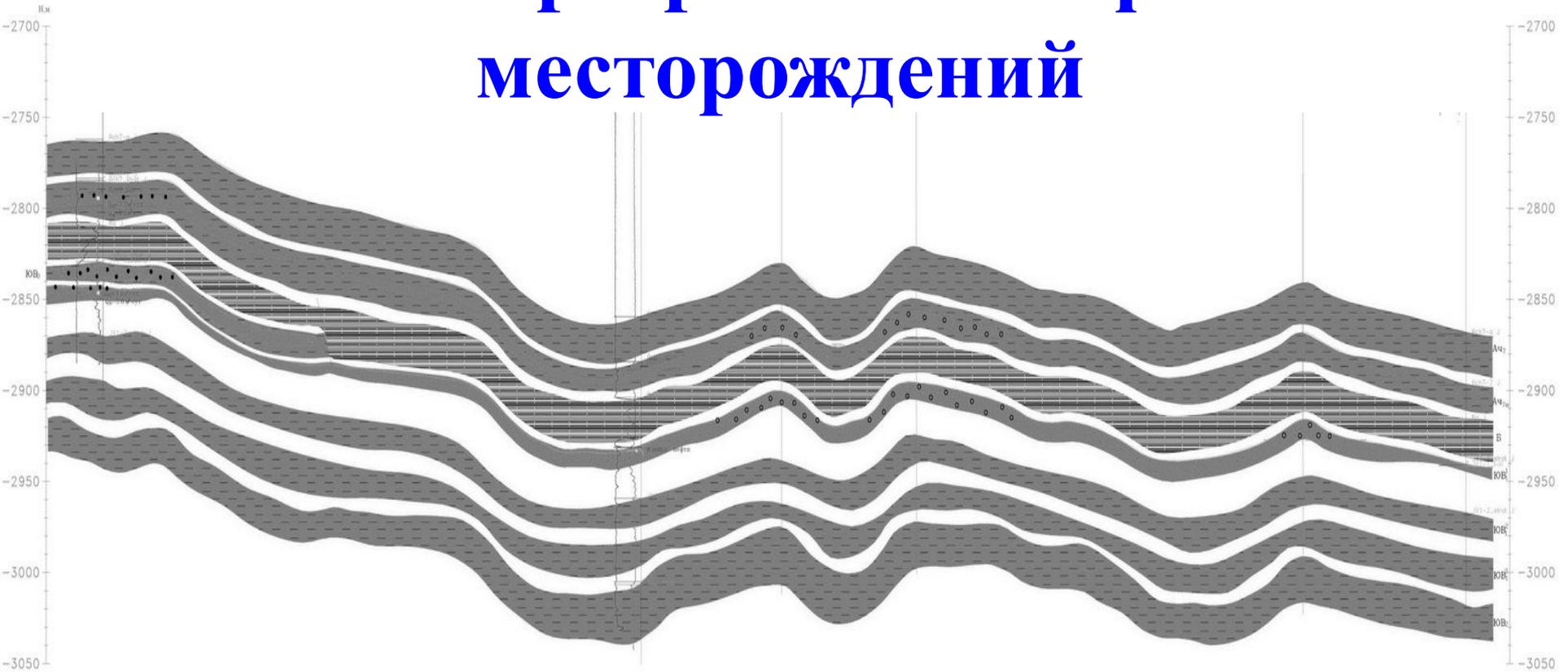


# Системы разработки нефтяных месторождений



# ПОНЯТИЕ О СИСТЕМАХ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Каждое месторождение вводится в разработку в соответствии с проектным документом, составленным специализированной научно-исследовательской организацией и предусматривающим ту систему разработки, которая с общегосударственных позиций наиболее рациональна для данного месторождения.

Под **системой разработки** месторождения понимают совокупность технологических и технических мероприятий, обеспечивающих извлечение нефти, газа, конденсата и попутных компонентов из пластов и управление этим процессом.

В зависимости от количества, мощности, типов и фильтрационной характеристики коллекторов, глубины залегания каждого из продуктивных пластов, степени их гидродинамической сообщаемости и т. д. система разработки месторождения может предусматривать выделение в его геологическом разрезе одного, двух и более объектов разработки (эксплуатационных объектов). При выделении на месторождении двух или более объектов для каждого из них обосновывается своя рациональная система разработки.

Будучи увязанными между собой, системы разработки отдельных эксплуатационных объектов составляют рациональную систему разработки месторождения в целом.

**Рациональной** называют систему разработки, которая обеспечивает потребности страны в нефти (газе) и возможно более полное извлечение из пластов нефти, газа, конденсата и полезных попутных компонентов при наименьших затратах.

