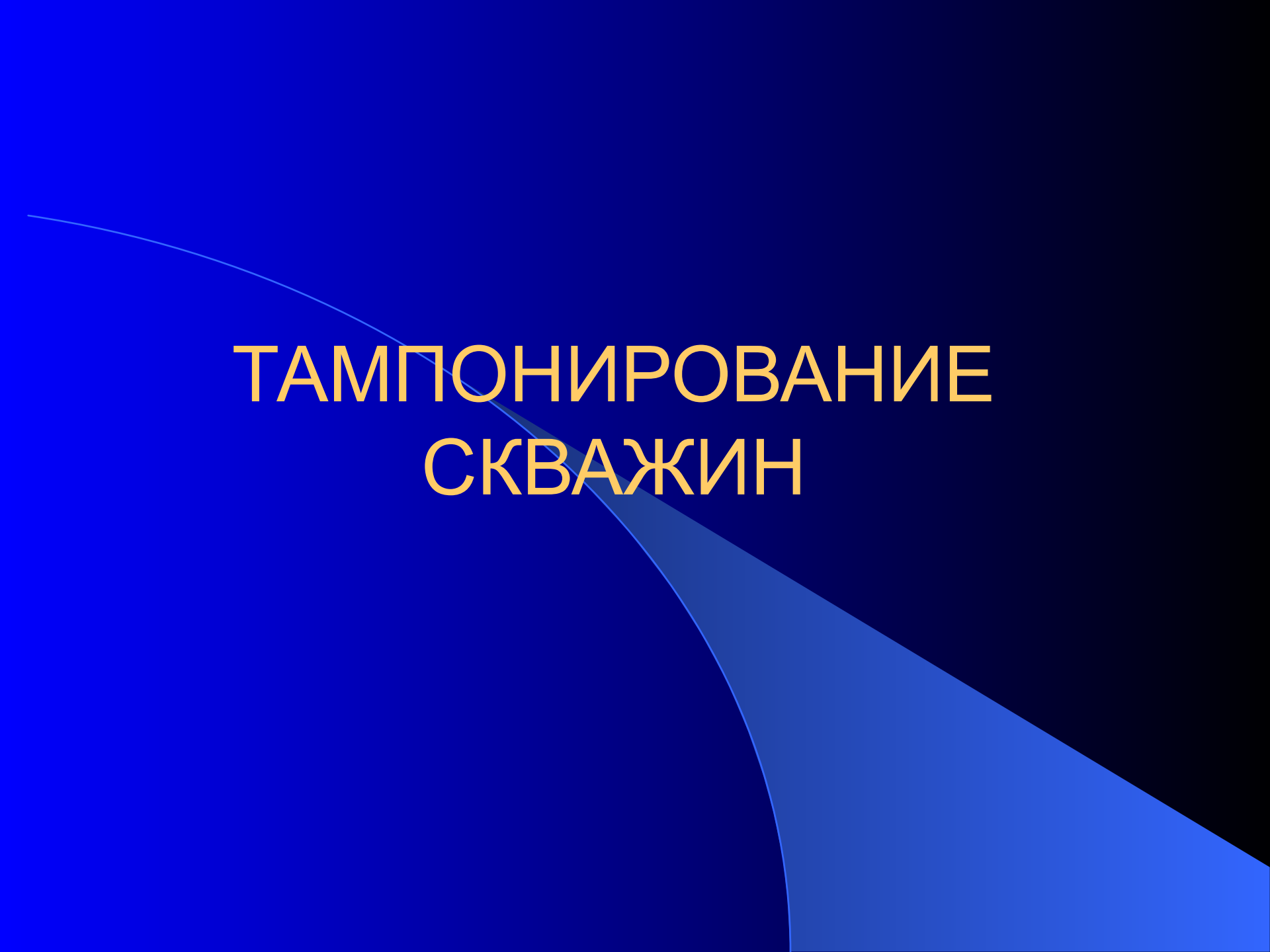


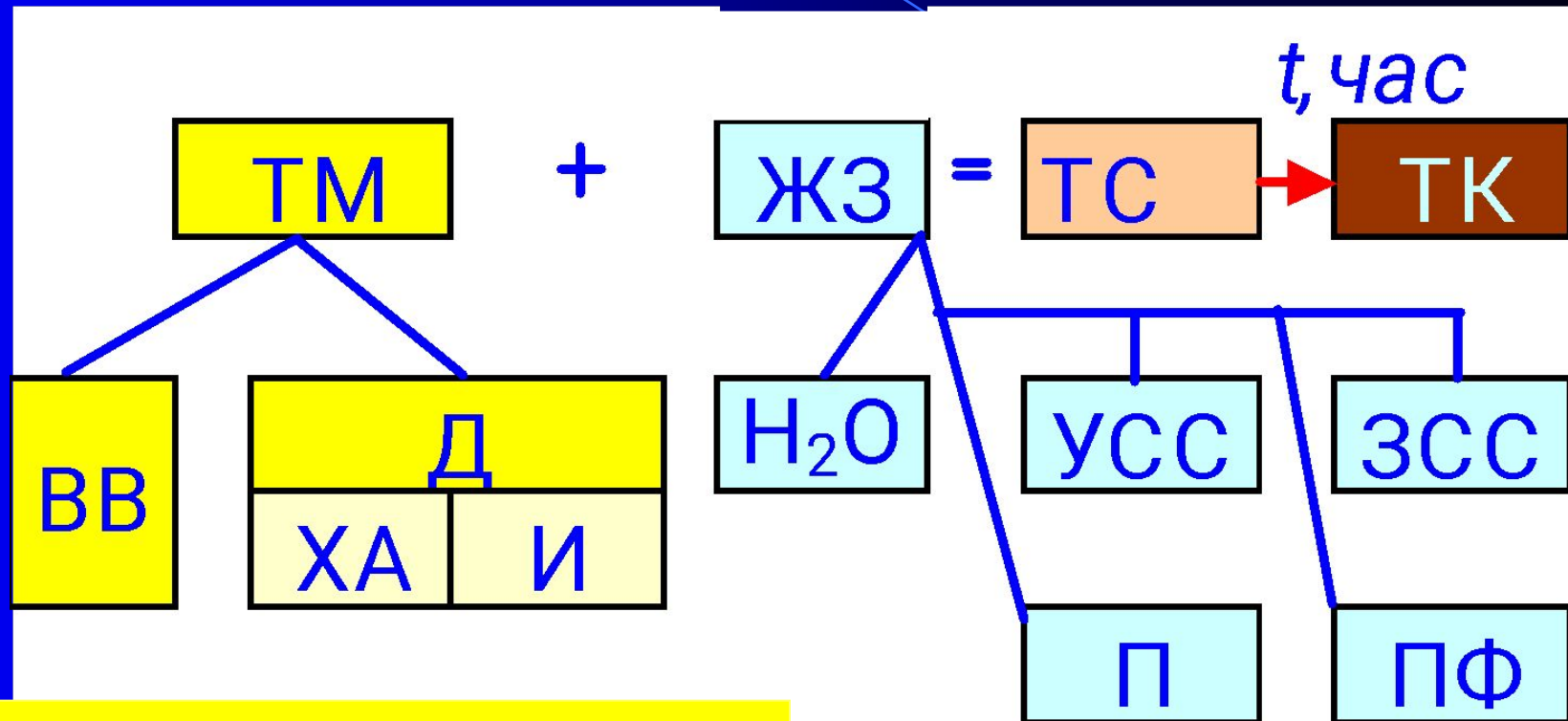
ТАМПОНИРОВАНИЕ СКВАЖИН

The background is a dark blue gradient. A light blue curved line starts from the left edge and curves downwards towards the bottom right. Another light blue curved line starts from the left edge, curves upwards and then downwards, passing behind the text. A large, light blue triangular shape is positioned in the bottom right corner, pointing towards the center.

ТАМПОНАЖНЫЕ СМЕСИ

□ Общие сведения

Схема образования тампонажной смеси



Дисперсная фаза-
тампонажный материал

Дисперсионная среда-
жидкость затворения

Вяжущие вещества

- ☐ Портландцемент
- ☐ Глиноземистый цемент
- ☐ Доменные (металлургические) шлаки
- ☐ Гипс
- ☐ Синтетические смолы
- ☐ Другие

Состав портландцемента

Окислы:

□ Кальция (CaO)	-60-66%
□ Кремнезема (SiO_2)	-18-25%
□ Глинозема (Al_2O_3)	-4-8%
□ Железа (Fe_2O_3)	0,5-5%

Портландцемент- главное вяжущее вещество (90%)

- ❑ Источник окиси кальция-известняк
- ❑ Источники остальных элементов- глина
- ❑ Обжиг при температуре-1450 °C
- ❑ Продукт обжига-гранулы размером до 30 мм- клинкер
- ❑ Измельчение клинкера до образования поверхности – 300м²/кг

Глиноземистый цемент

- ❑ Состав смеси-известняк и бокситы
- ❑ Более дефицитный и дорогой
- ❑ Имеет в несколько раз большую прочность по сравнению с портландцементом
- ❑ Используется в смеси 1:4, 1:5

Доменные (металлургические) шлаки

- ❑ Получают при охлаждении расплава при выплавке металлов
- ❑ По составу близки к потландцементу
- ❑ Шлаковый цемент - очень медленно твердеет
- ❑ Образует прочный камень при высоких температурах (более 100°C)

Гипс

- ❑ Получают при **термообработке** природного гипсового камня $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- ❑ Это **быстротвечающее ВВ**
- ❑ Гипсовый тампонажный камень **не стоек** (размягчается в воде).
Используется с добавками, повышающими водостойкость.
- ❑ **Алебастр** - обожженный строительный гипс.

