пенистые жидкости (пены, CO_2 , бинарные пены).
- Вискоэластичные сурфактанты.

Жидкости ГРП на водной основе

Основные компоненты :

- Вода.
- Загеливающий агент (гуар).
- Сшивающий реагент.
- Брейкер.
- Пеногасители.
- Бактерициды.
- ПАВ.

Расклинивающий агент

- ◆ Предотвращение смыкания трещины после окончания закачки
- ◆ Сохранение хорошо раскрытой трещины
- ◆ Поддержание высокой проницаемости прохода

Расклинивающий агент

Пропускная способность характеризует возможность трещины транспортировать жидкость к забою скважины.

$$S = kw$$

k – проницаемость (мД),

w – ширина трещины (мм).

Свойства проппанта определяют проницаемость трещины k .

Ширина трещины определена выбором дизайна ГРП



Расклинивающий агент

Вынос проппанта происходит если ширина трещины в 5,5 раз превышает диаметр частиц расклинивающего агента.

Предотвращение выноса проппанта

- Применение технологии TSA
- Применение PropNET



Виды проппанта

- ◆ Кварцевый песок (плотность до $2,65 \text{ г/м}^3$)
- ◆ Песок со смоляным покрытием
- ◆ Проппант средней прочности ($2,7\text{-}3,3 \text{ г/м}^3$)
- ◆ Проппант высокой прочности ($3,2\text{-}3,8 \text{ г/м}^3$)

На степень вдавливания проппанта влияют :

- Прочность проппанта
- Размер частиц проппанта
- Твердость проппанта
- Напряжение закрытия трещины

Свойства проппанта

- ◆ Округлость и сферичность
- ◆ Плотность
- ◆ Объемная плотность
- ◆ Растворимость в кислоте
- ◆ Примеси мелкозернистых частиц
- ◆ Сопротивляемость раздавливанию
- ◆ Сцепляемость

Движение проппанта

- ◆ Через устьевое оборудование
- ◆ Через колонну НКТ
- ◆ Через перфорационные отверстия
- ◆ В трещине

Характер движения проппанта определяется горизонтальной или вертикальной формой трещины.

Скорость движения проппанта :

- * горизонтальная
- * вертикальная (оседание частиц)



Пласт проппанта

- ◆ Оседание проппанта на поверхности породы
- ◆ Увеличение толщины слоя
- ◆ Частицы проппанта не продвигаются дальше в пласт
- ◆ Образуется устойчивый пласт проппанта

Факторы, влияющие на рост пласта проппанта

- ◆ Увеличение ширины трещины->уменьшение скорости->сокращение горизонтального расстояния прохождения проппанта.
- ◆ Повышение t^0 жидкости->снижение вязкости.
- ◆ Флюидные потери->взаимное влияние частиц проппанта->уменьшение V оседания.
- ◆ Охлаждение стенок трещины->увеличение вязкости->"задержанное оседание"

Назначение пакера ГРП

Применение пакера ГРП обеспечивает изоляцию между пластом и затрубным пространством над пакером. Пакер спускается в скважину на 89 мм НКТ и защищает эксплуатационную колонну от воздействия высокого давления при производстве ГРП.

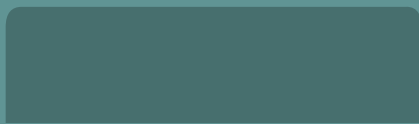
Виды пакеров :

- Positrieve J
- CTST



Подготовка к спуску пакера

- ◆ Геофизические работы для оценки состояния ЭК.
- ◆ АКЦ для оценки состояния цемента.
- ◆ Каротаж водонасыщенности RST.
- ◆ Скребкование интервала установки пакера.
- ◆ Шаблонировка ЭК.
- ◆ Промывка забоя скважины.
- ◆ Повторная перфорация.



Технология спуска пакера

- ◆ Сборка пакера и работы с ним – оператор по пакерам.
- ◆ Спуск пакера на 89 мм НКТ.
- ◆ Скорость спуска не более 300 м/час.
- ◆ Замер и отбраковка НКТ.
- ◆ Очистка и смазка резьб НКТ.
- ◆ Пробная посадка пакера после спуска 300 м НКТ и опрессовка до 120 Атм.

Посадка пакера

- ◆ Индикатор веса – вес НКТ.
- ◆ Приподнять подвеску.
- ◆ Провернуть по часовой стрелке на $\frac{1}{4}$ оборота.
- ◆ Опустить НКТ , проверить снижение веса.
- ◆ Установить и затянуть фланцевые болты.
- ◆ Нагрузка на пакер не более 7,5 тонн.

Причины неудачной посадки пакера

- ◆ Неправильный подбор наружного диаметра посадочного бокса пакера.
- ◆ Слабые или изношенные плашки пакера.
- ◆ Заклинивание позиционера песком.
- ◆ Недостаточно хорошо закреплены трубы.
- ◆ Плохо проработан участок посадки пакера в эксплуатационной колонне.

