

**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НЕФТИ И ГАЗА имени И.М. ГУБКИНА**

Особенности разработки и обустройства морских месторождений нефти и газа

**Тема лекции:
Методы увеличения нефтеотдачи
пластов**

**Москва
2014**

Этапы разработки месторождения

I этап
Разбуривание
Доразведка

II этап
Постоянная
добыча

III этап
Падающая
добыча

IV
Добыча на
истощение

Добыча жидкости

Добыча нефти

Количество скважин

Нет воды
Добыто 10%
НИЗ

Рост
обводненности
Добыто 25%
НИЗ

Обводненность
до 90%
Добыто 70%
НИЗ

Окончание добычи
определяется
рентабельностью

Годы

0

5

10

15

20

Этапы разработки месторождения

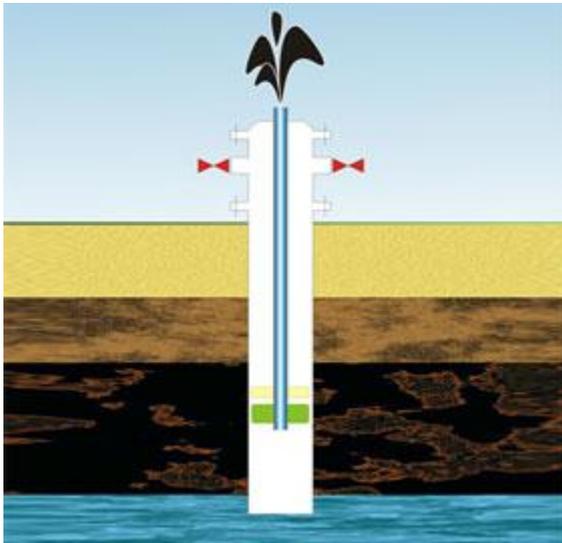
С целью повышения экономической эффективности и снижения капитальных вложений весь срок разработки месторождения принято делить на три основных этапа:

Первый этап - используется естественная энергия пласта (энергия законтурных вод, газовой шапки, растворенного газа, упругая энергия).

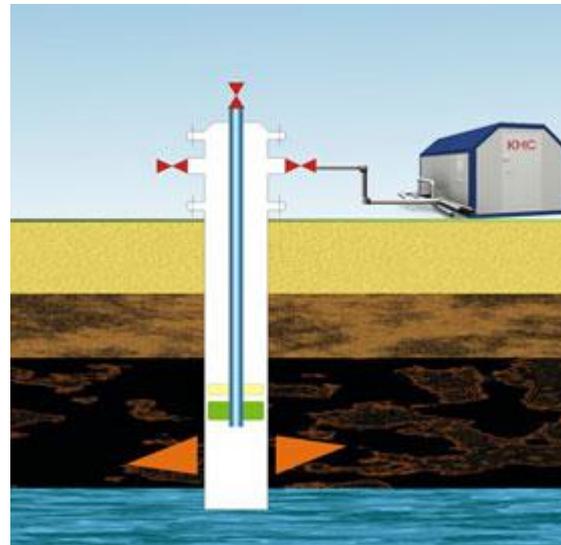
Второй этап - реализуются методы поддержания пластового давления путем закачки воды или газа. Это вторичные методы добычи нефти.

Третий этап - для повышения эффективности разработки месторождений применяются методы увеличения нефтеотдачи (МУН).