Синтетические смолы

- ❑ Это двухрастворные тампонажные смеси:
Смола+H₂O+**отвердитель**
- ❑ Карбамидные-наиболее распространены
- ❑ Феноло-формальдегидные
- ❑ Эпоксидные
- ❑ **В качестве отвердителя используют:**
щавелевую, фосфорную, соляную кислоты;
хлорное железо, хлорный цинк, хлористый
аммоний и др.

Добавки к вяжущим веществам

- ❑ **Химически активные** - реагируют с ВВ.
- ❑ **Природные** ХАД: трепел, глина, известняк, мел, пемза, туфы и др.
- ❑ **Искусственные** ХАД: топливные золы и шлаки, кокс, битум, отвердители синтетических смол и др.

Добавки к вяжущим веществам

- ❑ **Инертные** добавки-наполнители.
- ❑ **Утяжелители:** барит, гематит и др.
- ❑ **Закупоривающие материалы:** опилки, сено, торфяной мох, асбестовое волокно, измельченная резина, гранулированная пластмасса, стекловолокно и др.

**ХИМИЧЕСКИЕ РЕАГЕНТЫ,
добавляемые в жидкость
затворения для регулирования
свойств тампонажной смеси.**

- **УСС**-ускорители сроков схватывания:
 CaCl_2 , KCl , NaCl , K_2CO_3 и др.
- **ЗСС**-замедлители сроков схватывания:
гипан, ССБ, КМЦ, борная кислота и др.
- **П**-пластификаторы или понизители вязкости: ССБ, ПФХЛ и др.
- **ПФ**-понизители фильтрации: гипан, КМЦ, ПАА и др.

ФУНКЦИИ ТАМПОНАЖНЫХ СМЕСЕЙ

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ТАМПОНАЖНЫМ СМЕСЯМ

Свойства тампонажных смесей

- ☐ Плотность
- ☐ Растекаемость
- ☐ Скорость схватывания
- ☐ Показатель фильтрации

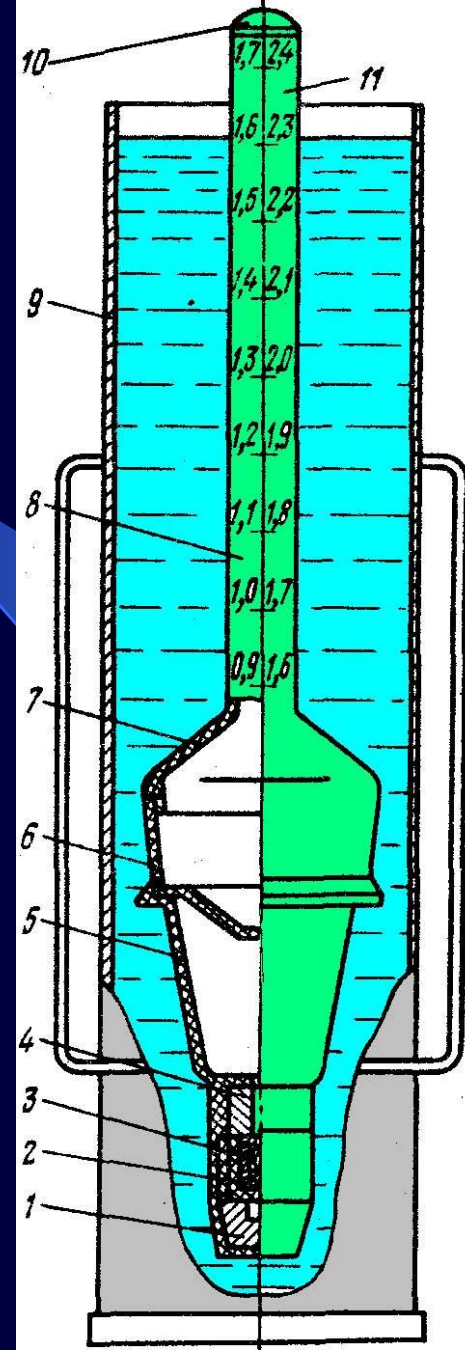
Плотность

- Определяют с помощью ареометра **АБР1**
- Соблюдение условия вытеснения промывочной жидкости тампонажной смесью из скважины:

$$\rho_{\text{ТС}} - \rho_{\text{ПЖ}} > 200 \text{ кг/м}^3$$

- Плотность стандартной ТС на основе портландцемента составляет

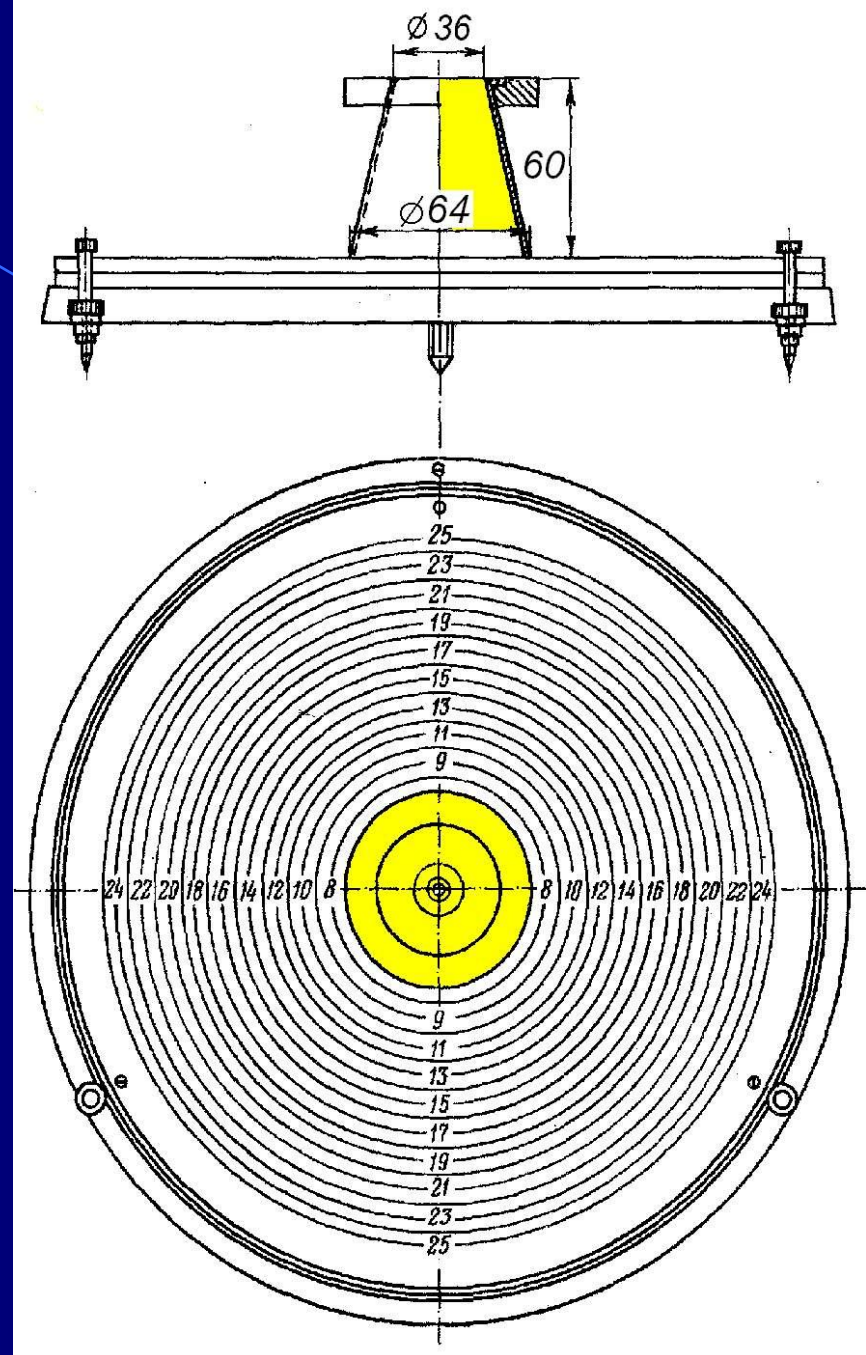
$$1810 - 1850 \text{ кг/м}^3$$



Растекаемость

Конус АзНИИ

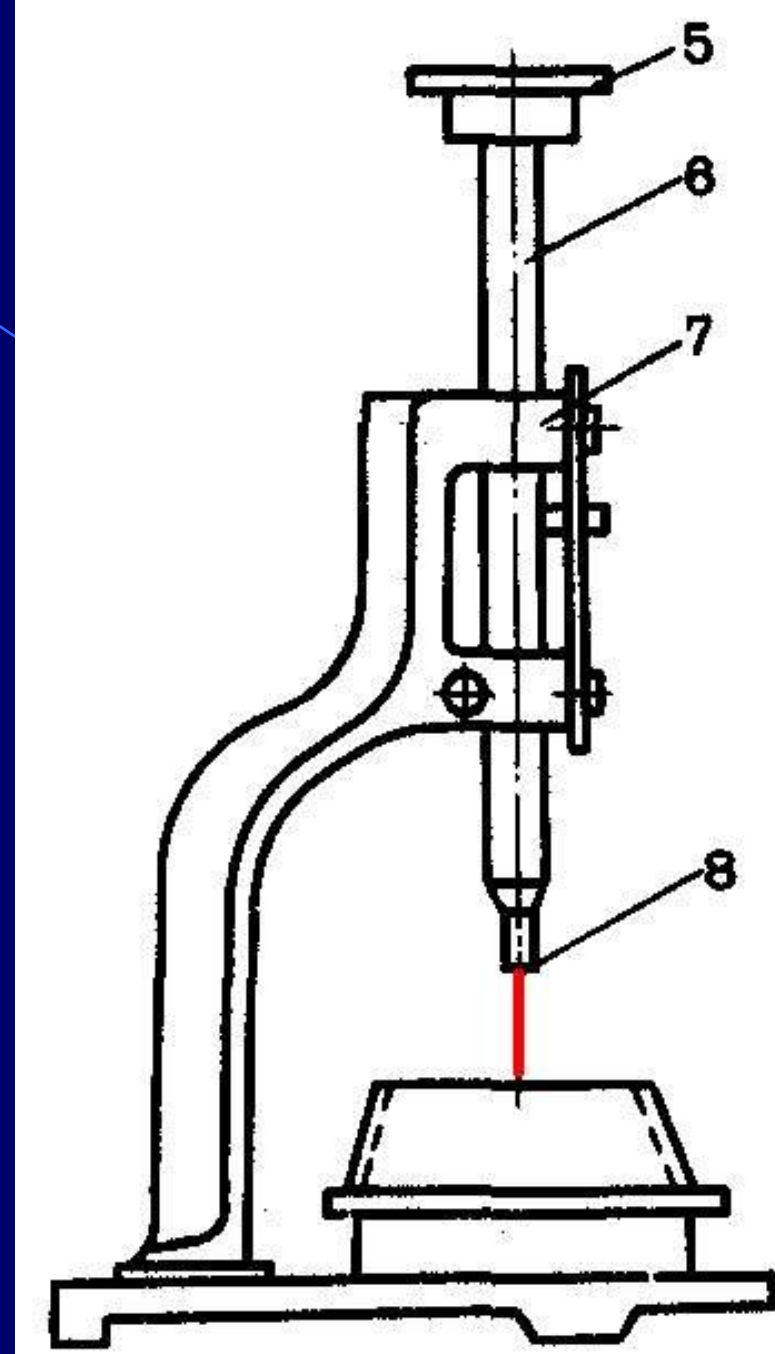
- Время предварительного перемешивания - 3 мин.
- Время от окончания перемешивания до заполнения конуса - не более 5с



Скорость схватывания

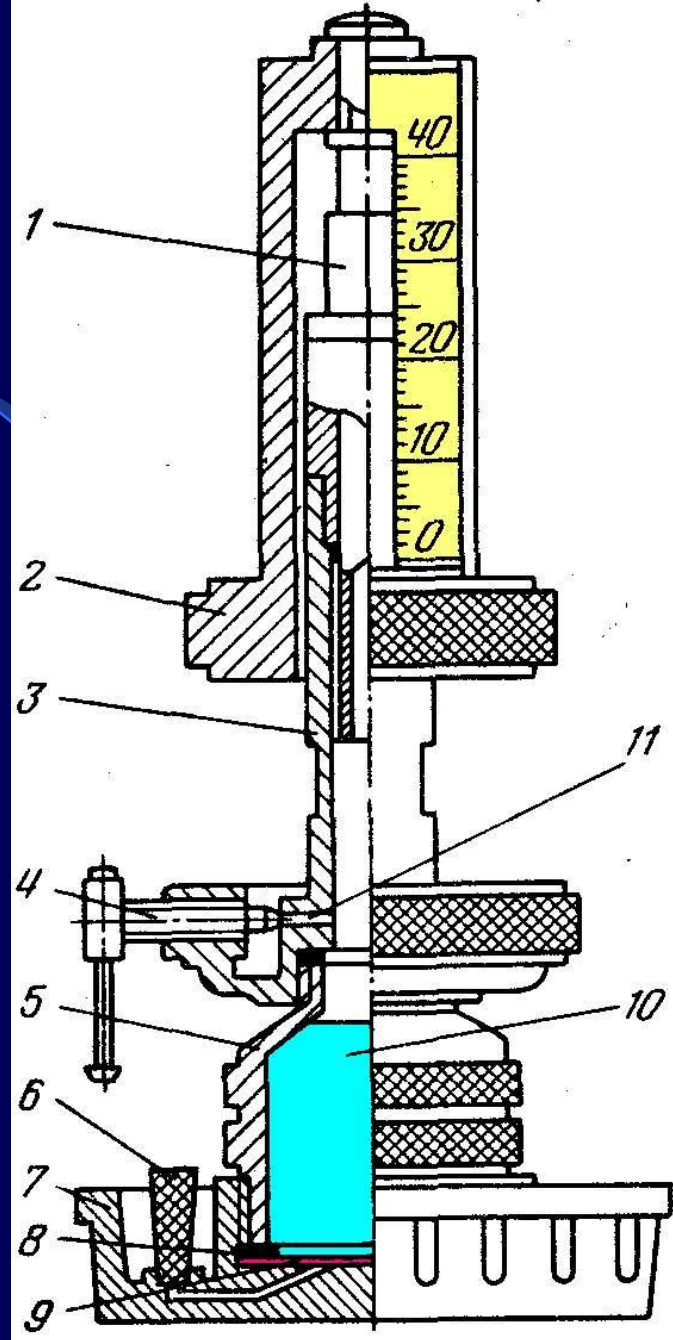
Игла Вика

- ❑ Диаметр иглы 1,1 мм, длина-50 мм. Масса груза-300г.
- ❑ **Срок начала схватывания** (L=1-2мм до дна сосуда)
- ❑ **Срок конца схватывания** (погружение на 1мм в затвердевающий раствор)



Показатель фильтрации (прибор ВМ-6)

- Обычные тампонажные смеси на основе портландцемента имеют $\Phi=300-500 \text{ см}^3$ за 30 мин.



Свойства тампонажного камня

- ☐ Прочность
- ☐ Проницаемость
- ☐ Объемные изменения
- ☐ Коррозионная устойчивость в агрессивных средах

Некоторые параметры цементных растворов

В:Ц	Тнач. схв. час	Ткон. схв. час	$\sigma_{сж}$, МПа через 48 час	
			обычные	С добавками
1:2 по весу В:Ц	1,5-2	4-10	3-6	До 35

Способы крепления и тампонирования скважин

Виды крепления

1. Беструбное крепление:

- ☐ Глинизация
- ☐ Цементирование
- ☐ Применение

быстросхватывающихся (БСС) и
быстротвердеющих (БТС) смесей

2. Крепление скважин обсадными трубами и тампонирувание затрубного пространства

Глинизация

- ❑ Качественные глинистые растворы в процессе бурения.
- ❑ Глинистые растворы с высокой плотностью (ρ - до 1500 кг/м³) с нагнетанием под давлением до 2 МПа.
- ❑ Забойное тампонирование глиной неглубоких скважин

Цементирование

- ❑ Нагнетание под давлением до **2-4 МПа** стандартных цементных растворов в поглощающих интервалах
- ❑ Применение **пакеров** для отделения призабойной зоны от вышерасположенных интервалов.

Крепление скважин обсадными трубами и тампонирувание затрубного пространства.

Понятие крепления скважины охватывает работы по спуску в скважину обсадной колонны и ее закреплению

Спущенная в ствол обсадная колонна – составной элемент конструкции скважины

*Недостатки способа.

