

Реконструкция и восстановление скважин

- 2018 г. -

СТРУКТУРА КУРСА

1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О РЕКОНСТРУКЦИИ, ВОССТАНОВЛЕНИЮ И РЕМОНТУ СКВАЖИН
2. ПРОДУКТИВНОСТЬ СКВАЖИНЫ
3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СКВАЖИН
4. КЛАССИФИКАТОР РЕМОНТНЫХ РАБОТ
5. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПЕРЕД ПРОВЕДЕНИЕМ РЕМОНТНЫХ РАБОТ
6. ОБОРУДОВАНИЕ, ИНСТРУМЕНТ, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РЕМОНТНЫХ РАБОТ
7. НАСОСНО - КОМПРЕССОРНЫЕ ТРУБЫ, ЗАБОЙНЫЕ ДВИГАТЕЛИ, БУРОВЫЕ ДОЛА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ПРОЦЕССЕ РЕМОНТНЫХ РАБОТ
8. СПУСКО-ПОДЪЕМНЫЕ ОПЕРАЦИИ
9. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ
10. РЕМОНТНО-ИЗОЛЯЦИОННЫЕ РАБОТЫ
11. ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ СКВАЖИН
12. ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙ
13. КОНСЕРВАЦИЯ И ЛИКВИДАЦИЯ СКВАЖИН

1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ

- ◆ Текущий ремонт скважин - комплекс работ по восстановлению работоспособности внутрискважинного оборудования и работ по изменению режима и способа эксплуатации скважины.
- ◆ Капитальный ремонт скважин - комплекс работ по восстановлению работоспособности скважин и повышению нефтеотдачи пластов, промышленной, экологической безопасности и безопасности пользования недрами.
- ◆ Реконструкция скважин - комплекс работ по восстановлению работоспособности скважин, связанный с изменением их конструкции (полная замена эксплуатационной колонны с изменением ее диаметра, толщины стенки, механических свойств).

1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ

Текущий ремонт включает в себя такие виды работ, как:

- ◆ оснащение скважин скважинным оборудованием при вводе в эксплуатацию;
- ◆ перевод скважин на другой способ эксплуатации;
- ◆ оптимизация режима эксплуатации скважин;
- ◆ ремонт скважин, оборудованных погружными насосами;
- ◆ ремонт фонтанных скважин (ревизия, смена НКТ, устьевое оборудования);
- ◆ ремонт газлифтных скважин;
- ◆ ревизия и смена оборудования артезианских, поглощающих и стендовых скважин;
- ◆ очистка, промывка забоя и ствола скважины;
- ◆ опытные работы по испытанию новых видов подземного оборудования.

1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ

Капитальный ремонт включает в себя такие виды работ, как:

- ♦ восстановление технических характеристик обсадных колонн, цементного кольца, призабойной зоны, интервала перфорации;
- ♦ восстановление работоспособности скважины, утраченной в результате аварии или инцидента;
- ♦ спуск и подъем оборудования для отдельной эксплуатации пластов и закачки различных агентов в пласты;
- ♦ воздействие на продуктивный пласт физическими, химическими, биохимическими и другими методами (гидроразрыв пласта, гидropескоструйная перфорация, гидромеханическая щелевая перфорация, солянокислотная обработка пласта и другие технологические операции);
- ♦ зарезка боковых стволов и проводка горизонтальных участков в продуктивном пласте (без полной замены обсадной колонны);
- ♦ изоляция одних и приобщение других горизонтов;
- ♦ перевод скважин по другому назначению;
- ♦ исследование скважин;
- ♦ ликвидация скважин.

1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ

что собой представляет технология Реконструкция скважин

Реконструкция – в переводе с латинского означает «Коренное переустройство, перестройка с целью улучшения».

- ◆ Жизненный цикл любых скважин не безграничен. Это связано с износом системы. Через время потребуются реконструкция нефтяных скважин. Период, который называется жизненным циклом конструкций, включает в себя:
- ◆ инженерно-геологические изыскания;
- ◆ проектирование;
- ◆ строительные работы;
- ◆ эксплуатация места бурения;
- ◆ ликвидация.

Использование скважин предусматривает существенные изменения применяемого наземного и подземного оснащения. Это связано потребностями, которые касаются непосредственно добычи сырья в определенном пласте горных пород. При эксплуатации ожидается моральный и физический износ оборудования и всей технической подсистемы. А это приводит к снижению производственного уровня. Потому со временем придется проводить восстановление скважины.

Реконструкция и восстановление скважин – что это такое?

Восстановление – это целый комплекс процедур работы над скважиной. Он включает в себя:

- ♦ ремонт;
- ♦ реконструкцию;
- ♦ техническое перевооружение системы.
- ♦ Рассматриваемому понятию можно дать несколько определений. Наиболее точным с точки зрения нормативных актов будет следующее: **реконструкция – это процесс, представляющий изменение характеристик объекта капитального строительства. При этом может затрагиваться, как часть сооружений и зданий, так и проводиться комплексная работа, затрагивающая всю площадь места бурения.** Изменяются показатели производительности, объемов и качества инженерного оснащения.
- ♦ **Важно! Стоит понимать, что изменение любого из параметров скважины – это уже ее реконструкция.**

1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ

Реконструкция скважин

Забурирование новых (боковых) стволов в обсаженных скважинах производится в следующих случаях:

- ♦ ликвидация аварий, инцидентов и осложнений (снятие эксплуатационной колонны, заклинивание инструмента, незапланированное цементирование колонны бурильных или лифтовых труб и другие), возникших в процессе бурения, эксплуатации скважины или при проведении ремонтных работ;
- ♦ вскрытие дополнительных продуктивных мощностей путем проводки ответвлений (в том числе горизонтальных) из пробуренных стволов скважин;
- ♦ восстановление бездействующего фонда скважин, в том числе ранее ликвидированных по техническим или иным причинам (при достаточной сохранности крепи скважины и экономической целесообразности), с целью вскрытия новым стволом участков с неизвлеченными запасами углеводородного сырья.