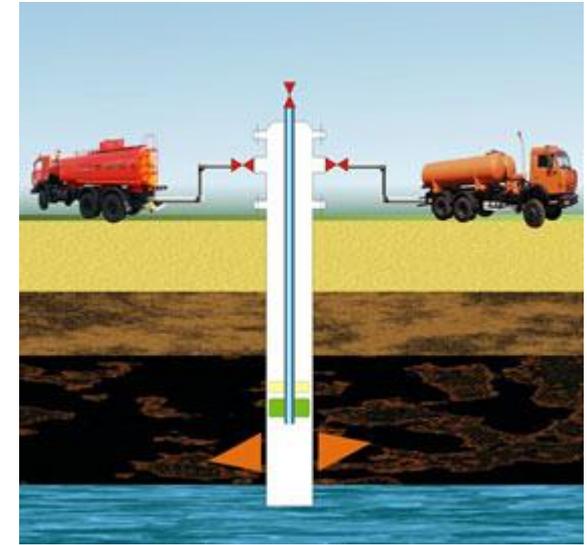
1. Естественная энергия пласта



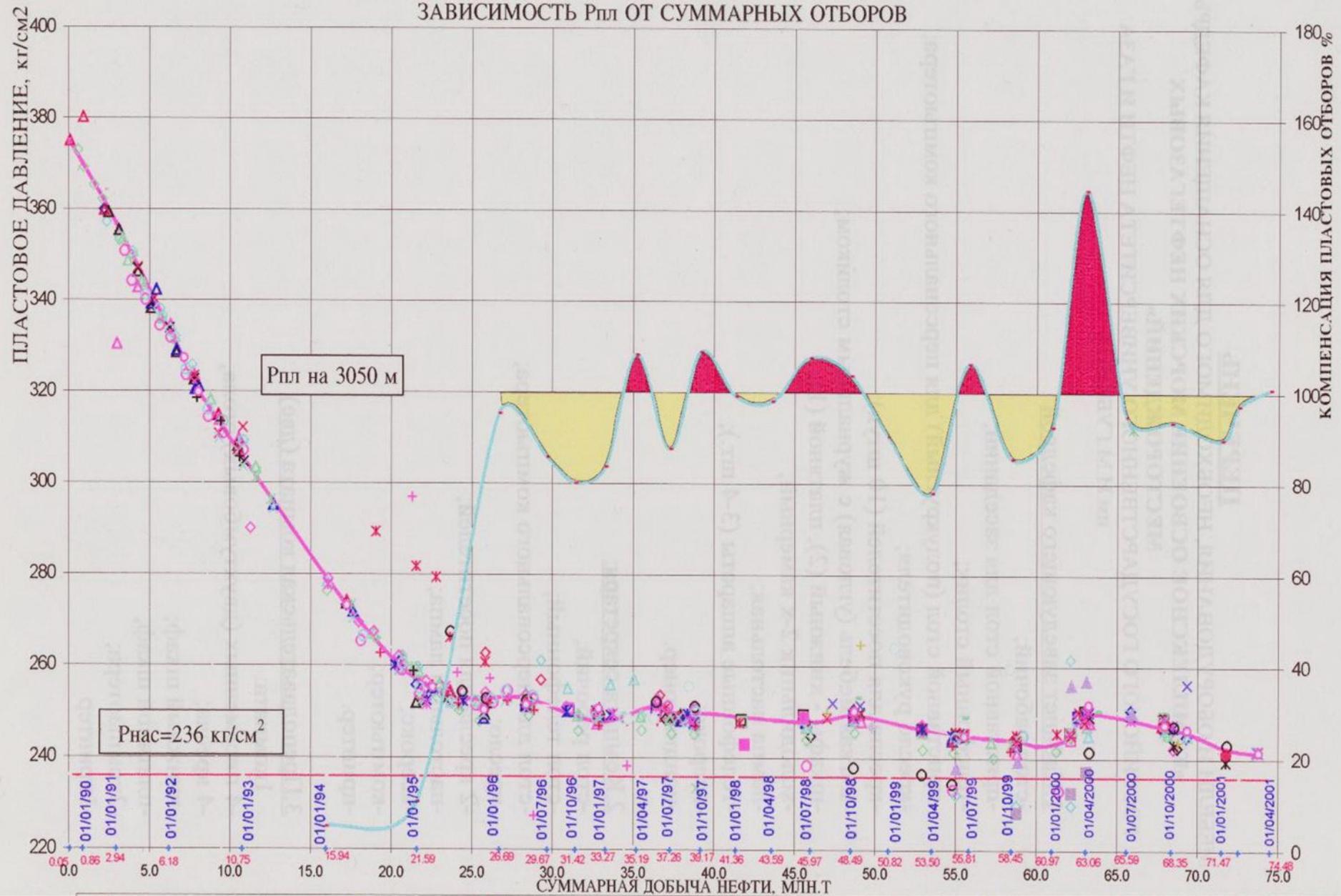
2. Закачка воды, газа