*Решаемые задачи:

- ❑ 1. Закрепление колонны труб на любом интервале скважины.
- ❑ 2. Предохранение колонны от смятия внешним давлением и коррозии.
- ❑ 3. Предотвращение потерь промывочной жидкости.
- ❑ 4. Предотвращение перетоков жидкости или газа из пласта в пласт

Способы тампонирования затрубного пространства:

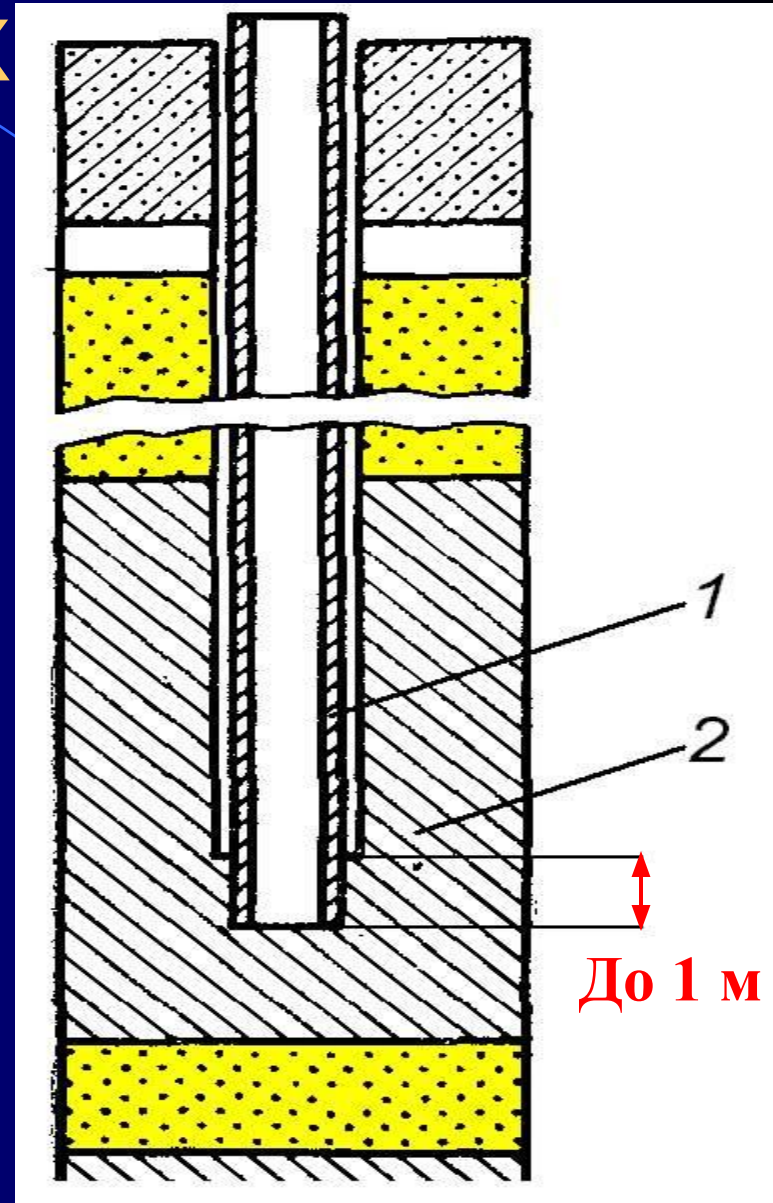
глиной

цементными смесями

Способы тампонирования глиной

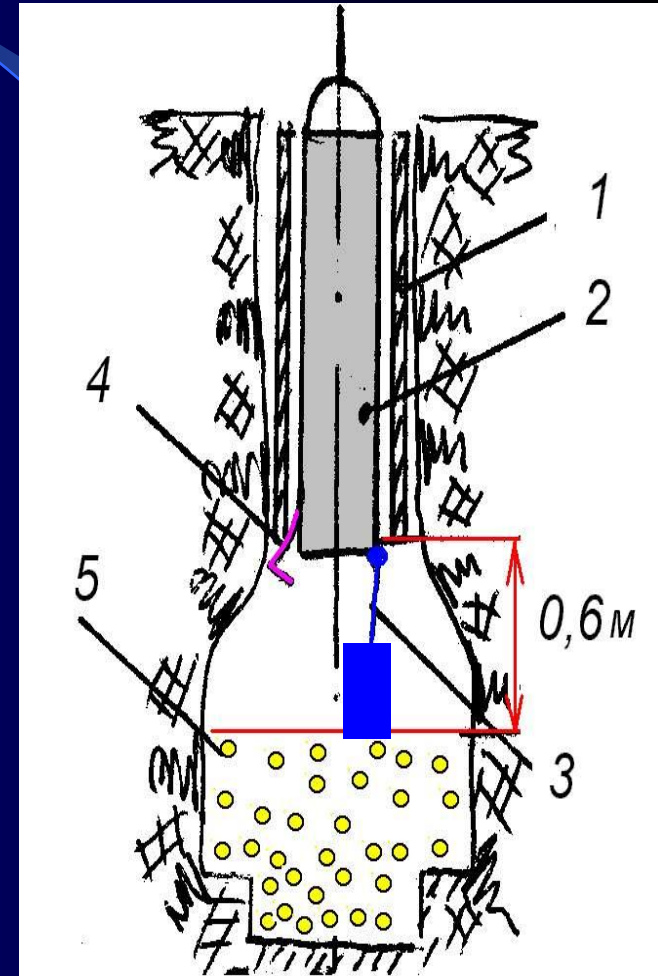
1. Задавливание колонны обсадных труб в глинистую породу.