2. ПРОДУКТИВНОСТЬ СКВАЖИНЫ

Продуктивность — это коэффициент, характеризующий возможности скважины по добыче нефти.

По определению коэффициент **продуктивности** — это отношение дебита скважины к депрессии:

$$n = Q / \Delta P,$$

где n — коэффициент **продуктивности**

Q — дебит скважины [м³/сут],

$\Delta P = P_{пл} - P_{заб}$ — депрессия [МПа],

$P_{пл}$ — пластовое давление [МПа],

$P_{заб}$ — забойное давление [МПа].

3. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СКВАЖИНЫ

Производительность скважины - это то возможное количество жидкости или газа, которое мы можем добыть из скважины.

Производительность скважины определяется дебитом.

Факторы влияющие на производительность нефтяной скважины:

- Проницаемость пласта,
- Вязкость нефти,
- Разница между пластовым и забойным давлением,

3. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СКВАЖИНЫ

Инженер всегда должен знать, какие меры нужно предпринять, чтобы заставить скважину работать с наибольшей отдачей?

Как и что нужно сделать, чтобы не причинить ей ущерб?

3. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СКВАЖИНЫ

Специалист по ремонту и обслуживанию скважин, должен владеть процессом механизированной добычи,

- должен знать:
- причины повреждения скважин;
- практические методы ремонта скважины, которые наилучшим образом приведут:
 - ❖ к правильному выбору, подготовке и запуску скважинного оборудования;
 - ❖ увеличению его сроков эксплуатации;
 - ❖ снижению повреждений скважин и, тем самым, обеспечат максимальную продуктивность.

Вопрос:

кто должен выбирать скважины и соответствующие технологии для проведения работ по интенсификации добычи?

Ответ:

этим должны заниматься не поставщик услуг или добывающая компания в отдельности, а оба вместе.

Категории скважин для интенсификации

Первая - это скважины-кандидаты на интенсификацию добычи, находящиеся на заключительном этапе своей эксплуатации; возможно, они уже близки к истощению, однако стоят того, чтобы обратить на них внимание.

Вторая - это продуктивные скважины, обладающие существенным потенциалом повышения продуктивности при грамотном применении соответствующих технологий.

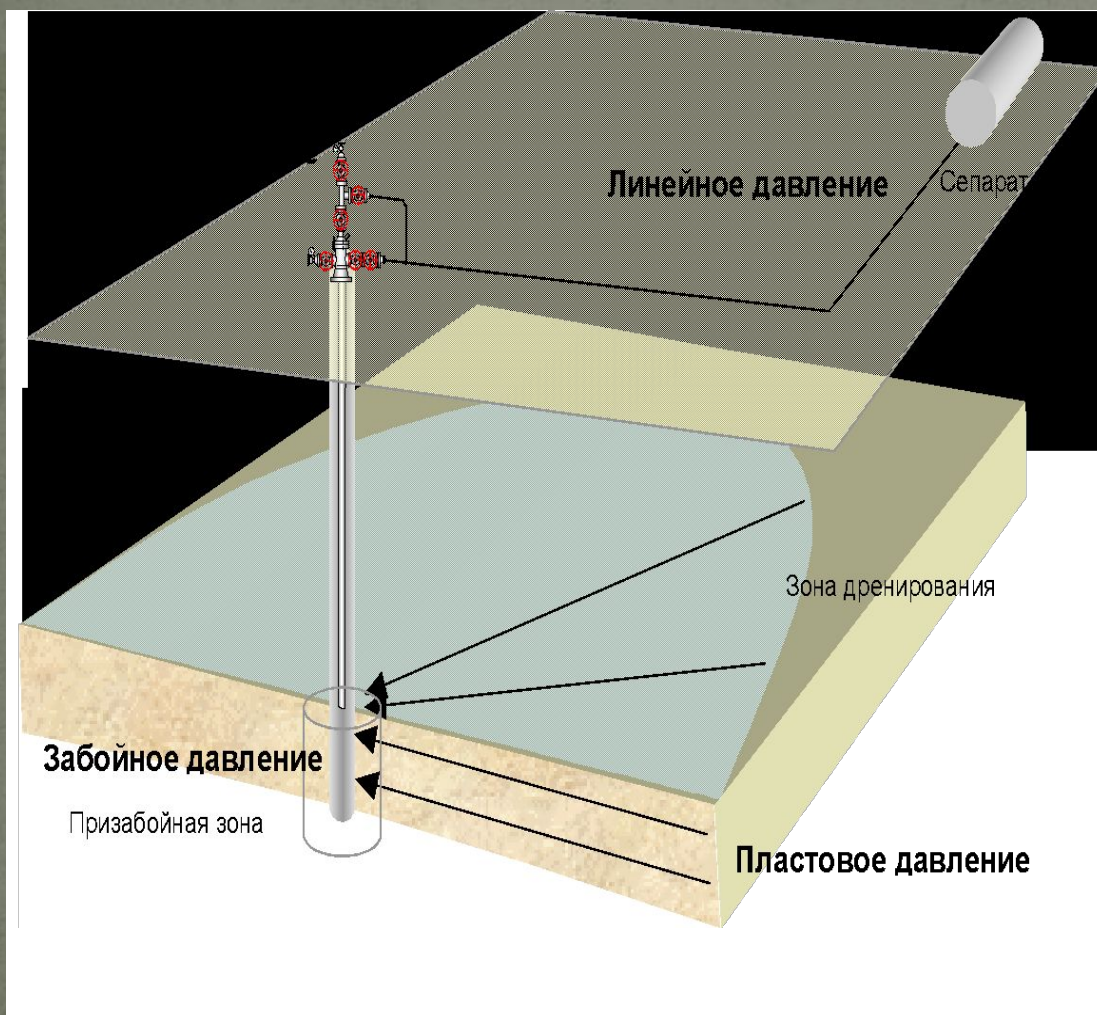
При выборе методов повышения продуктивности на конкретных скважинах нужно учитывать:

- ☐ Какие методы были успешно применены ранее?
- ☐ Имеется ли новая технология, которую можно было бы попробовать ?
- ☐ Какова вероятность снижения достигнутого уровня добычи по сравнению с вероятностью достижения нового уровня добычи ?
- ☐ Имеем ли мы дело всего лишь с разовой попыткой в данном регионе или могут существовать и другие возможности ?
- ☐ Оправдан ли соответствующий риск?

Как скважина дает нефть

Свой путь поток пластовой жидкости начинает из зоны дренирования. Под действием перепада давления между пластовым и забойным давлением, устремляется по пласту к скважине. Дальнейшее движение флюида связано с его подъемом на поверхность и движением по сборным трубопроводам до ДНС, где происходит сепарация и «дожим» жидкости дальше для подготовки. Таким образом, процесс добычи осуществляется на трех участках: ПЛАСТЕ, ЛИФТЕ, СБОРНОМ ТРУБОПРОВОДЕ.

Течение флюида в системе пласт - скважина – сборные коллекторы

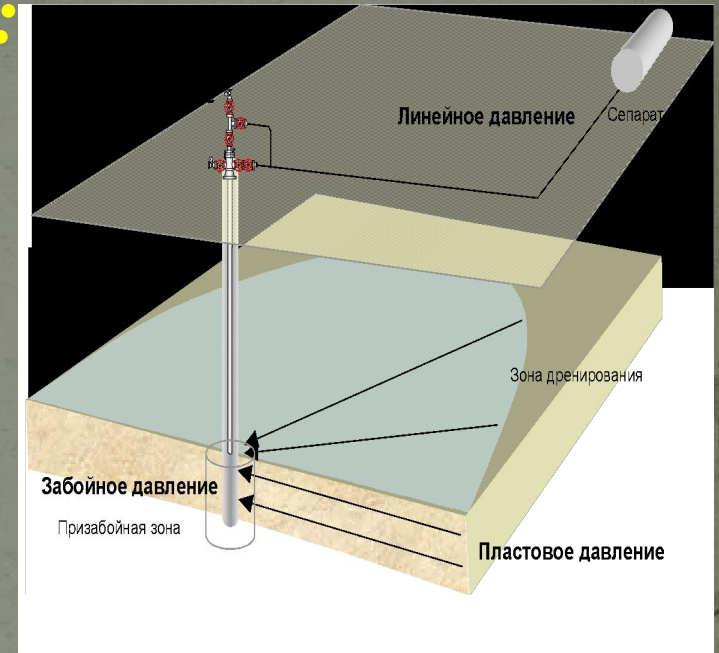


Три типа потерь давления связаны с продуктивностью скважины:

- в пласте;
- в НКТ;
- на устье и инженерных сооружениях.

Четыре вида давления влияет на работу скважины:

- пластовое давление;
- забойное давление;
- устьевое (буферное) давление;
- линейное давление.



Перепад давления в системе будет изменяться с течением времени работы коллектора. Все точки, от зоны дренирования пласта до сепаратора называются узлами, а проведение анализа влияния изменения давления на производительность системы называется узловым анализом **NODAL**.

Как движется нефть в пласте?

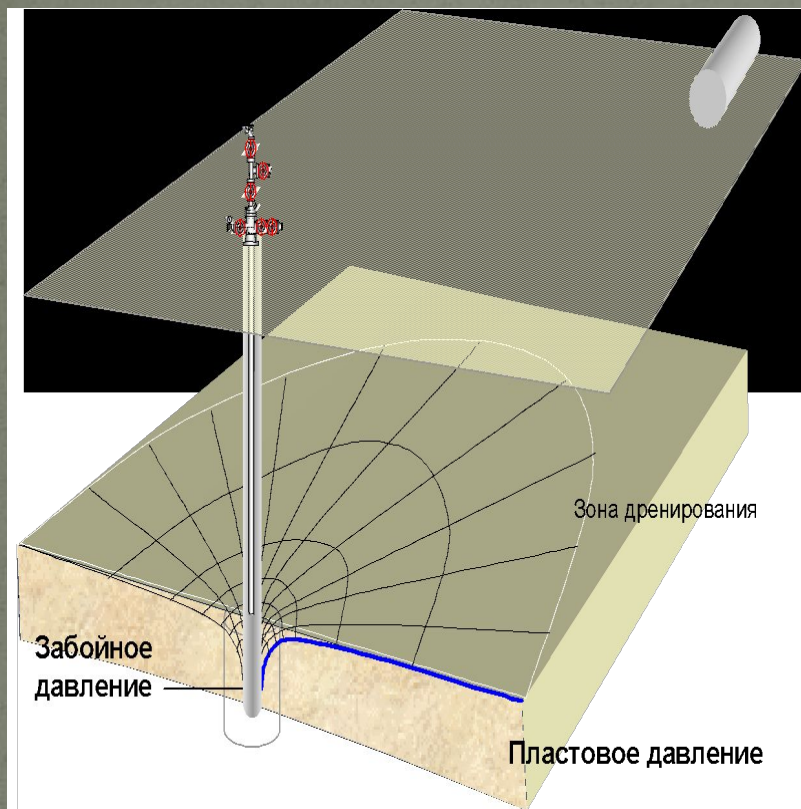


Рис.1.3. Воронка депрессии

Движение нефти в пласте, вызванное депрессией, начинается с радиуса дренирования скважины, и осуществляется радиально от зоны дренирования к стволу скважины по простиранию и параллельными потоками по профилю пласта. По мере движения пластовой жидкости к стволу скважины ее поток увеличивается и так же растет давление гидродинамического сопротивления. Наибольшего значения оно достигает в призабойной зоне пласта (ПЗП).