3. Методы увеличения нефтеотдачи



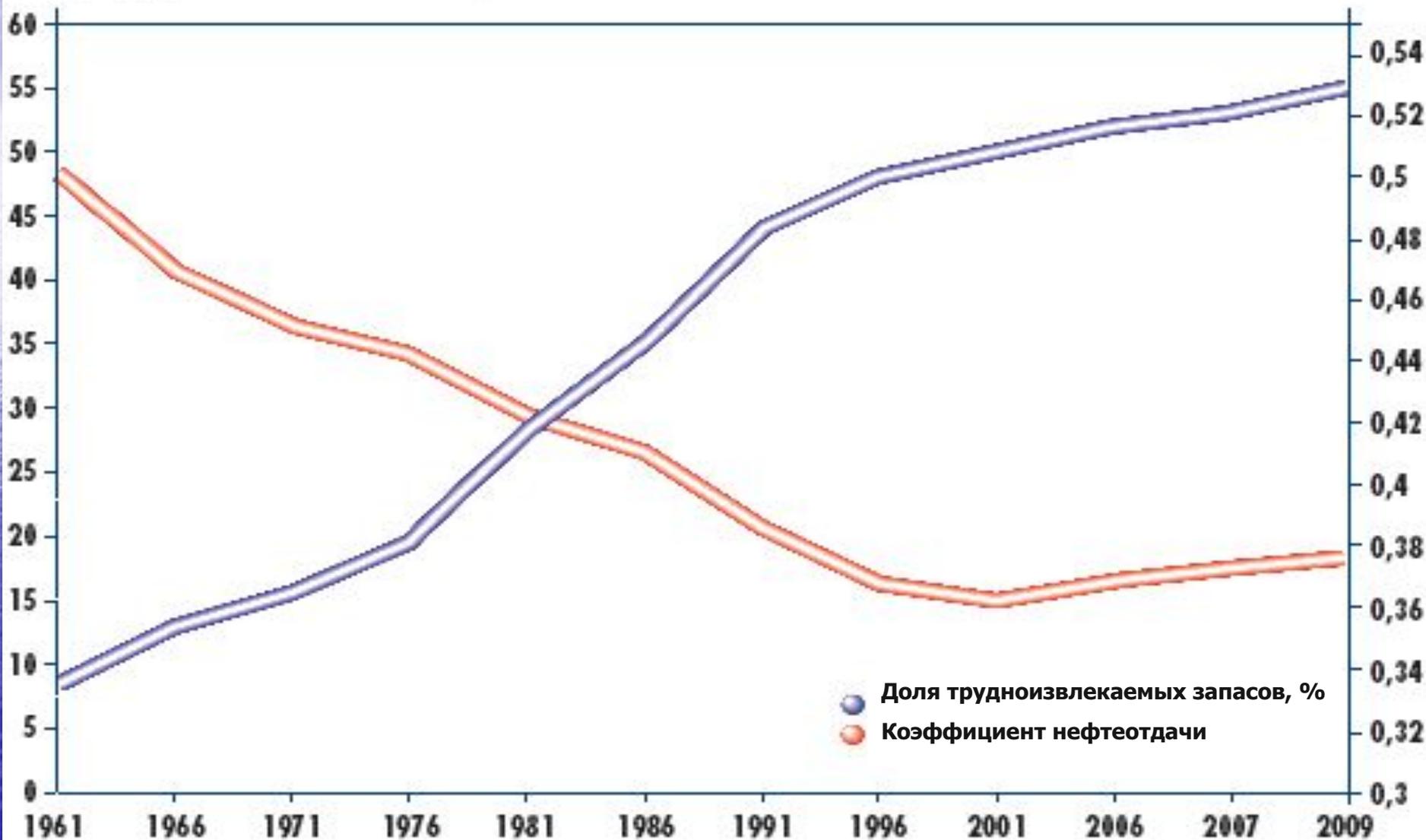
Динамика пластового давления (залежь фундамента месторождения Белый Тигр, шельф Вьетнама)



