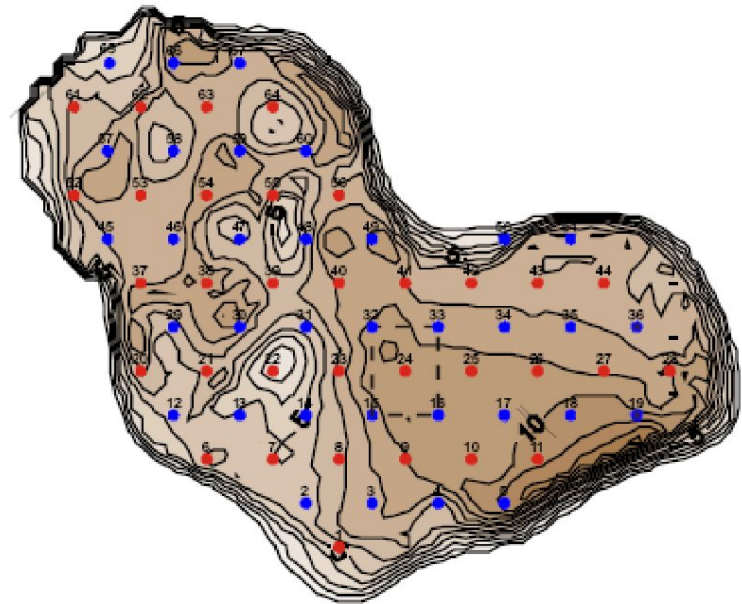




РАЗРАБОТКА НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

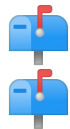
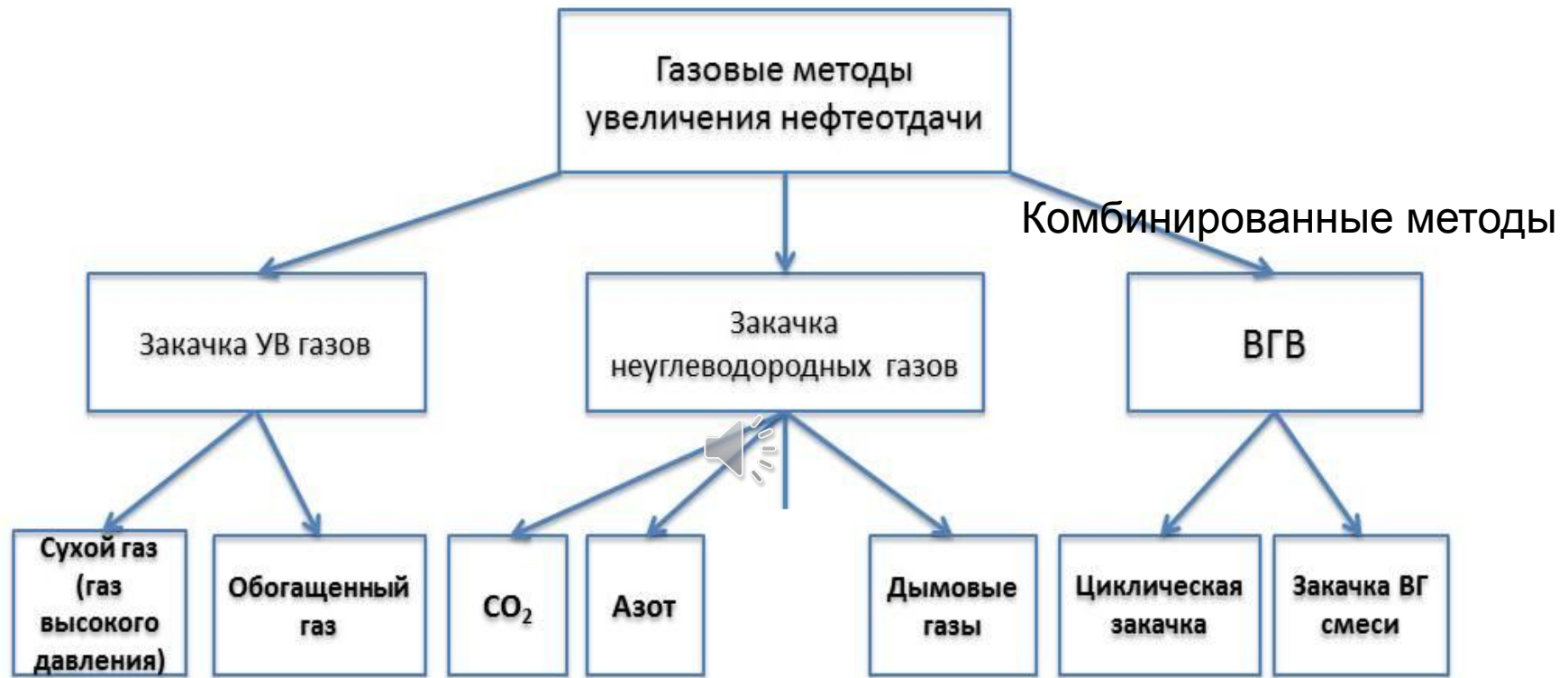
Газовые методы
увеличения нефтеотдачи