Депрессионная воронка

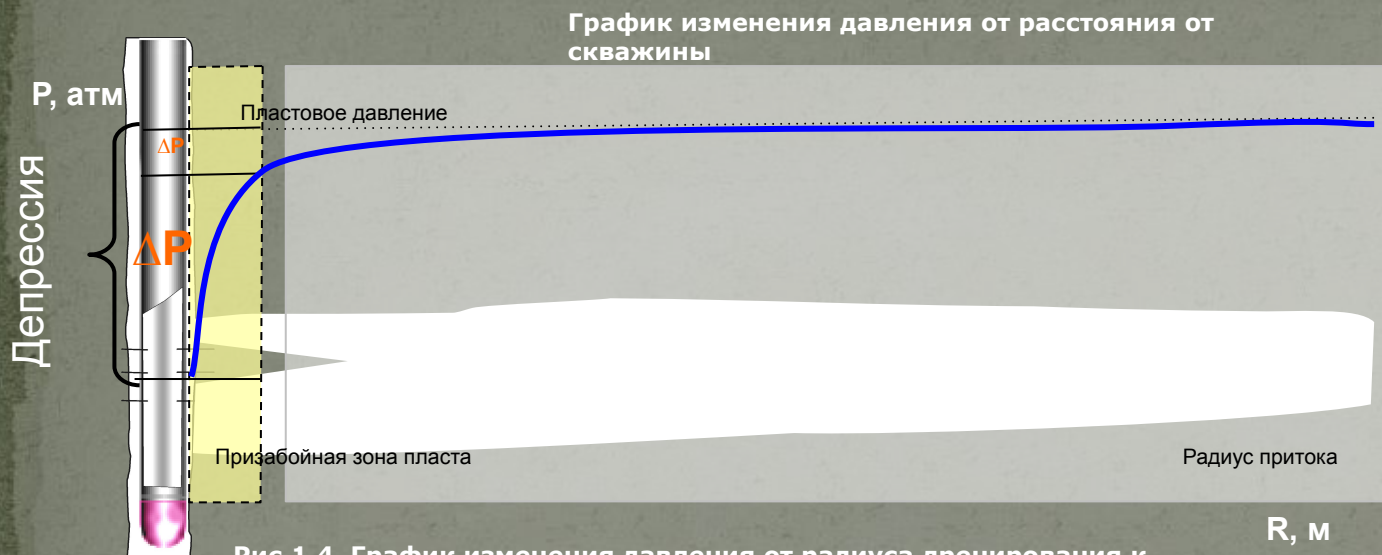


Рис.1.4. График изменения давления от радиуса дренирования к скважине

Большой перепад давления в ПЗП приводит к различным явлениям:

- выпадению солей,
- выносу в скважину твердых частиц пород пласта,
- образованию отложений смол, асфальтенов,
- возникновению турбулентного движения жидкости и т.д.

Решающую роль в определении величины дебита скважины по жидкости играет забойное давление - **чем ниже забойное давление, тем больше дебит скважины.**

Депрессионная воронка

- Депрессионная воронка пластового давления - зона пониженного давления, образующаяся вокруг работающей скважины.
- При остановке скважины пластовое давление восстанавливается и д.в.п.д постепенно исчезает.
- Динамическое пластовое давление устанавливается в скважине тем быстрее, чем выше коэффициент продуктивности скважины и коэффициент пьезопроводности пласта.

Закон Дарси

Движение жидкости в фильтрационной среде (пласте-коллекторе) достаточно хорошо изучено и происходит по закону Дарси и характеризуется формулой:

$$Q_{\text{ж}} = k_{\text{пр}} (P_{\text{пл}} - P_{\text{заб}}),$$

дебит скважины прямо пропорционален депрессии.

Скин - фактор

Все явления ухудшающие условия фильтрации жидкости из пласта называются скин – фактором.

Любые преграды, мешающие течению флюида, в пласте называются СКИНом.

Проблемы, связанные с нарушением течения в подъемнике, устьевом оборудовании, сборном коллекторе называются псевдо-скинами.

Скин - фактор

СКИН породы-коллектора в природных условиях равен 0.

При нанесении ущербов естественным коллекторским свойствам в момент вскрытия пласта, эксплуатации или ремонте скважин – величина СКИНа становится больше 0.

В результате проведения обработок ПЗП, приводящих к улучшению коллекторских характеристик (ГРП, кислотные обработки и др.) СКИН может принимать отрицательные значения.

Что такое интенсификация и оптимизация?

Оптимизация

$$Q_n = \frac{kh(P_{пл} - P_{заб})}{18,4\mu_n\beta_n(\ln \frac{r_{др}}{r_{скв}} - 0,75 + S)}$$

Интенсификация

Коэффициент проницаемости и мощность пласта, величины, отражающие природные факторы и в связи с этим не изменяются с течением времени.

Величина пластового давления при нашем уровне разработки поддерживается постоянной за счет работы системы ППД, она также с течением времени изменяется достаточно мало.

Что такое интенсификация и оптимизация?