Динамика трудноизвлекаемых запасов нефти и коэффициента нефтеотдачи в России

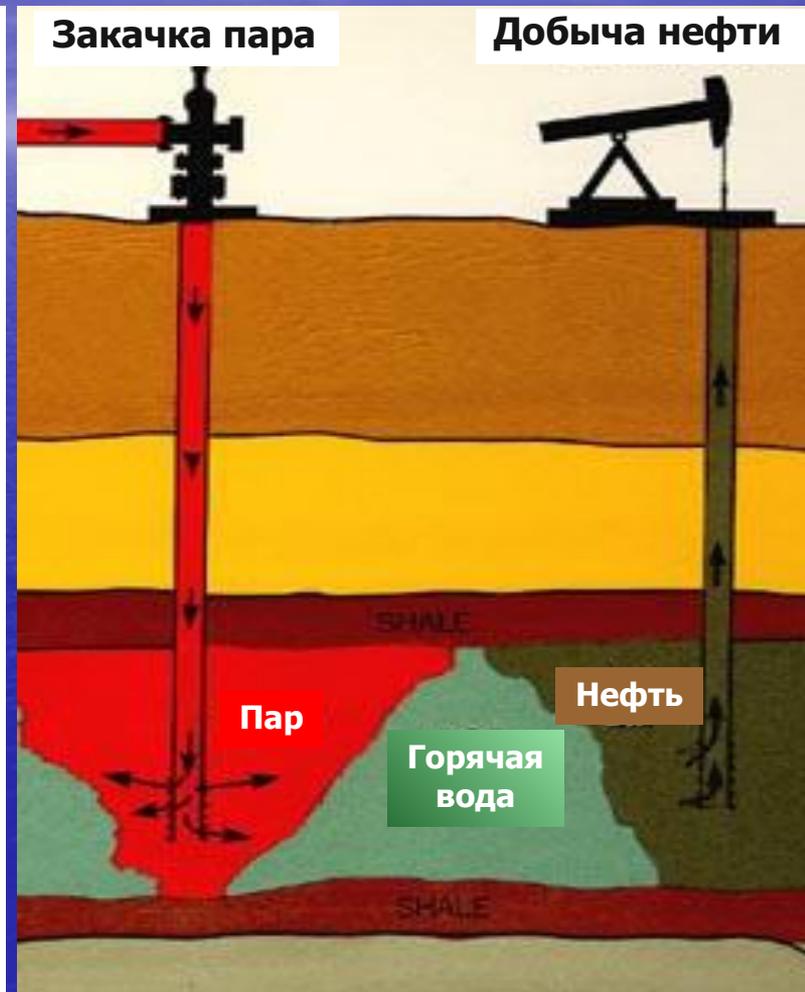
Доля трудноизвлекаемых запасов, %

Коэффициент нефтеотдачи

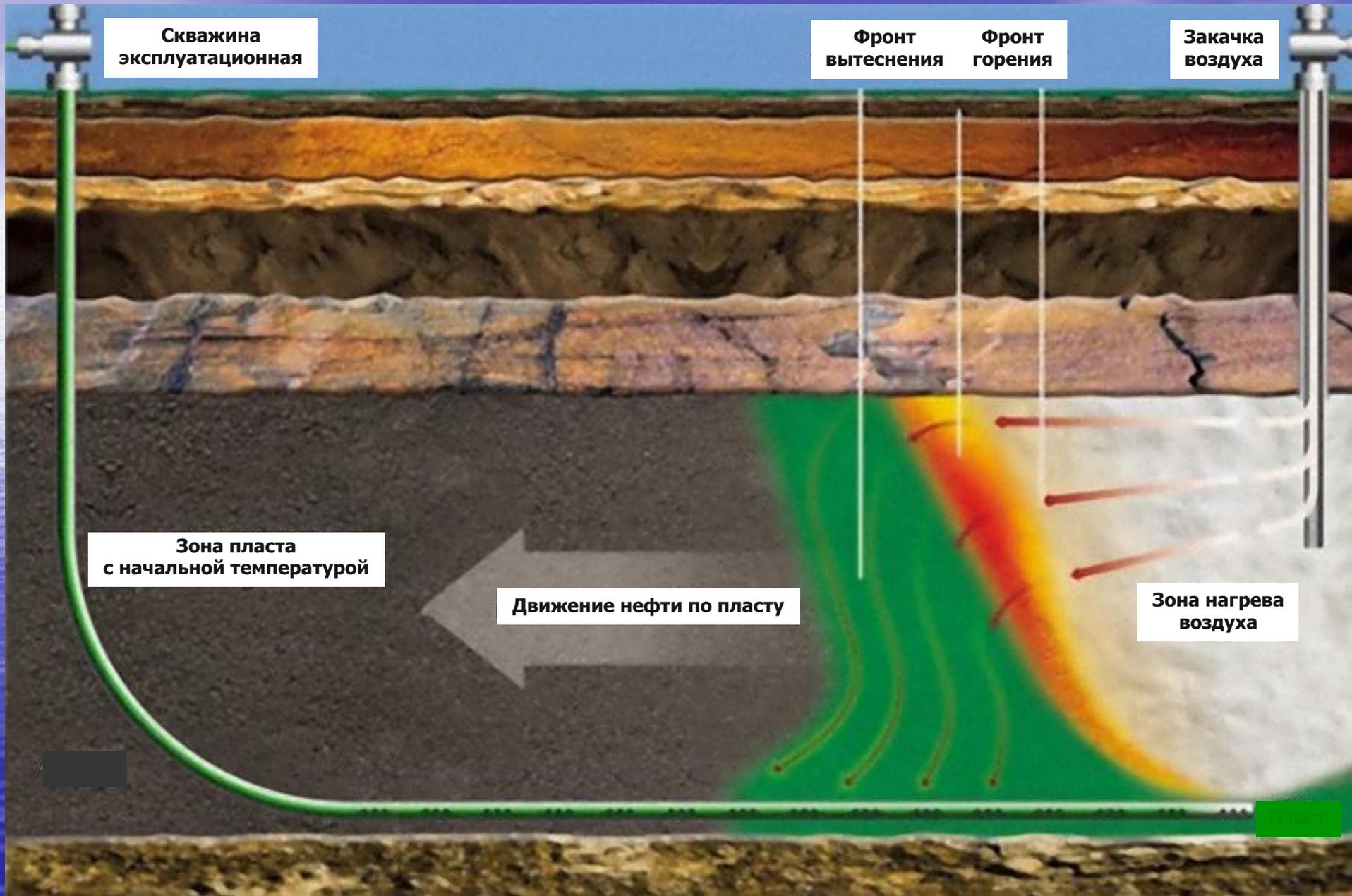


Тепловые методы увеличения нефтеотдачи

- паротепловое воздействие
- внутрипластовое горение
- вытеснение горячей водой
- пароциклические обработки