- 1-Обсадная колонна
- 2-Глинистая порода



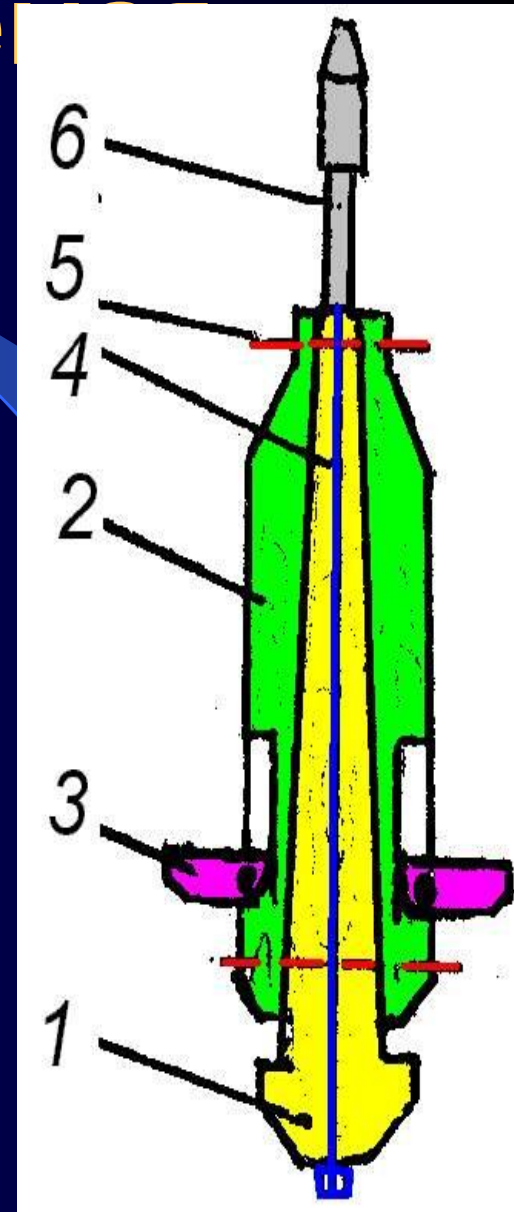
2.Тампонирование с нижней пробкой

- 1.Обсадная
- 2.Желонка
- 3.Клапан
- 4.Пружина
- 5.Глиняные шарики до 5 см

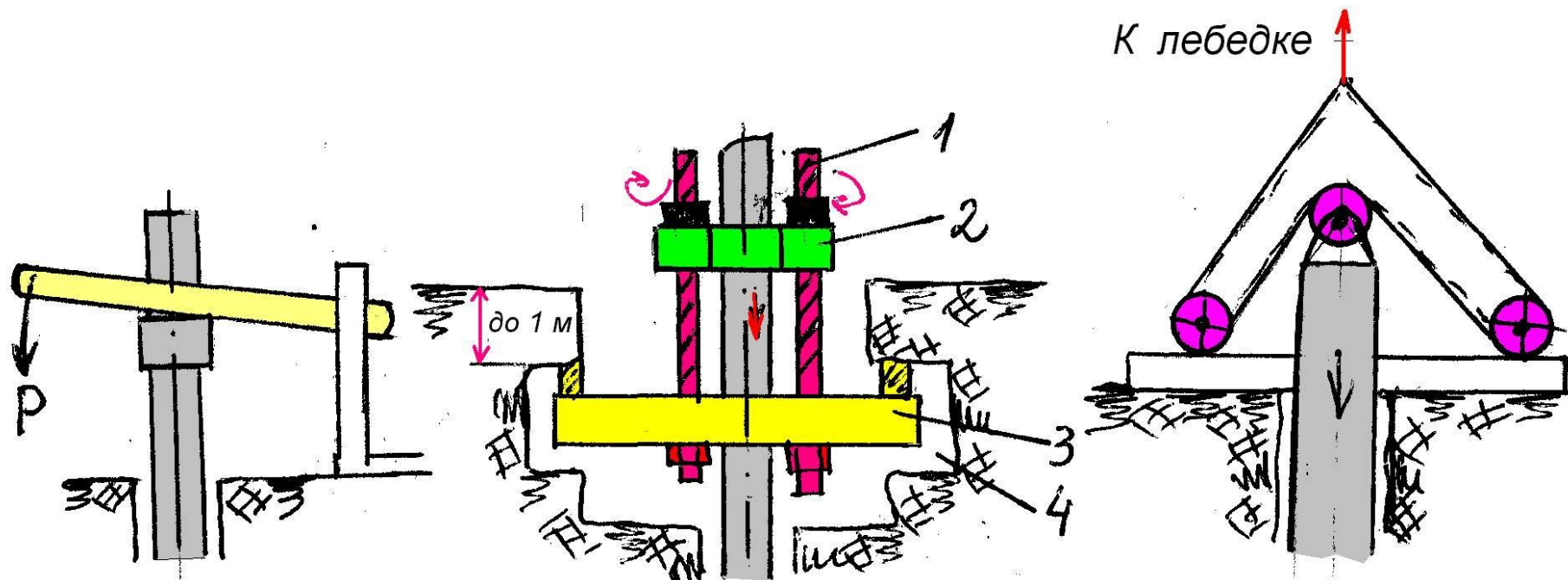


Нижняя раскрепляет пробка

- ❑ 1. Деревянный конус
- ❑ 2. Деревянные клинья
- ❑ 3. «Собачки»
- ❑ 4. Стержень с гайкой
- ❑ 5. Стяжки
- ❑ 6. Бурильные трубы



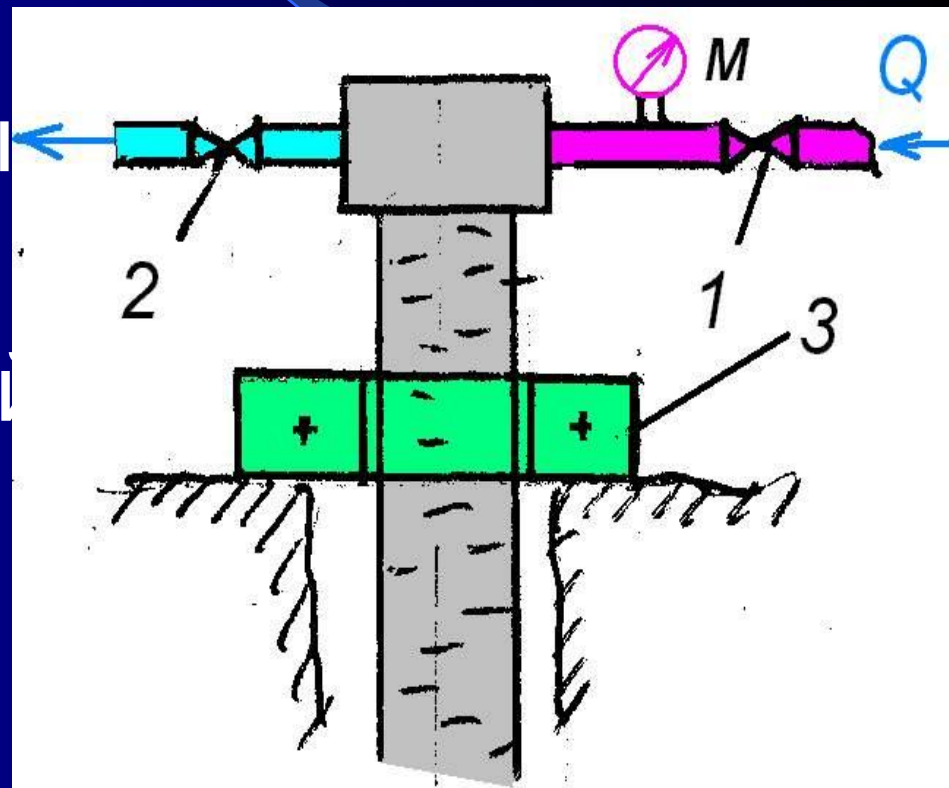
Методы задавливания КОЛОННЫ



- ❑ 1-Вагой; 2-Давильными винтами;
- 3- Лебедкой с системой роликов
- ❑ 4-Гидравликой станка; 5-Ударами

С верхней пробкой

- ❑ 1-Нагнетательный
 вентиль
- ❑ 2-Сбрасывающий
 вентиль
- ❑ 3-Хомут



Тампонирование скважин цементными растворами

Подготовка скважины:

- ☐ 1-Удаление взвешенных частиц пород из скважины.
- ☐ 2-Удаление глинистой корки.
- ☐ -**промывка** скважины раствором меньшей вязкости, чем буровой,

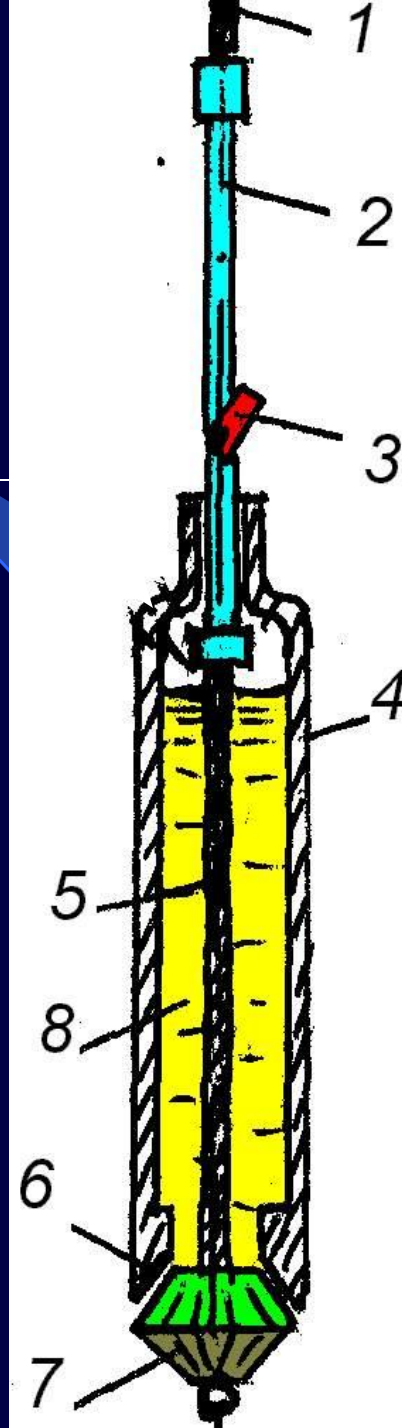
Способы цементирования

- ❑ Тампонирование башмака колонны
- ❑ Тампонирование затрубного пространства через заливочные трубы
- ❑ Одноступенчатое цементирование
- ❑ Манжетное (пакерное)
- ❑ Ступенчатое
- ❑ Обратное
- ❑ С противодавлением
- ❑ Сооружение разделительных мостов