Кафедра Р и ЭНМ
д.т.н, профессор Назарова Л.Н.



Классификация газовых методов



Закачка углеводородных газов;

Закачка неуглеводородных газов.

Комбинированные МУН

- Водогазовое воздействие.



Область применения газовых методов

- низкопроницаемый коллектор: $\leq 50 \cdot 10^{-3}$ мкм²:

- низкая проницаемость $1,5 - 2,0 \cdot 10^{-3}$ мкм²
- крайне низкая $1,0 - 1,5 \cdot 10^{-3}$ мкм²
- предельно низкая $< 1,0 \cdot 10^{-3}$ мкм²

- высокообводненные пласты $> 80\%$;
- глубокозалегающие пласты $\geq 3500 - 4000$ м;
- повышенная вязкость нефти ≤ 60 мПа·с;
- подгазовые зоны (некоторые технологии).

Самотлор
Гой-Корт
Озен-Суат
Ромашкинское
Восточно-
Перевальное
Средне-Хулымское
Котовское
Сандибинское
Грачевское

Задача довытеснения нефти

Применение рабочих агентов при взаимодействии с которыми исчезает граница раздела.



Виды вытеснения нефти газом

Виды вытеснения

Смешивающееся

Несмешивающееся

Смешивающееся вытеснение - полная взаимная растворимость нефти и газа. Отсутствуют силы поверхностного натяжения на границе раздела фаз.



Составы и свойства фаз меняются, в пласте образуется смесь углеводородов переменного состава.

Давление смешивания - при постоянной температуре существует такое минимальное давление, при котором газ может неограниченно растворяться в нефти.

Давление смешивания зависит от термобарических условий пласта и от состава пластовой нефти.



Механизм увеличения нефтеотдачи при закачке газа

- Улучшение соотношения подвижностей нефти и воды (снижение вязкости нефти);
- Увеличение объемного коэффициента нефти (объемное вытеснение);
- Снижение межфазного натяжения на границе нефть – газ (смешиваемость).





Критерии применимости газовых методов

Особенность газовых методов:

- *высокий коэффициент вытеснения;*
- *низкий коэффициент охвата*

№№	Газ	Единицы измерения	Углеводородный газ			Неуглеводородный газ		ВГВ	
	Параметры		Метан (сухой газ)	Обогащенный газ	ШФЛУ	Диоксид углерода (CO ₂)	Азот (N ₂)	ВГВ	ВГВ (с пеной)
1	тип коллектора		тер., карб.	тер.	тер.	тер., карб.	тер., карб.	тер., карб.	тер., карб.
2	нефтенасыщенная толщина пласта	м	< 15	< 15	< 15	2 - 15	4,8 - 240	2 - 19	2 - 20
3	проницаемость	мкм ²	0,005 - 0,1	0,001 - 0,15	0,001 - 0,5	0,002 - 0,2	≥ 0,03	0,02 - 0,8	0,004 - 0,8
4	нефтенасыщенность	д.ед.	≥ 0,3	≥ 0,6	≥ 0,6	≥ 0,2	≥ 0,4	>0,4	>0,4
5	вязкость нефти в пл. условиях	МПа·с	0,4 - 10	< 5	≤10	< 60	1 - 10	1 - 10	5 - 100
6	пластовое давление	МПа	>20	≥8	>8	-	>3	15 - 18	15 - 18
7	пластовая температура	С	< 100	< 100	< 96	< 120	<120	≤50	≤50
8	глинистость	%	-	-	-	-	< 10	-	-
9	минерализация пластовой воды	мг/л	-	-	ограничение на содержание Ca, Mg	ограничение на содержание Ca, Mg	< 350	-	-
10	наличие свободного газа (газовой шапки)	-	недопустимо	недопустимо	-	недопустимо	допустимо	допустимо	допустимо
11	наличие трещин	-	недопустимо	недопустимо	недопустимо	недопустимо	недопустимо	-	-
12	текущая обводненность	%	< 30		-	< 80	≤30	≤60	≤60
13	содержание АСВ	%	< 15	< 15	< 15		-	<10	<10
14	наклон пласта	град.	благоприятный					неблагоприятный	