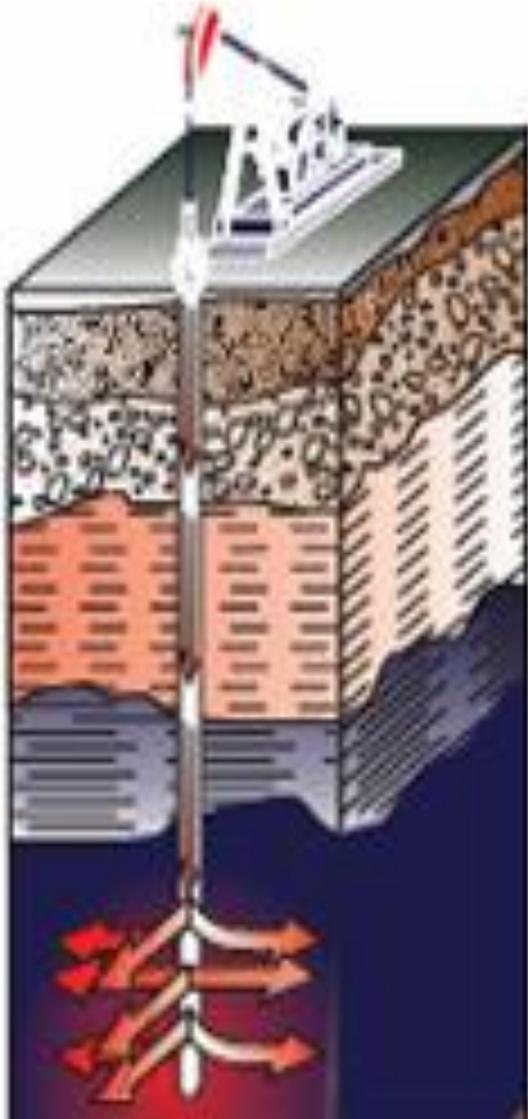


Внутрипластовое горение

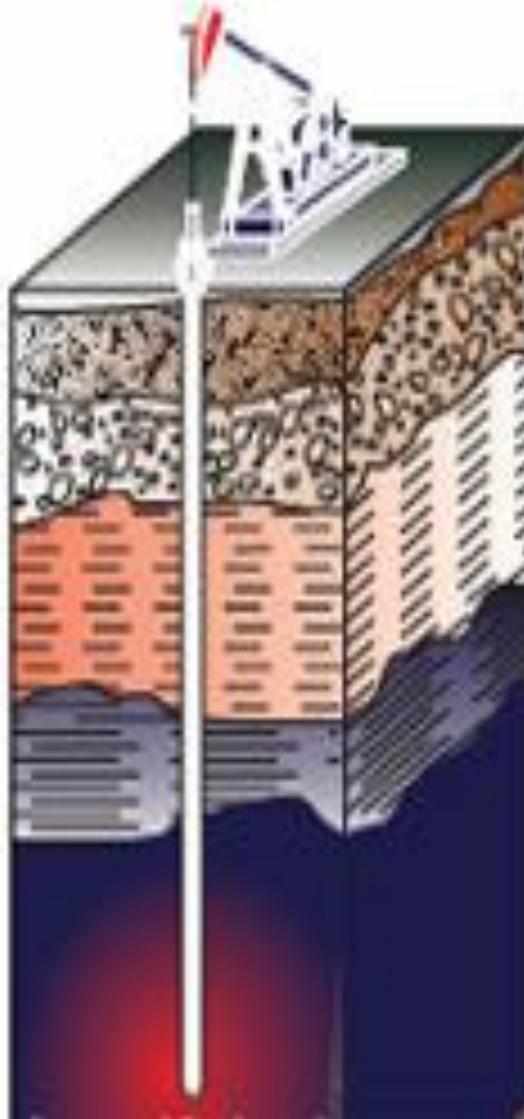


Пароциклические закачки

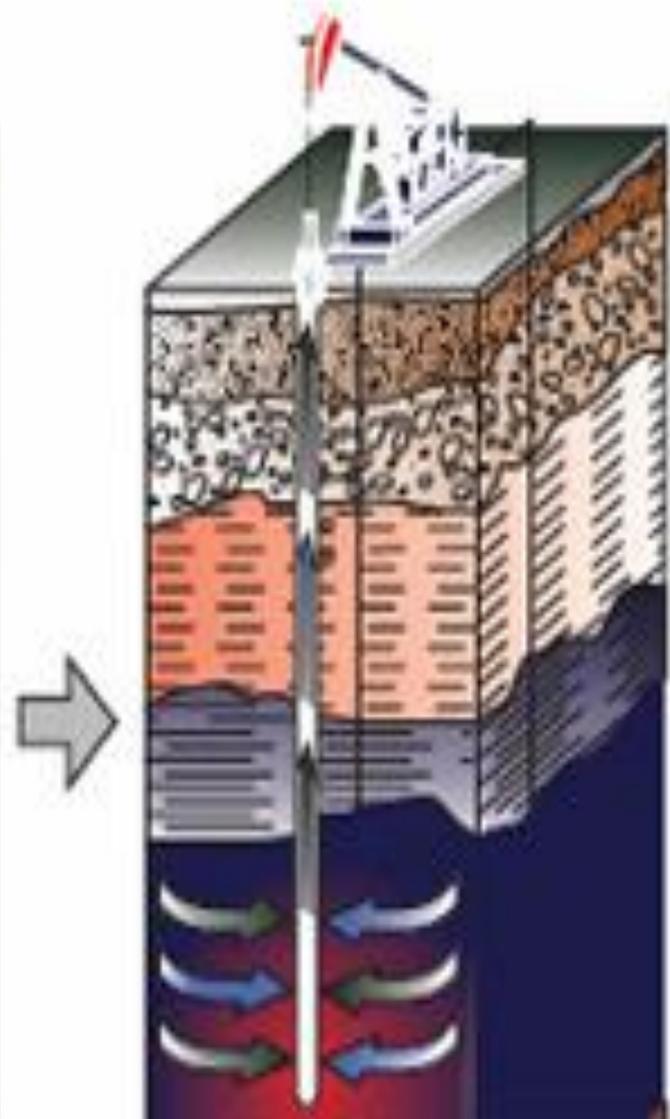
**Стадия 1
Закачка пара**



**Стадия 2
Выдержка**



**Стадия 3
Добыча нефти**



Газовые методы увеличения нефтеотдачи

- **закачка углеводородного газа (в т.ч. ШФЛУ)**
- **воздействие на пласт двуокисью углерода**
- **закачка воздуха в пласт**
- **закачка азота, дымовых газов и др.**

Закачка воздуха – за счет низкотемпературных внутрипластовых окислительных процессов обеспечивает образование эффективных вытесняющих агентов. В результате непосредственно в пласте образуется газовый агент, содержащий азот, углекислый газ и ШФЛУ.

Закачка двуокиси углерода - и уменьшает межфазное натяжение, что увеличивает фазовую проницаемость нефти и способствует отмыву пленочной нефти. При растворении в нефти CO_2 вязкость нефти уменьшается, плотность повышается, а объем увеличивается.

Воздействие на пласт азотом, дымовыми газами и др. - метод основан на горении твердого пороха в жидкости. Он сочетает тепловое механическое и химическое воздействие. Образующиеся газы под давлением (до 100 МПа) вытесняют из ствола в пласт жидкость, которая расширяет естественные и создает новые трещины, а нагретые до 250°C пороховые газы, проникая в пласт, расплавляют парафин и смолы.

Химические методы увеличения нефтеотдачи

- вытеснение нефти растворами полимеров
- вытеснение нефти водными растворами ПАВ
- вытеснение нефти щелочными растворами
- вытеснение нефти кислотами
- вытеснение нефти композициями химических реагентов (ВУС, мицеллярные растворы и др.)
- микробиологическое воздействие

Полимерное заводнение занимает ведущее место в химических методах воздействия на пласт. Закачка полимерной оторочки обеспечивают выравнивание профиля притока и увеличивает охват пласта при заводнении.

Заводнение водными растворами ПАВ направлено на снижение поверхностного натяжения на границе «нефть – вода», увеличение подвижности нефти и улучшение вытеснения ее водой.