Оптимизация

$$Q_n = \frac{kh(P_{пл} - P_{заб})}{18,4\mu_n\beta_n \left(\ln \frac{r_{др}}{r_{скв}} - 0,75 + S \right)}$$

Интенсификация

Вязкость флюида и объемный коэффициент величины тоже постоянные, радиус скважины и радиус дренирования также не подвергаются изменениям.

Таким образом, только два параметра – забойное давление и скин влияют напрямую на производительность скважины.

Что такое интенсификация и оптимизация?

Оптимизация

$$Q_n = \frac{kh(P_{пл} - P_{заб})}{18,4\mu_n\beta_n \left(\ln \frac{r_{др}}{r_{скв}} - 0,75 + S \right)}$$

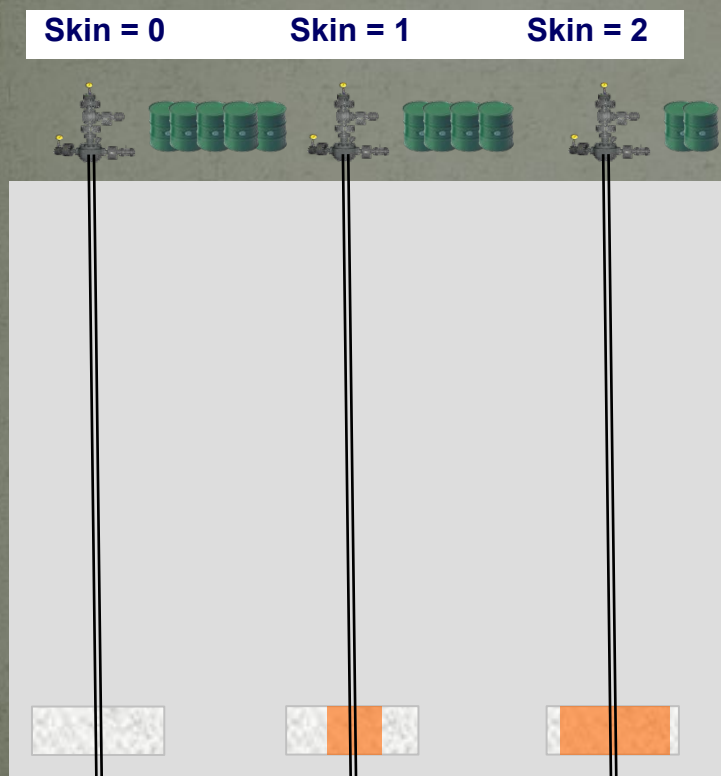
Интенсификация

Работы, проводимые в призабойной зоне пласта для уменьшения скин, называются **интенсификацией добычи нефти.**

Мероприятия, связанные с уменьшением забойного давления, направлены на **оптимизацию работы**

Что такое повреждение пласта?

Это условие, при котором создаются "барьеры" для притока к стволу скважины пластовой жидкости, что ведет к более низкому, чем предполагалось, дебиту или снижению эффективности закачки.



Скин-фактор является мерой повреждений пласта.

Увеличение СКИН - фактора означает снижение продуктивности скважины.

Рис. 1.8. Величина СКИНа в зависимости от повреждения пласта.

Как мы способствуем повреждению пласта?

Повреждение призабойной зоны пласта может наступать при различных технологических операциях на скважине:

- первичное вскрытие продуктивного пласта при бурении скважины;
- во время крепления ствола скважины;
- во время заканчивания (освоения) скважины;
- во время проведения ремонтных работ;
- в течение эксплуатации скважины.

Что происходит со вскрытым пластом при бурении?



Фильтрационный раствор вызывает повреждения путем физического закупоривания пор, возникающих при набухании глинистых частиц.

Наименьшее воздействие KCl, РУО, биополимеры

Какие повреждения возникают при креплении, заканчивании скважин и ремонте?

Ущерб, наносимые пласту при цементировании

Особенности цементного раствора
Значительно большее противодавление на пласт;
Повышенная фильтруемость цементного раствора;
Фильтрат цементного раствора насыщен ионами Ca^{++} ;

Выпадение солей кальция в осадок при взаимодействии фильтрата цементного раствора и пластовой воды

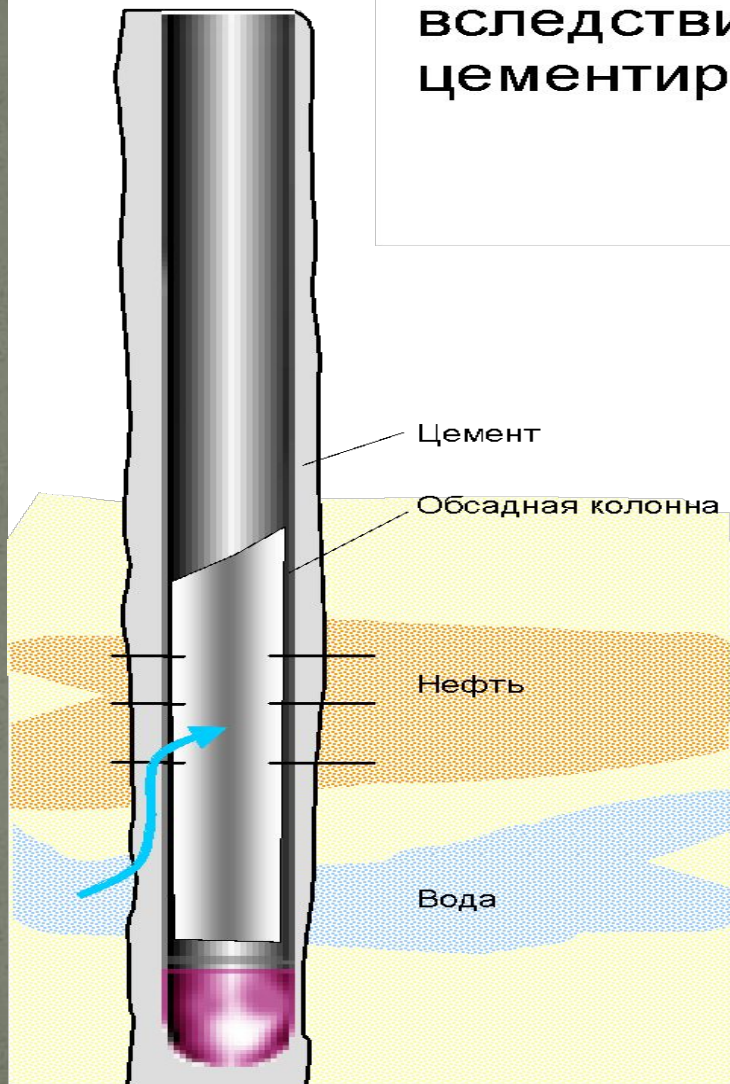
Кольматация каналов частицами цементного раствора