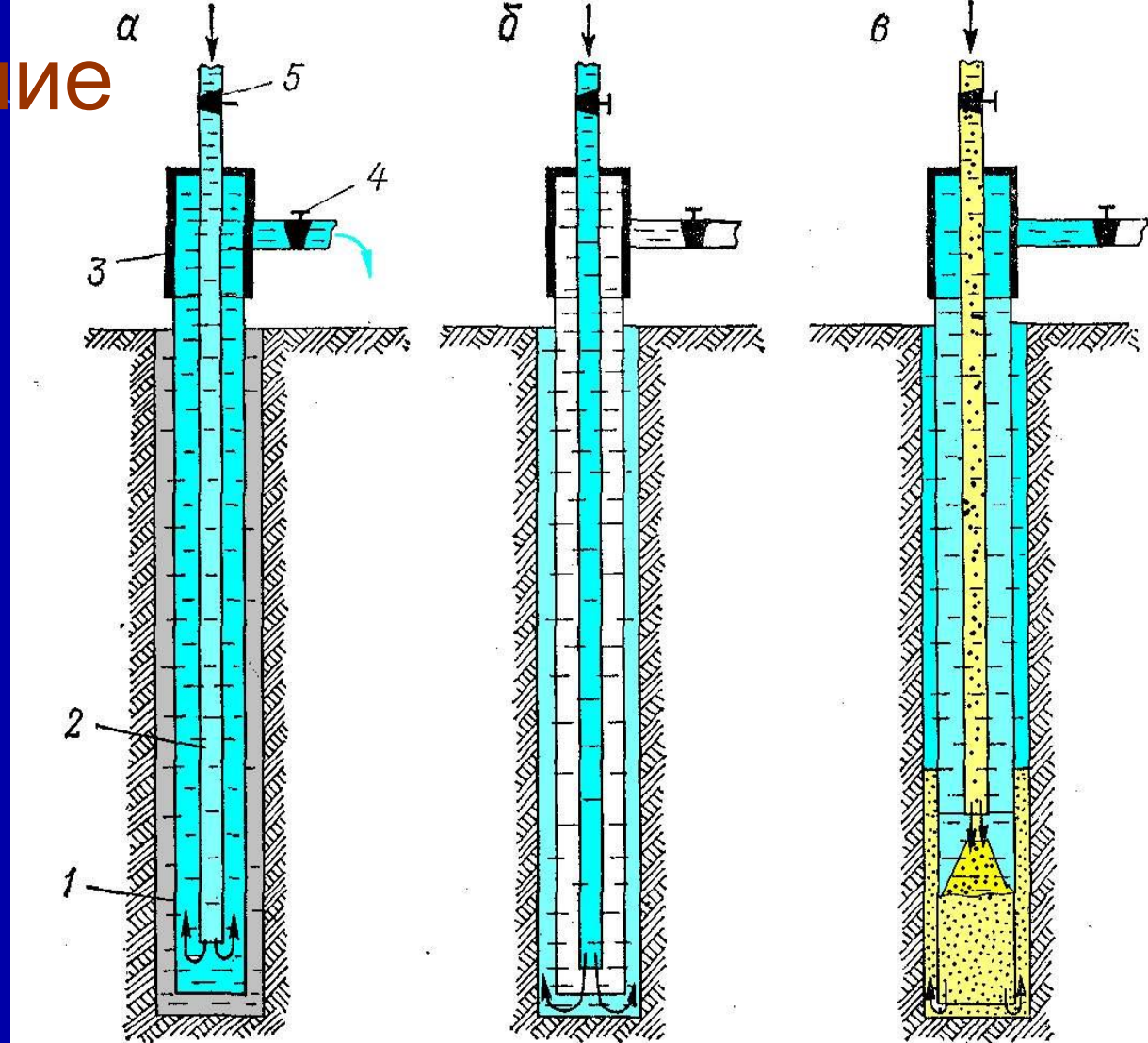
Заливочная желонка для доставки раствора при тампонировании башмака

☐ Заполнение раствором

- ☐ 1,5-канаты
- ☐ 2-Стержень
- ☐ 3-Защелка
- ☐ 4-Корпус
- ☐ 6- гнездо
- ☐ 7-Клапан
- ☐ 8-Цементный раствор



Цементирование через заливочные трубы



а — промывание колонны труб, б — заполнение кольцевого зазора, в — нагнетание и вытеснение цементного раствора в затрубное пространство.

На практике в глубокие скважины обычно спускают несколько обсадных колонн, которые различаются по назначению и глубине спуска

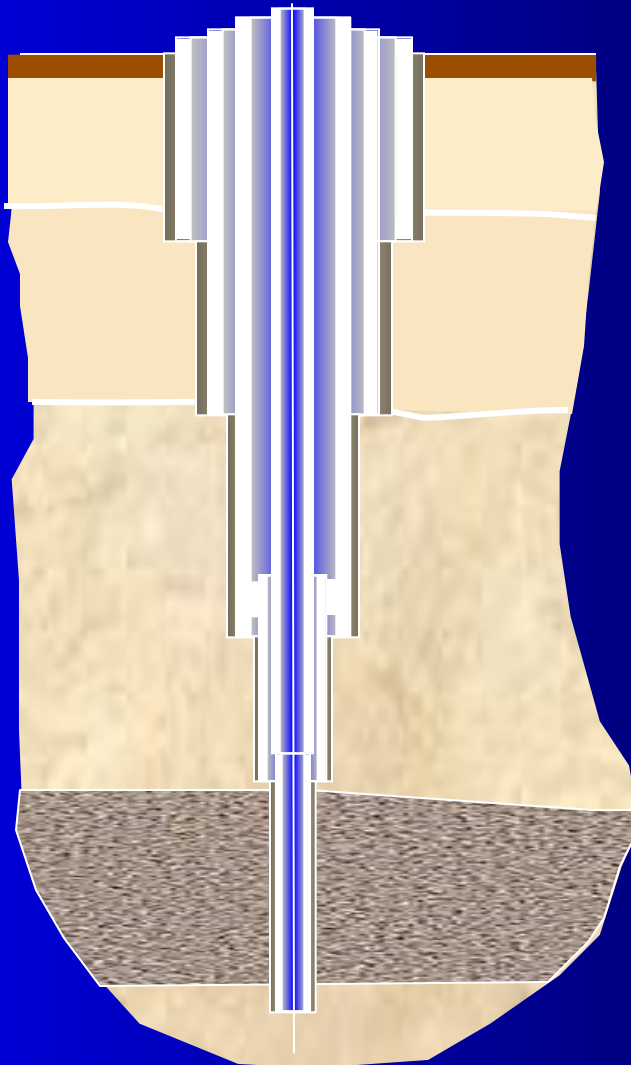
- направление** - служит для закрепления устья скважины и отвода изливающегося из скважины бурового раствора в циркуляционную систему, **обычно спускается на глубину 3 - 10 м**
- кондуктор** - устанавливается для закрепления стенок скважины в интервалах, представленных разрушенными и выветрелыми породами, и предохранения водоносных горизонтов - источников водоснабжения от загрязнения, **глубина спуска до нескольких сот метров**

- ❑ **промежуточная колонна** - служит для изоляции интервалов слабосвязанных неустойчивых пород и зон поглощения; промывочной жидкости; **глубина спуска колонны зависит от местоположения осложненных интервалов**
- ❑ **эксплуатационная колонна** - образует надежный канал в скважине для извлечения пластовых флюидов или закачки агентов в пласт; **глубина ее спуска определяется положением продуктивного объекта. В интервале продуктивного пласта эксплуатационную колонну перфорируют или оснащают фильтром**

❑ **потайная колонна** - служит для перекрытия некоторого интервала в стволе скважины; верхний конец колонны не достигает поверхности и размещается внутри расположенной выше обсадной колонны.