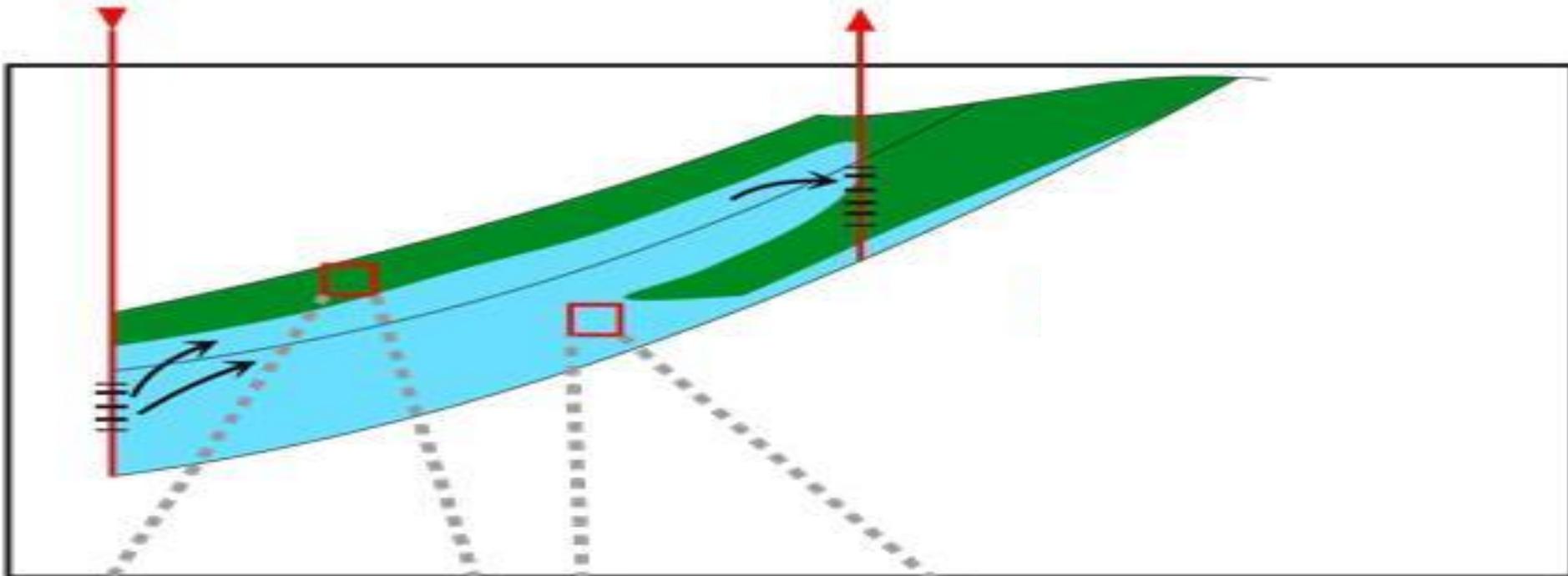
Щелочное заводнение основано на снижении поверхностного натяжения на границе нефти с раствором щелочи. При этом образуются высоковязкие эмульсии, способные выравнивать профиль притока. Эффективно для нефти высокой вязкости и неоднородных пластов.

Микроорганизмы в отличие от химических реагентов, теряющих активность в результате разбавления, способны к размножению и усилению биохимической активности в зависимости от физико-химических условий среды.

Вытеснение нефти водой из порового пространства

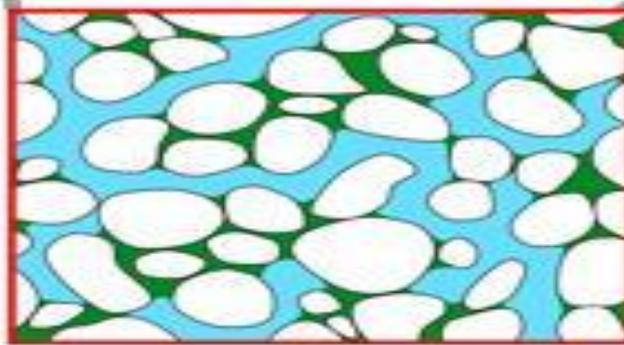
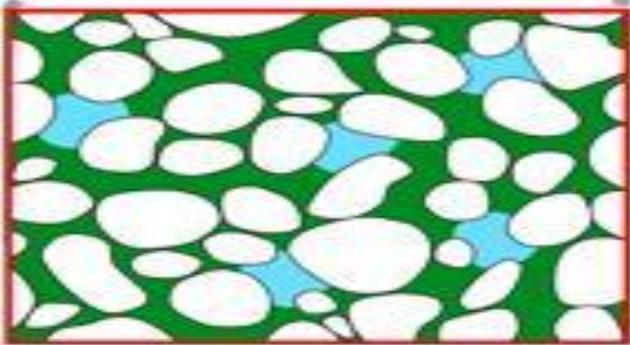
Нагнетательная скважина