Набухание глинистых частиц пласта в фильтрате цементного раствора

Плотность цементного раствора значительно больше, чем плотность бурового раствора, следовательно, значительно больше репрессия на пласт, и, соответственно, глубина проникновения фильтрата в пласт.

Плохой цементаж

Перетоки воды
вследствие плохого
цементирования



Твердые частицы, содержащиеся в жидкости, могут так же проникать в пласт и вызывать физическое закупоривание.

Не отцентрированная колонна

Последствия неправильного центрирования

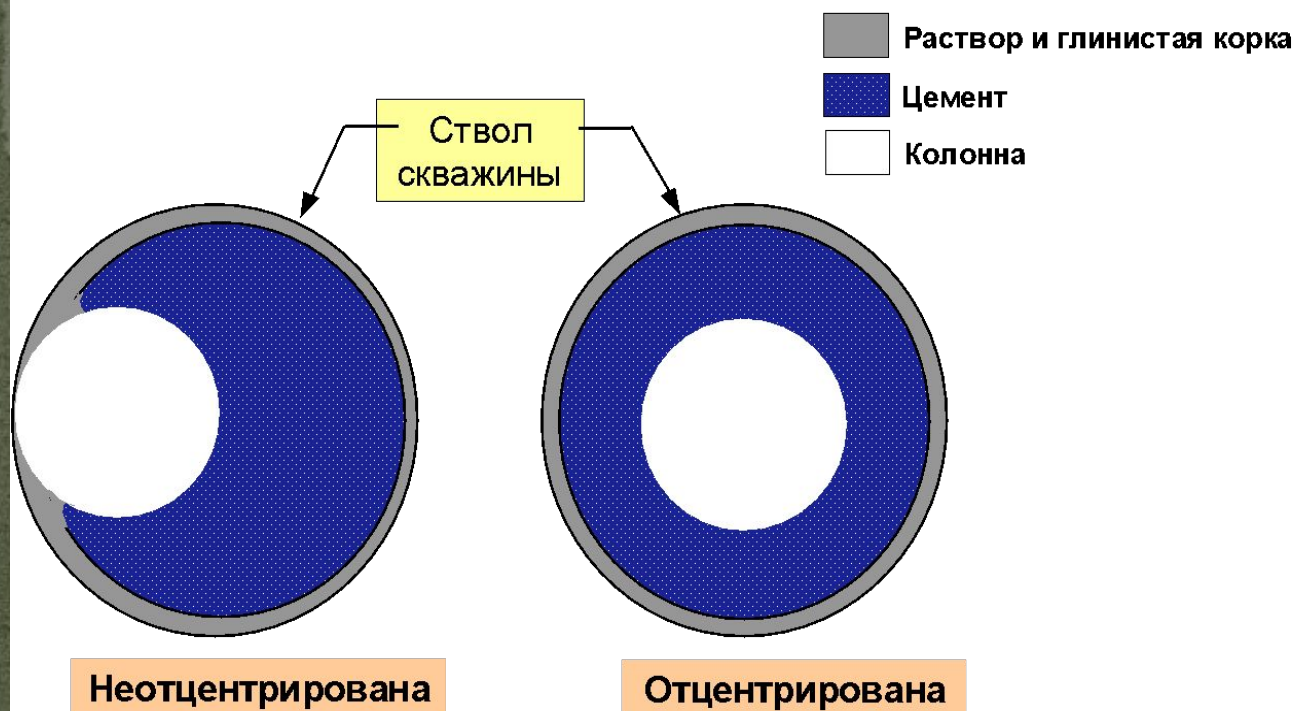


Рис. 1.11. Последствия неправильного цементирования

Жидкость или газ может проникнуть в ствол скважины и повлиять на ее продуктивность.

Что происходит при перфорации?

Ущерб, наносимый пласту при перфорации

Особенности процесса перфорации

Перфорация осуществляется на репрессии;
Продукты разрушения колонны, цем. камня, породы устремляются в тоннель;
Возникает система трещин...

Загрязненная зона

Глубина перфорационного тоннеля меньше загрязненной зоны

Продукты разрушения породы, нагар, окалина перекрывают поровое пространство

Выпадение солей при взаимодействии жидкости заканчивания и пластовой воды

Набухание глинистых частиц пласта при взаимодействии с раствором заканчивания

Продуктивность скважины во многом зависит не только от того, насколько глубоко перфорационный тоннель проникает через поврежденную зону, но и насколько эффективно частицы от выстрела удалены из этого тоннеля.

Какие проблемы возникают во время ремонта скважин?