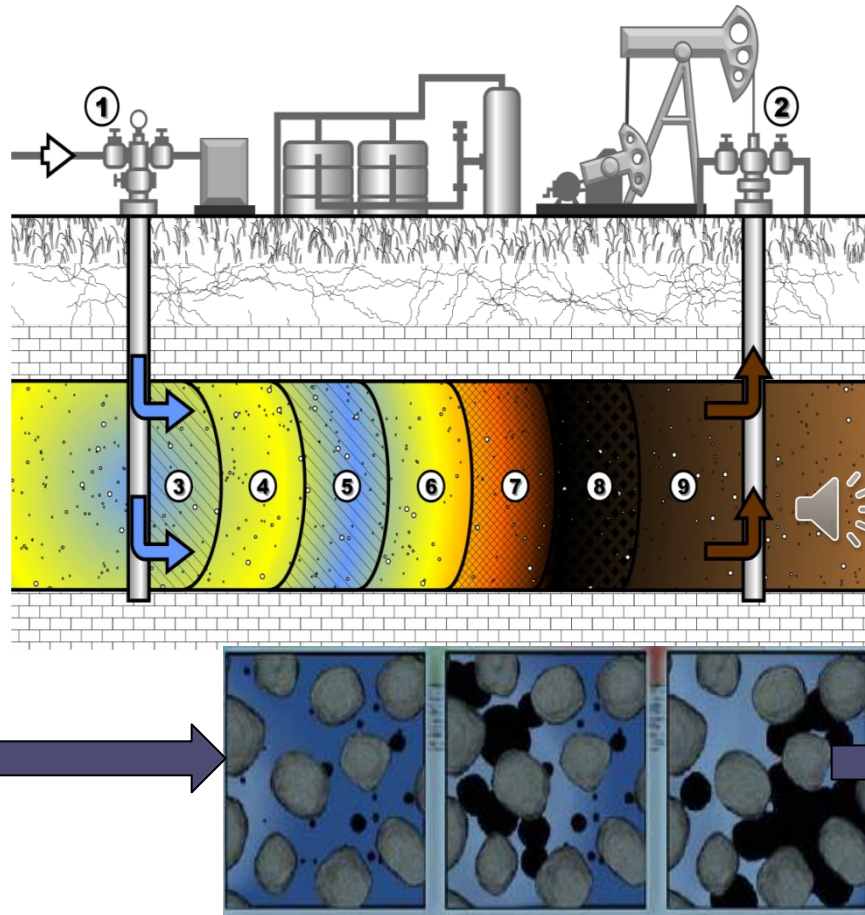


Механизм действия CO_2

- ❑ Диоксид углерода растворяется в воде, что приводит к увеличению ее вязкости примерно на 30%. С увеличением минерализации воды растворимость в ней диоксида углерода снижается.
- ❑ При взаимодействии CO_2 с водой образуется угольная кислота H_2CO_3 , которая может растворять некоторые виды цемента и карбонатные породы, что приводит к увеличению проницаемости.
- ❑ Диоксид углерода растворяется в нефти, что приводит к уменьшению ее вязкости, причем тем значительнее, чем больше начальная вязкость.
- ❑ Растворимость диоксида углерода в нефти приводит к увеличению объемного коэффициента нефти до 1,5 - 1,7;
- ❑ Небольшое увеличение плотности нефти – на 2 – 3%.



Схема вытеснения нефти диоксидом углерода



- Технологии закачки:
 - непрерывная закачка газа;
 - оторочка газообразного CO_2 ;
 - оторочка жидкого CO_2 (до пластовой температуры 31°C);
 - циклическая закачка газа и воды (ВГВ).

1 – нагнетательная скважина; 2 – добывающая скважина;
3 – проталкивающая жидкость (вода); 4 – газ (CO_2); 5 – вода; 6 – газ; 7 – зона смешения; 8 – вал нефти; 9 – зона начального состояния пласта.