Эксплуатационная скважина



Подвижная нефть

Неподвижная нефть



Нефть
Вода

Гидродинамические методы повышения нефтеотдачи

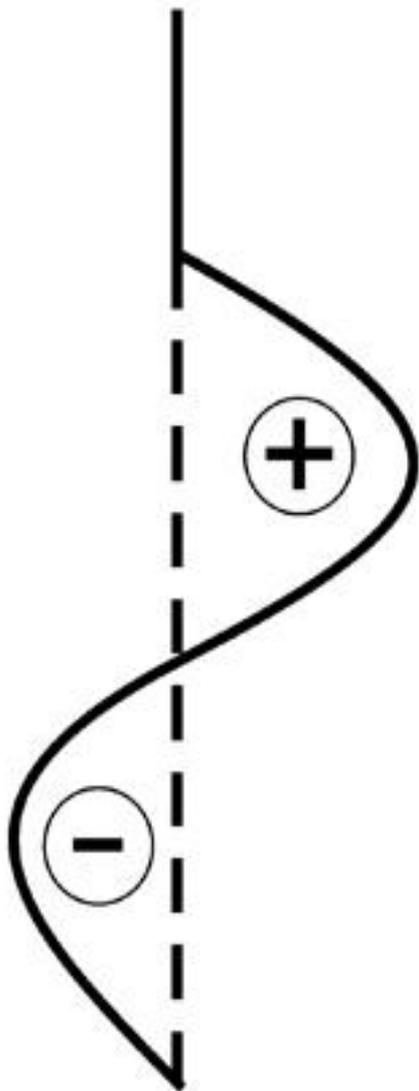
- **форсированный отбор жидкости**
- **нестационарное заводнение (циклическое заводнение, изменение направления фильтрационных потоков)**
- **вовлечение в разработку недренируемых запасов**
- **барьерное и очаговое заводнение**

Форсированный отбор жидкости – применяется на поздней стадии разработки, когда обводненность достигает более 75%. При этом нефтеотдача возрастает вследствие увеличения градиента давления и скорости фильтрации.

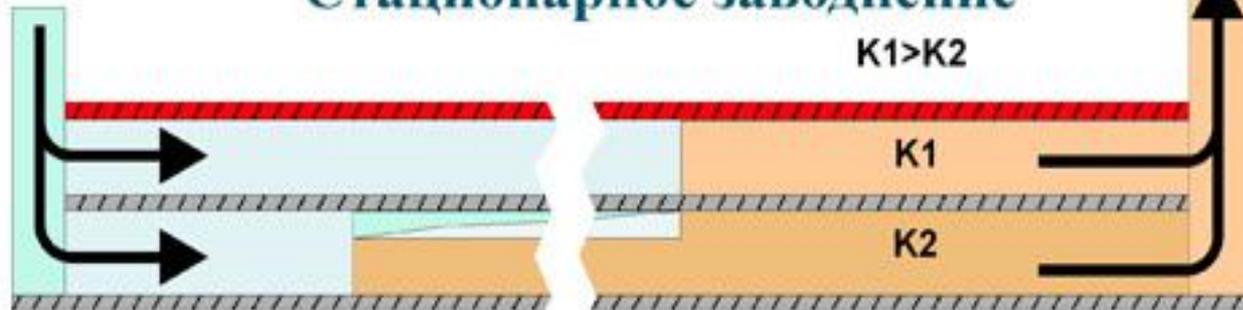
Барьерное заводнение – его суть состоит в том, что нагнетательные скважины располагают в зоне ГНК. Закачку воды и отборы газа и нефти регулируют таким образом, чтобы исключить взаимные перетоки нефти в газовую часть залежи, а газа - в нефтяную часть.

Нестационарное (циклическое) заводнение

Давление
закачки



Стационарное заводнение



$K1 > K2$

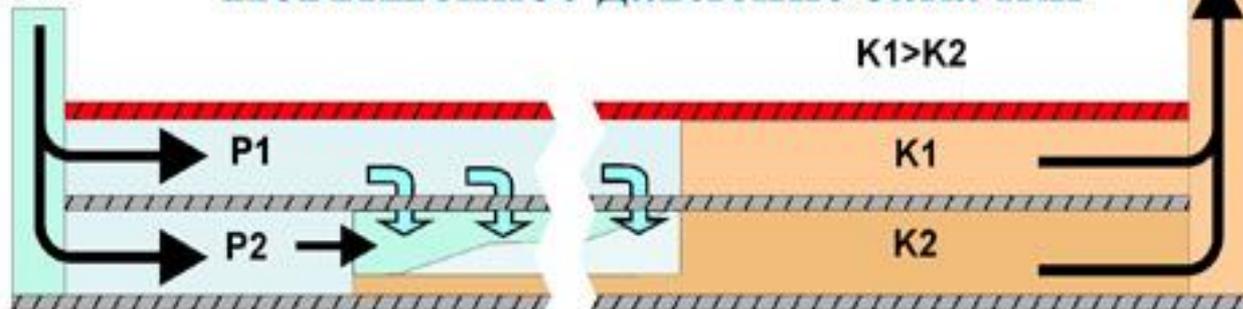
$K1$

$K2$

$P_{\text{Зак}}$

Повышенное давление закачки

$P1 > P2$



$K1 > K2$

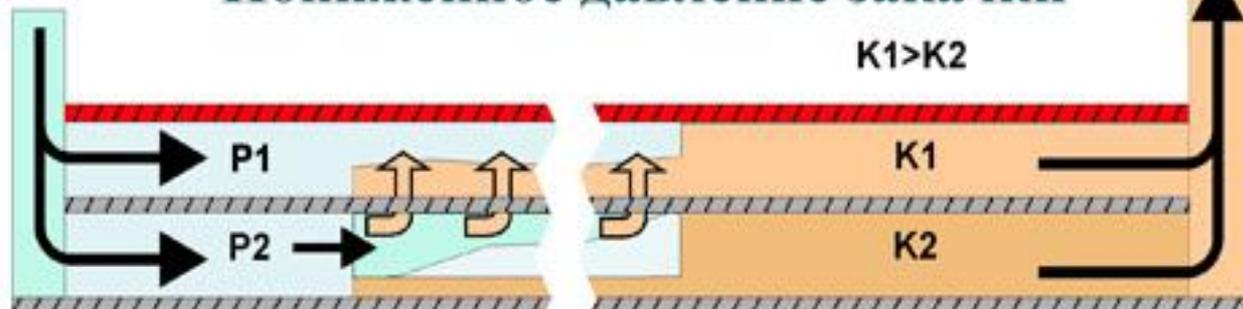
$K1$

$K2$

$P_{\text{Зак}}$

Пониженное давление закачки

$P1 < P2$



$K1 > K2$

$K1$

$K2$

Комбинированные методы увеличения нефтеотдачи

- гидродинамический и тепловой методы
- гидродинамический и физико-химический методы
- тепловой и физико-химический методы
- другие комбинации известных методов