Рациональная система разработки должна предусматривать соблюдение правил охраны недр и окружающей среды, полный учет всех природных, производственных и экономических особенностей района, рациональное использование природной энергии залежей, применение при необходимости методов искусственного воздействия на пласт.

Вплоть до середины 40-х гг. разработка нефтяных месторождений осуществлялась только с использованием природной энергии залежей. Это было связано не только с недостаточно высоким уровнем техники и технологии разработки, но и с отсутствием объективных предпосылок для коренного изменения такого подхода к разработке.

Многим залежам вследствие их небольших размеров и благоприятных геологических условий были свойственны высокоэффективные природные режимы.

В целом разработка месторождений по требованиям того времени была достаточно эффективной и при использовании природных видов энергии.

С середины 40-х гг. в результате открытия новых нефтегазоносных районов развитие нефтяной промышленности связывается в основном с освоением месторождений платформенного типа, которым свойственны большие размеры площадей нефтеносности, значительные глубины залегания основных продуктивных пластов и в большинстве случаев малоэффективный природный режим – упруговодонапорный, быстро переходящий в режим растворенного газа.

Перенос основного внимания на месторождения платформенного типа послужил стимулом для бурного научно-технического прогресса в области технологии разработки нефтяных месторождений.

Советские ученые и производственники в сравнительно короткий срок обосновали теоретически и доказали на практике необходимость и возможность применения принципиально новых систем разработки с искусственным вводом в продуктивные нефтяные пласты дополнительной энергии путем нагнетания в них воды.

Широкое распространение метода заводнения началось в середине 40-х гг. Первоначально он был внедрен на новых нефтяных месторождениях Башкирии и Татарии – Туймазинском, Ромашкинском, Шкаповском, Бавлинском и др., затем был распространен во всех нефтедобывающих районах страны на новых месторождениях практически любых размеров, а также на уже разрабатываемых месторождениях с недостаточно эффективными природными режимами.

Применение заводнения позволило разрабатывать залежи нефти достаточно высокими темпами при значительно меньшем количестве скважин, ускорять вывод эксплуатационных объектов на высокие уровни добычи и увеличивать в среднем вдвое нефтеотдачу по сравнению с разработкой при малоэффективных природных режимах.

В последние годы 85-90 % общего количества годовой добычи нефти получают на месторождениях, разрабатываемых с применением заводнения. Все больше используется метод заводнения и за рубежом.

Системы разработки с заводнением обеспечивают наибольший эффект при разработке залежей маловязкой нефти, приуроченных к продуктивным пластам с умеренной неоднородностью и повышенной проницаемостью.

При разработке залежей с ухудшенной геолого-промысловой характеристикой (повышенная вязкость пластовой нефти, пониженная проницаемость пород-коллекторов) с помощью заводнения также достигается повышение коэффициента извлечения нефти почти в 2 раза по сравнению с его величиной при разработке на природном режиме, но абсолютные значения этого коэффициента не во всех случаях достаточно высоки.

В связи с широким диапазоном показателей геолого-физической характеристики залежей значения конечного коэффициента извлечения нефти при заводнении находятся в широких пределах – в основном от 0,3 до 0,6.

В основе выбора системы разработки месторождений УВ лежит геолого-промысловое обоснование технологических решений:

- 1) о выделении эксплуатационных объектов на многопластовом месторождении;
- 2) необходимости применения метода искусственного воздействия на залежь или целесообразности разработки объекта с использованием природной энергии;
- 3) при необходимости – о методе воздействия и его оптимальной разновидности; о соответствующем взаимном размещении нагнетательных и добывающих скважин на площади;
- 4) плотности сетки скважин;
- 5) градиенте давления в эксплуатационном объекте;
- 6) комплексе мероприятий по контролю и регулированию процесса разработки.

По каждому из названных пунктов должны приниматься решения, наиболее полно отвечающие геологической характеристике эксплуатационного объекта.

На этой основе специалистами в области технологии разработки месторождений выполняются гидродинамические расчеты нескольких вариантов системы разработки.

Варианты различаются сочетанием рекомендаций по пунктам, обоснованных по геологическим данным. Из них выбирают оптимальный вариант, соответствующий требованиям, предъявляемым к рациональной системе разработки.

## **Системы разработки нефтяных и газонефтяных залежей на естественных режимах и геологические условия их применения**

В настоящее время при использовании природных видов энергии разрабатывают залежи нефти с эффективными природными режимами, для которых искусственное воздействие не требуется, а также залежи с особыми геологическими условиями, при которых методы воздействия не могут принести необходимых результатов или не могут быть освоены.

К числу нефтяных залежей с эффективными природными режимами относят залежи с водонапорным и активным упруговодонапорным режимами. Последний называют активным в случае, когда ресурсы его энергии достаточны для отбора из недр извлекаемых запасов нефти достаточно высокими темпами без снижения пластового давления ниже давления насыщения.