Если она не имеет связи с предыдущей колонной, то называется **«летучкой»**

Типы обсадных колонн



Направление

Кондуктор

*Промежуточная
колонна*

*Потайная колонна
(летучка)*

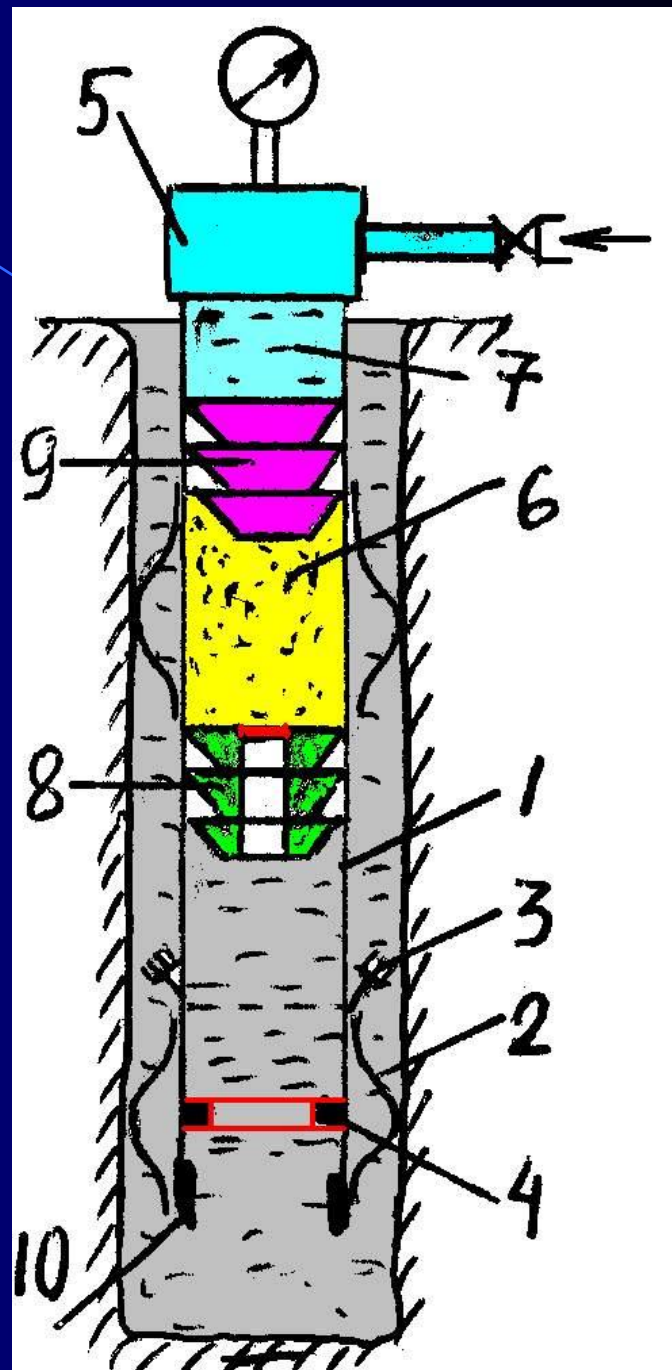
*Эксплуатационная
колонна*

Компоновка обсадной колонны

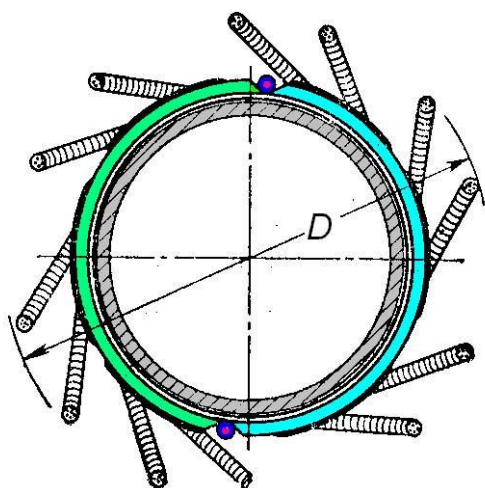
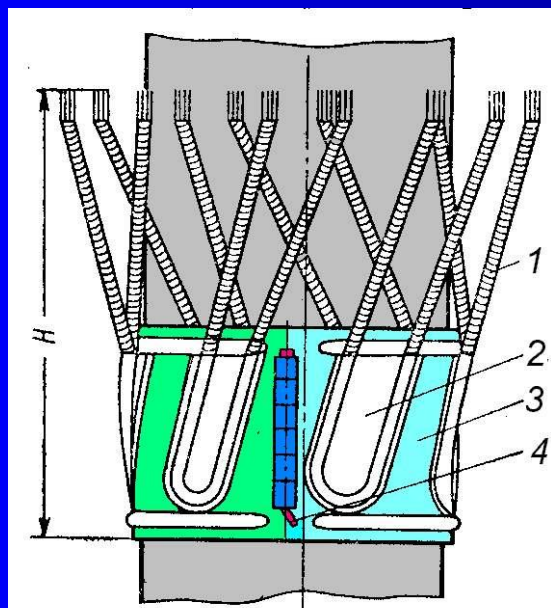
Для облегчения спуска обсадной колонны и качественного ее цементирования по выбранной технологии в состав колонны вводят дополнительные элементы: башмак, обратный клапан, заливочный патрубок, упорное кольцо, заливочную муфту, трубные пакеры, центраторы (фонари), скребки

Одноступенчатое цементирование

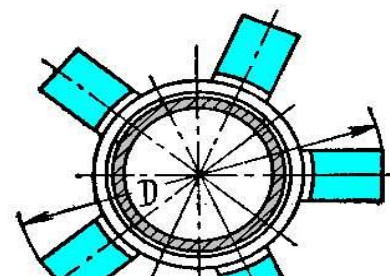
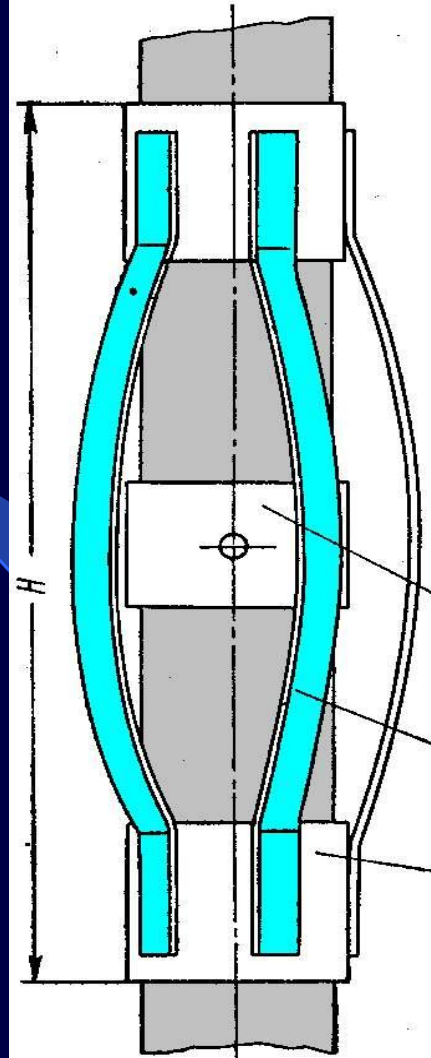
- 1-Обсадные трубы
- 2-Центратор
- 3-Скребок
- 4- «Стоп»-кольцо
- 5-Цем.головка
- 6-Цем.раствор
- 7-Продавочный раствор
- 8-Нижняя пробка
- 9-Верхняя пробка
- 10-Башмак



Скребок

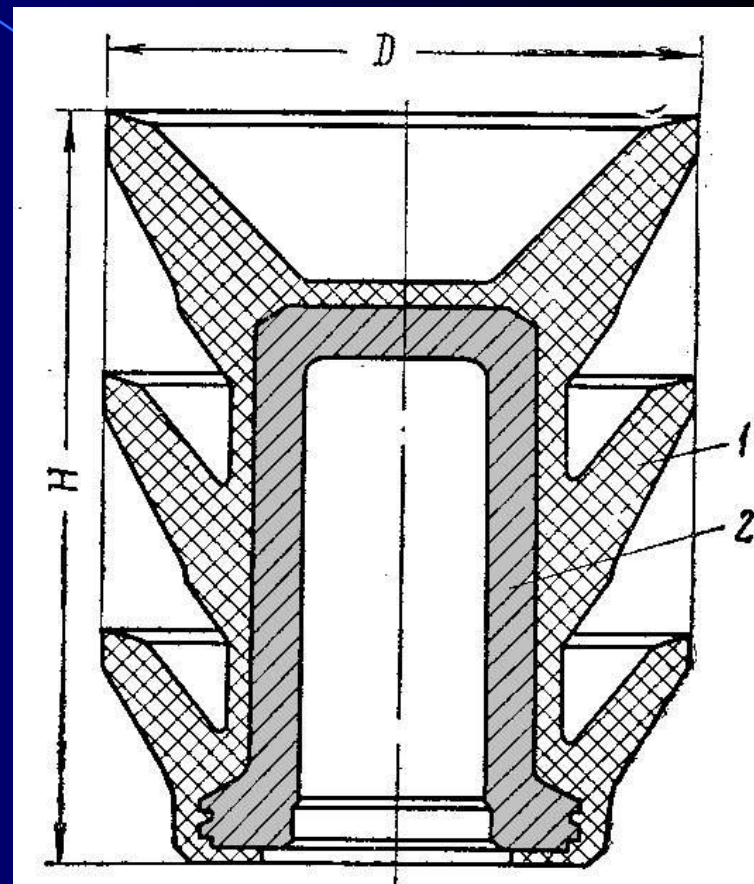
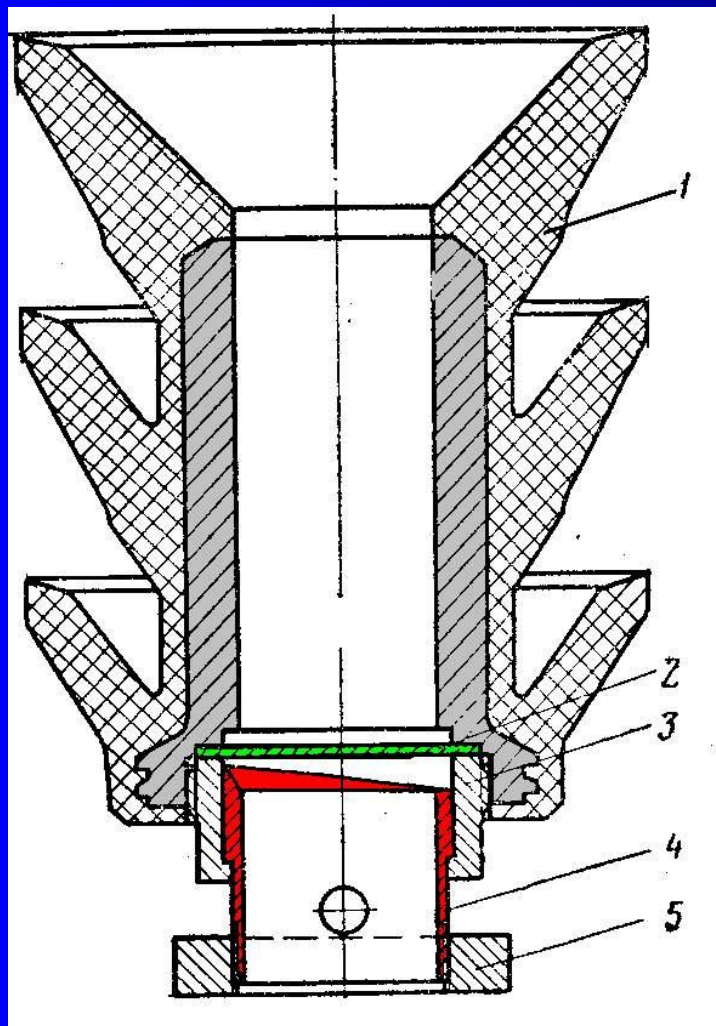