Ущерб, наносимый пласту при ремонтных работах

Особенности ремонта скважин

Низкие пластовые давления;
Противодавление на пласт;
Некачественное приготовление растворов глушения;
Малые зазоры скважинного оборудования в колонне, высокие скорости спуска;

Насыщение жидкостью глушения пласта при СПО увеличивает степень фазовой проницаемости для воды.

Выпадение солей при взаимодействии жидкости глушения и пластовой воды

Набухание глинистых частиц пласта при взаимодействии с раствором глушения

Засорение пор твердыми частицами раствора глушения

Водяные мосты перекрывают поровые каналы

В условиях репрессии в пласт проникает жидкость глушения, действие которой на глинистые частицы пласта может вызвать кольматацию порового пространства.

Какие ущербы возникают при эксплуатации скважины?

Ущерб, наносимые пласту при эксплуатации скважины

Особенности эксплуатации скважины:
Приток описан законом Дарси - Вогеля;
Течение флюида за счет депрессии;
Плоско-радиальный приток;
Логарифмическая зависимость изменения давления от радиуса дренирования до скважины;

Призабойная зона пласта ПЗП обусловлена резким падением давления от пластового до забойного.

Выпадение солей в результате резкого падения давления в ПЗП

Возникновение завихрений (турбулентия)

Засорение пор взвешенными частицами (ил, песок) КВЧ

Асфальтосмолопарафиноотложения АСПО

Методы повышения дебитов скважин

В процессе эксплуатации нефтяных скважин, неизбежно постепенное падение их дебитов.

В связи с этим интенсификация добычи нефти является важнейшей задачей, стоящей перед добывающими предприятиями. Методов повышения дебитов скважин существует множество, мы же рассмотрим некоторые из них, эффективность которых доказана практикой.

Какие способы существуют для увеличения проницаемости ПЗП?

Проницаемость призабойной зоны продуктивного пласта увеличивают за счет применения различных методов:

- ◆ химических;
- ◆ механических (гидравлический разрыв пласта, с помощью импульсно-ударного воздействия и взрывов);
- ◆ тепловых (паротепловая обработка, электропрогрев);
- ◆ их комбинирование.

Кислотная обработка

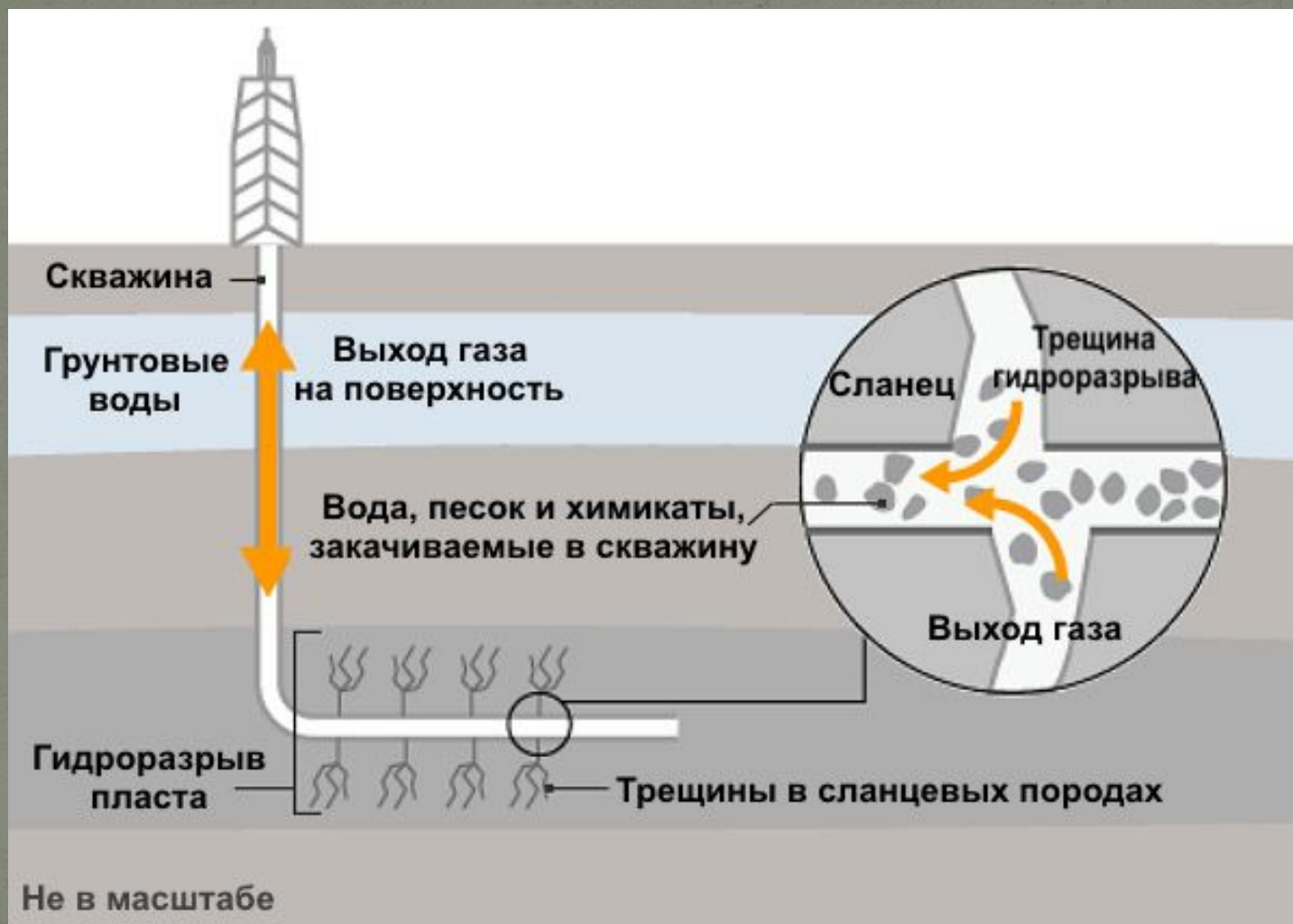
Подача на забой скважины под определенным давлением растворов кислот.