Наиболее распространенный метод воздействия – заводнение не приносит нужных результатов при вязкости нефти в пластовых условиях более 30-40 мПа·с, поскольку при этом в пласте не создается устойчивого фронта вытеснения нефти водой: последняя быстро перемещается по тонким наиболее проницаемым прослоям пласта, оставляя невыработанным основной объем залежи.

Заводнение не может быть освоено при низкой проницаемости пластов.

## Система разработки нефтяной залежи с использованием напора краевых вод

Систему применяют для нефтяных залежей пластового типа с природным водонапорным или активным упруговодонапорным режимом.

Она предусматривает разбуривание залежи добывающими скважинами с расположением их в основном в чисто нефтяной части залежи замкнутыми («кольцевыми») рядами, параллельными внутреннему контуру нефтеносности.

Для продления безводного периода эксплуатации скважин расстояния между рядами скважин могут устанавливаться несколько большими, чем между скважинами в рядах. С этой же целью в скважинах внешнего ряда нижнюю часть нефтенасыщенной мощности пласта обычно не перфорируют.

В скважинах внутренних рядов нефтенасыщенный пласт перфорируют по всей мощности.

Рассмотренные размещения скважин и их перфорация наилучшим образом отвечают процессу внедрения в залежь краевых вод, восполняющих отбор жидкости из нее. Из водонефтяной зоны нефть вытесняется водой к скважинам. В процессе разработки происходит «стягивание» контуров нефтеносности, размеры залежи уменьшаются. Соответственно, постепенно обводняются и выводятся из эксплуатации скважины внешнего кольцевого ряда, затем, через определенные этапы, скважины последующих рядов.

## Система разработки с использованием напора подошвенных вод

Систему применяют для нефтяных залежей массивного типа (обычно на всей или почти на всей площади залежи подстилаются водой), которые обладают водонапорным или активным упруговодонапорным режимом.

При разработке таких залежей вытеснение нефти водой сопровождается повсеместным подъемом ВНК, т. е. последовательно обводняются интервалы залежи, расположенные примерно на одних гипсометрических отметках; размеры залежи уменьшаются.

Размещение скважин на площади залежи и подход к перфорации продуктивной части разреза зависят от высоты и других параметров залежи.

При высоте залежи, измеряемой десятками метров, скважины располагают равномерно и пласт в них перфорируют от кровли до некоторой условно принятой границы, отстоящей от ВНК на несколько метров.



## Система разработки с использованием энергии выделяющегося из нефти газа

Система применяется при режиме растворенного газа и предусматривает разбуривание эксплуатационного объекта обычно по равномерной сетке с перфорацией во всех скважинах всей нефтенасыщенной мощности.

Система разработки применима с совместным использованием напора пластовых вод и газа газовой шапки. Система разработки нефтяной части газонефтяной залежи предусматривает использование смешанного режима залежи и вытеснение нефти контурной водой и газом газовой шапки.

При этой системе скважины располагают по равномерной сетке и перфорируют в них лишь часть нефтенасыщенной мощности со значительным отступлением от контактов.

Поскольку вода обладает лучшей отмывающей способностью по сравнению с газом, систему предпочтительнее применять для залежей с относительно небольшими газовыми шапками.

При значительном объеме нефтяной части залежи по сравнению с газовой шапкой более эффективное действие напора вод и уменьшение влияния газовой шапки проявляются при больших углах падения пластов и значительной высоте нефтяной части залежи, высоком пластовом давлении, повышенных значениях проницаемости и гидропроводности пород-коллекторов.

## Система разработки с использованием напора пластовых вод при неподвижном ГНК

Система предусматривает обеспечение отбора нефти из нефтегазовой залежи (с потенциально смешанным природным режимом) только за счет внедрения пластовых вод при неизменном объеме газовой шапки.

Стабилизация ГНК в начальном его положении обеспечивается регулированием давления в газовой шапке путем отбора из нее через специальные скважины строго обоснованных объемов газа, соответствующих темпам снижения давления в нефтяной части залежи.

При такой системе разработки интервал перфорации в скважинах может быть расположен несколько ближе к ГНК по сравнению с его положением при совместном использовании напора вод и газа. Однако и здесь при выборе интервала перфорации следует учитывать возможность образования конусов газа и воды и необходимость продления периода безводной эксплуатации скважин в условиях подъема ВНК.

Система разработки с нейтрализацией действия энергии газовой шапки успешно применяется при большой высоте нефтяной части залежи, низкой вязкости нефти, высокой проницаемости пласта, наличии в разрезе пласта непроницаемых прослоев, увеличивающих его анизотропию.