Методы устранения проблем

- ◆ Спуск пакера соответствующего диаметра
- ◆ Проверить состояние сухарей
- ◆ Проверить состояние и качество пружин
- ◆ Проработать ЭК скрепером и промыть

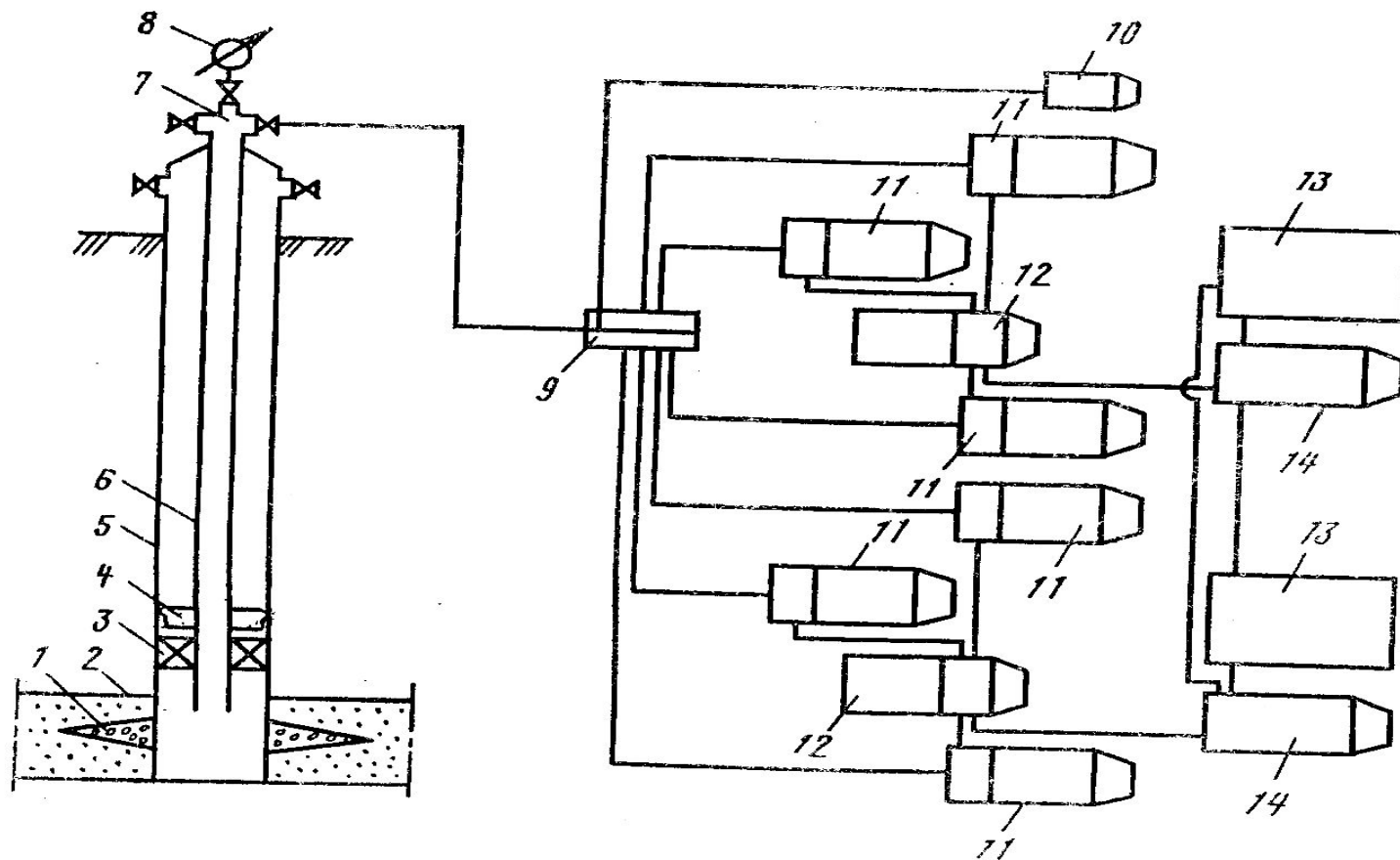
При подъеме пакера необходимо

- ◆ Контролировать вес колонны НКТ.
- ◆ Не превышать максимально допустимую нагрузку на НКТ 89 мм.
- ◆ Не превышать 80 % загрузки подъемника.

Промывка песчаной пробки

- ◆ Спуск 33 и 48 мм НКТ в 89 мм НКТ.
- ◆ Периодическая промывка.
- ◆ Определение верха песчаной пробки.
- ◆ Установка промывочного оборудования.
- ◆ Обратная промывка.
- ◆ Промывка скважины под пакером.
- ◆ Подъем 33 и 48 мм.

Технологическая схема ГРП



Технологическая схема гидравлического разрыва пласта:

1 — трещина разрыва; 2 — продуктивный пласт; 3 — пакер; 4 — якорь; 5 — обсадная колонна; 6 — насосно-компрессорные трубы; 7 — арматура устья; 8 — манометр; 9 — блок манифольдов; 10 — станция контроля и управления процессом; 11 — насосные агрегаты; 12 — пескосмесители; 13 — емкости с технологическими жидкостями; 14 — насосные агрегаты

Техника ГРП

1. ЦА-320.
2. Пожарная машина.
3. Кенворд песковоз.
4. Кенворд хим.фургон.
5. Кенворд блендер.
6. Кенворд насосная установка.
7. Кенворд цемент агрегат.
8. Кенворд-трубовоз.
9. Форд-350 лаборатория.
10. Санитарный фургон.
11. Вакуумная установка.

Мощность гидроразрыва

- ◆ $NHP = (Q * P) / 0,44$
- ◆ Q – скорость закачки , м³ / мин
- ◆ P – давление закачки , Атм

Мощность ГРП => количество насосных агрегатов