Растворы кислот под давлением проникают в имеющиеся в пласте мелкие поры и трещины и расширяют их в карбонатных коллекторах, и очищают поровое пространство в терригенных.

Для кислотной обработки применяют в основном водные растворы соляной и плавиковой (фтористоводородной) кислоты. Технологический процесс кислотной обработки скважин включает следующие операции:

- заполнения скважины кислотным раствором;
- продавливание кислотного раствора в пласт при герметизации устья скважины;
- после окончания процесса продавливания скважину оставляют на некоторое время под давлением для реагирования кислоты с породами продуктивного пласта;
- удаление продуктов реакции.

Гидравлический разрыв пласта (ГРП)



Гидравлический разрыв пласта (ГРП)

Суть методики заключается в создании с помощью закачивания с поверхности жидкости такого давления в забое скважины, величина которого превышает горное (вес лежащих над продуктивным пластом пород). Продуктивный пласт разрывается по плоскостям с минимальными напряжениями, а продолжение закачивания приводит к увеличению размеров образовавшейся трещины.

Вторым этапом этой методики является доставка в трещину с этой же жидкостью проппанта (специального расклинивающего агента). Он позволяет удержать трещину раскрытой даже после того, как избыточное давление будет снято.

Гидравлический разрыв пласта (ГРП)

Жидкости для ГРП бывают:

- водными;
- углеводородными;
- пенообразующими;
- реагентными (на основе кислот или в виде самораспадающегося геля).

Основными видами гидравлического разрыва пласта являются:
однократный ГРП (образуется одна трещина);
многократный ГРП (несколько трещин);
направленный ГРП.

По такому критерию, как дальность разрыва, ГРП бывает:
локальным (размер трещины от 5-ти до 15-ти метров, объем проппанта – от 3-х до 5-ти тонн);
глубоко проникающим (размер трещины – от 15-ти до 100 метров, объем проппанта – до 100 тонн).
массированным (трещина – более 100 метров, объем проппанта – больше ста тонн).

Технология азотно-импульсной обработки скважин

Эта технология подразумевает избирательное воздействие на самые нефтенасыщенные участки пласта импульсами повышенного давления, создаваемыми газогенераторами.

Эффект от применения этого способа объясняется восстановлением фильтрационных свойств в породах прискважинной зоны.

Импульсы разрушают закупоривающие образования, что позволяет увеличить проницаемость обрабатываемой зоны.

Эту технологию применяют на низкодебитных или простаивающих скважинах, а также для увеличения производительности скважин нагнетательного типа.

Волновое воздействие объёмного характера на месторождение

Эта методика подразумевает создание на поверхности нефтяного месторождения специальных монохроматических колебаний с заданной амплитудой, которые распространяются расходящимся конусом от земной поверхности до продуктивного пласта, захватывая при этом зону радиусом от полутора до трех километров от точки начального воздействия.

Эту технологию применяют для интенсификации нефтедобычи и увеличения нефтеотдачи продуктивных пластов неоднородной структуры (например, карбонатных и терригенных коллекторов с разной проницаемостью). Применение возможно на различных стадиях эксплуатации промысла, но при этом обводненность и выработанность месторождения не должна превышать 70-ти процентов.

Этот способ позволяет увеличить нефтедобычу в среднем на 33 с половиной процента.

Углубленная перфорация

- В зону пласта спускается мощный перфоратор специальной конструкции, который пробивает критическую зону пласта и дает возможность флюиду проходить ПЗП по новым каналам. Существуют технологии (ПГД), когда за счет энергии пороховых газов, в пласте образуются новые трещины.
- Щелевая перфорация.

Тепловое воздействие на призабойную зону

Используют в том случае, если добываемая нефть содержит смолы или парафины. Существует несколько видов теплового воздействия:

- электротепловая обработка;
- закачка в скважину горячих жидкостей;
- паротепловая обработка.

Другие методы воздействия на призабойную зону

- Акустическая обработка нефтяных скважин

Суть этой технологии – преобразование электроэнергии переменного тока в другой вид энергии (энергию упругих волн);

- Интенсификация нефтедобычи путем щелевой разгрузки прискважинной зоны нефтеносного пласта;
- Обработка нефтяных скважин специальными реагентами

Реагентами выступают различные минеральные и органические вещества, как в твердой, так и в жидкой фазе;

- Электрическая обработка нефтяных скважин

Технология предназначена для уменьшения уровня обводненности добываемого сырья и восстановления производительности добывающих скважин, а также для отсекаания газовых конусов и для восстановления производительности скважин нагнетательного типа.

Выбор стимуляции определяется от формы нарушений

Нарушения	Пути устранения
Выпадение твердых осадков (песок, глина)	Механические методы (ГРП, углубленная перфорация) Химические методы (применение кислот)
Выпадение в осадок солей	Химические методы (применение кислот, растворителей)
Возникновение асфальтосмолопарафиноотложений АСПО	Химические методы (закачка растворителей) Тепловые методы Механические методы (ГРП, углубленная перфорация)
Загрязнение илом	Механические методы (ГРП, углубленная перфорация) Химические методы (применение кислот)
Возникновение водяных мостов	Химические методы (закачка ПАВ)
Возникновение турбулентного режима течения жидкости	Изменение режима течения Химические методы (закачка ПАВ) Механические методы (доп. перфорация)
Низкая природная проницаемость пласта	ГРП