С точки зрения воздействия на пласт в большинстве случаев реализуется комбинированный принцип воздействия, при котором сочетаются перечисленные методы

Зависимость КИН от минерализации воды

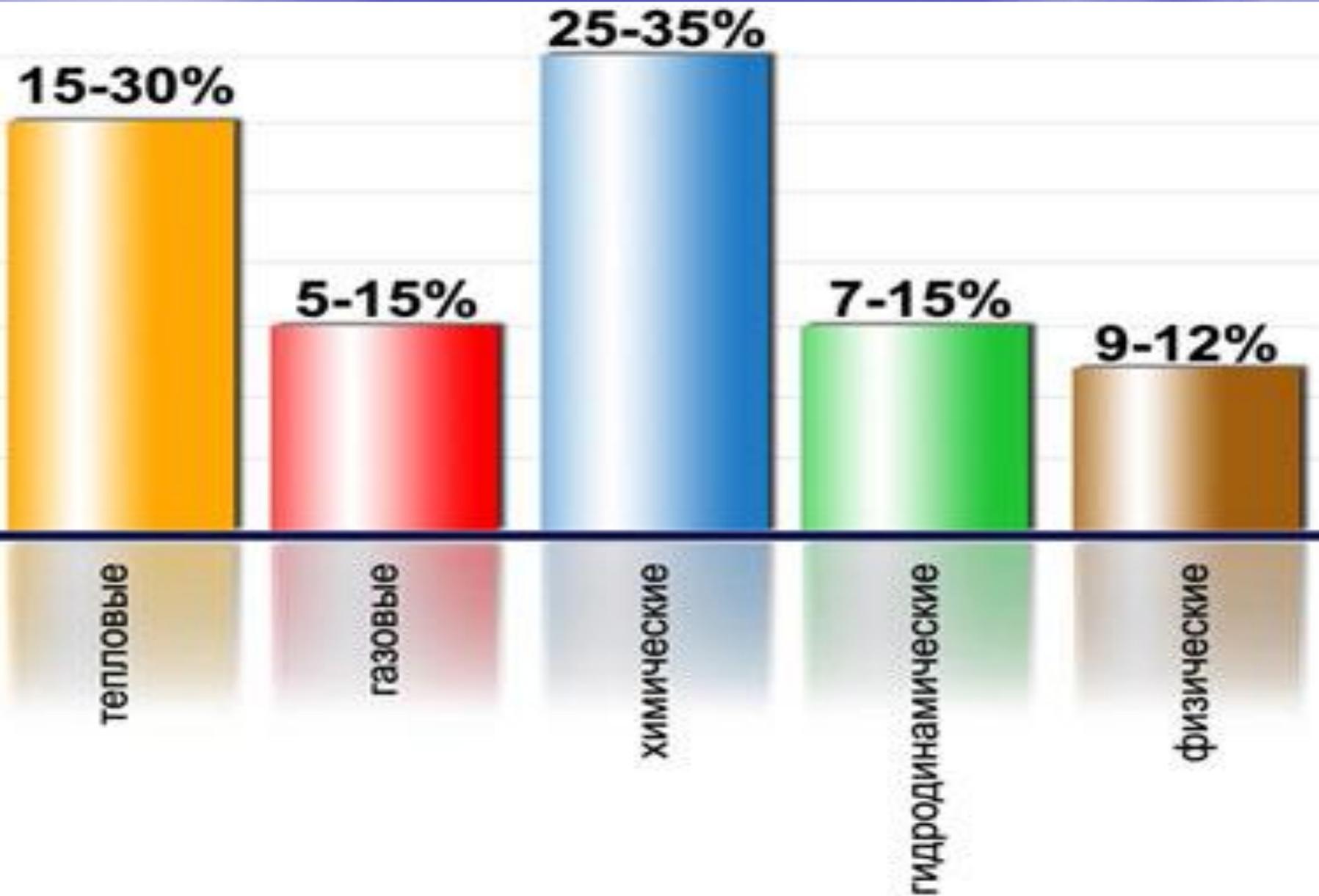
В прошлом выбор воды для заводнения определялся только ценой и рекомендацией использовать воду с высокой минерализацией для предотвращения набухания глин, а также учитывалась концентрация сульфатов, которые могут способствовать образованию сероводорода.

В середине 90-х исследования показали зависимость КИН от минерализации воды. При низкой минерализации порода лучше смачивается водой, что повышает эффективность заводнения за счет снижения фазовой проницаемости по воде. Вместе с тем не следует чрезмерно снижать минерализацию во избежание набухания глин.

Преимущества низкоминерализованной воды:

- большая эффективность заводнения**
- меньшая кольматация призабойной зоны**
- меньшая интенсивность коррозии**
- меньше риск образования сероводорода и твердых осадков**
- большая эффективность реагентных обработок**

Потенциальные возможности увеличения нефтеотдачи пластов различными методами



Развитие технологий добычи нефти на морских месторождениях

Improved oil recovery and value creation