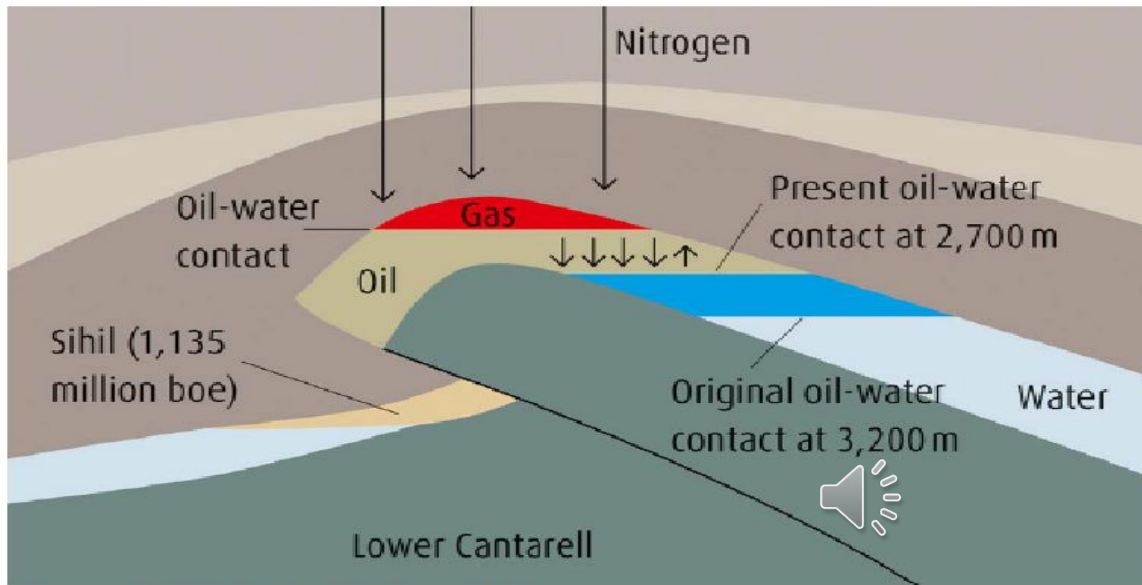
Осложняющие факторы:



- при закачке CO_2 необходимым условием является однородность коллектора, отсутствие трещин (в т.ч. ГРП) и свободного газа;
- наличие углеводородных газов ухудшает условие смешиваемости CO_2 с нефтью и снижает эффективность процесса;
- при реакции угольной кислоты с силикатами кальциевого типа образуются малорастворимые соли, снижающие проницаемость пласта;
- при условии, что пластовое давление ниже давления насыщения, при закачке CO_2 возможно выпадение асфальтенов, что приводит к снижению подвижности нефти и снижению приемистости нагнетательных скважин. Выпадение асфальтенов может происходить в удаленной зоне пласта даже при насыщении пласта очень легкой нефтью. Результатом этих процессов является снижение приемистости скважин до трех раз;
- при вытеснении нефти газом микропузырьки газа могут адсорбироваться на поверхности горной породы и занимать существенный объем порового пространства, снижая радиус пор, а мелкие поры могут быть полностью закупорены.



Критерии применимости закачки азота



Растворимость азота
составляет:
5-45 м³/м³ в легкой нефти,
в тяжелой нефти – 15 – 25
м³/м³.

Осложняющие факторы:

- вязкостная и гравитационная неустойчивость;
- неоднородность коллектора, наличие трещин;
- наличие свободного газа.
- необходимо учитывать возможность образования смол и асфальтенов, что снижает эффективность закачки азота.
- недостаточная изученность метода.

Страны: США, Тринидад,
Мексика

Закачка азота в трещинный карбонатный
коллектор? – проведение ОПР (Китай)

Критерии применимости закачки дымовых газов



Дымовые газы представляют собой устойчивую дисперсную систему. В зависимости от применяемого вида топлива и условий сгорания дымовые газы могут иметь различный состав. Чаще всего он состоит из компонентов:

- Азот;
- Углекислый газ;
- Кислород (оценка эффективности сгорания топлива);
- Оксид углерода (отравляющий газ);
- Могут присутствовать: оксиды азота, металлов, диоксид серы и несгораемые углеводороды, частицы золы, сажи, смолы.

Осложняющие факторы:

- неоднородность коллектора, наличие трещин;
- наличие свободного газа;

 нет достаточного количества проектов для оценки его эффективности.

 Низкая степень изученности повышает риск реализации этого метода.

Страны: США



Использование растворенного газа