Центратор

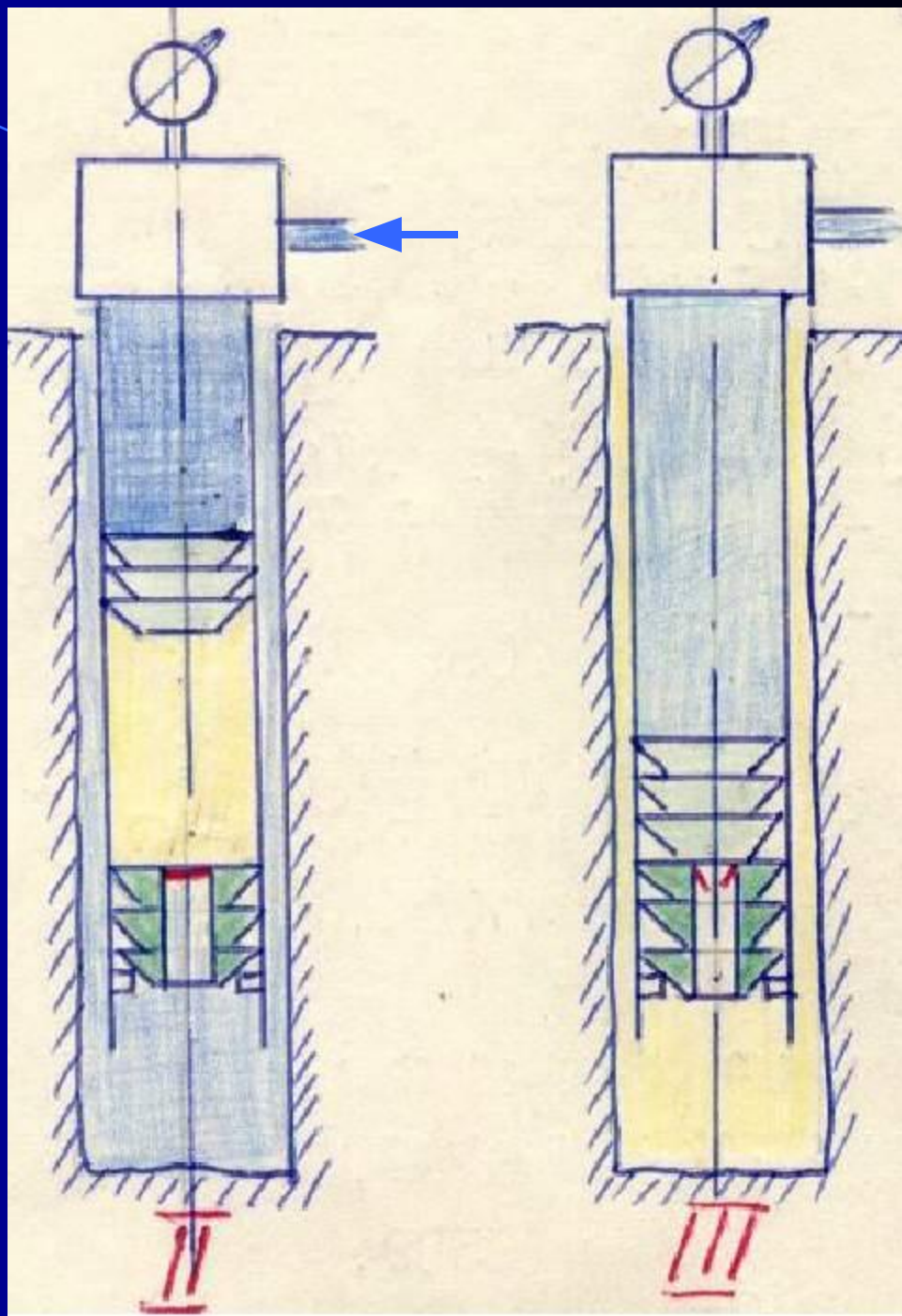


Пробки Верхняя

Нижняя



Одно- ступенчатое



Технология цементирования

Одноцикловое
цементирование с
двумя пробками

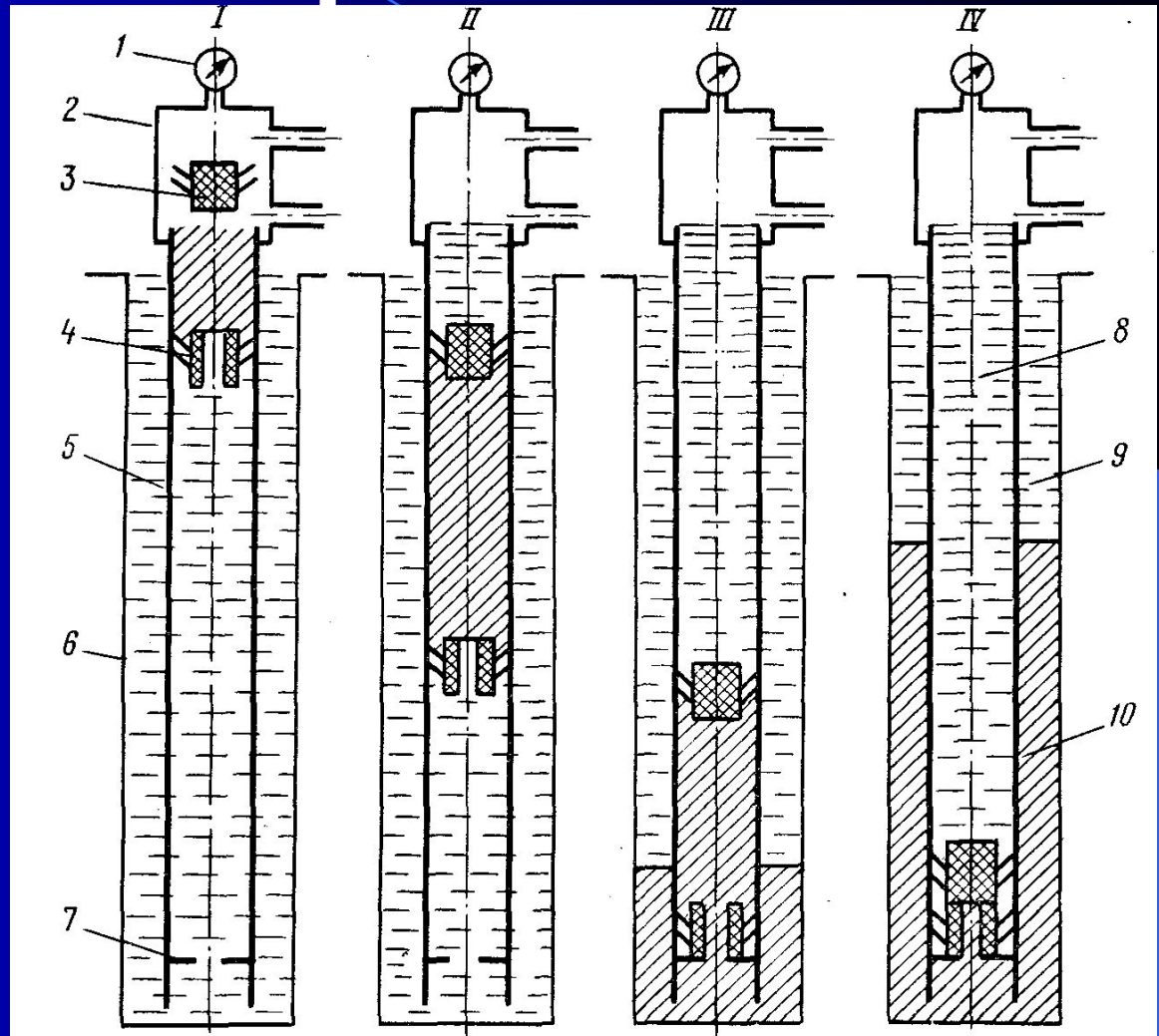
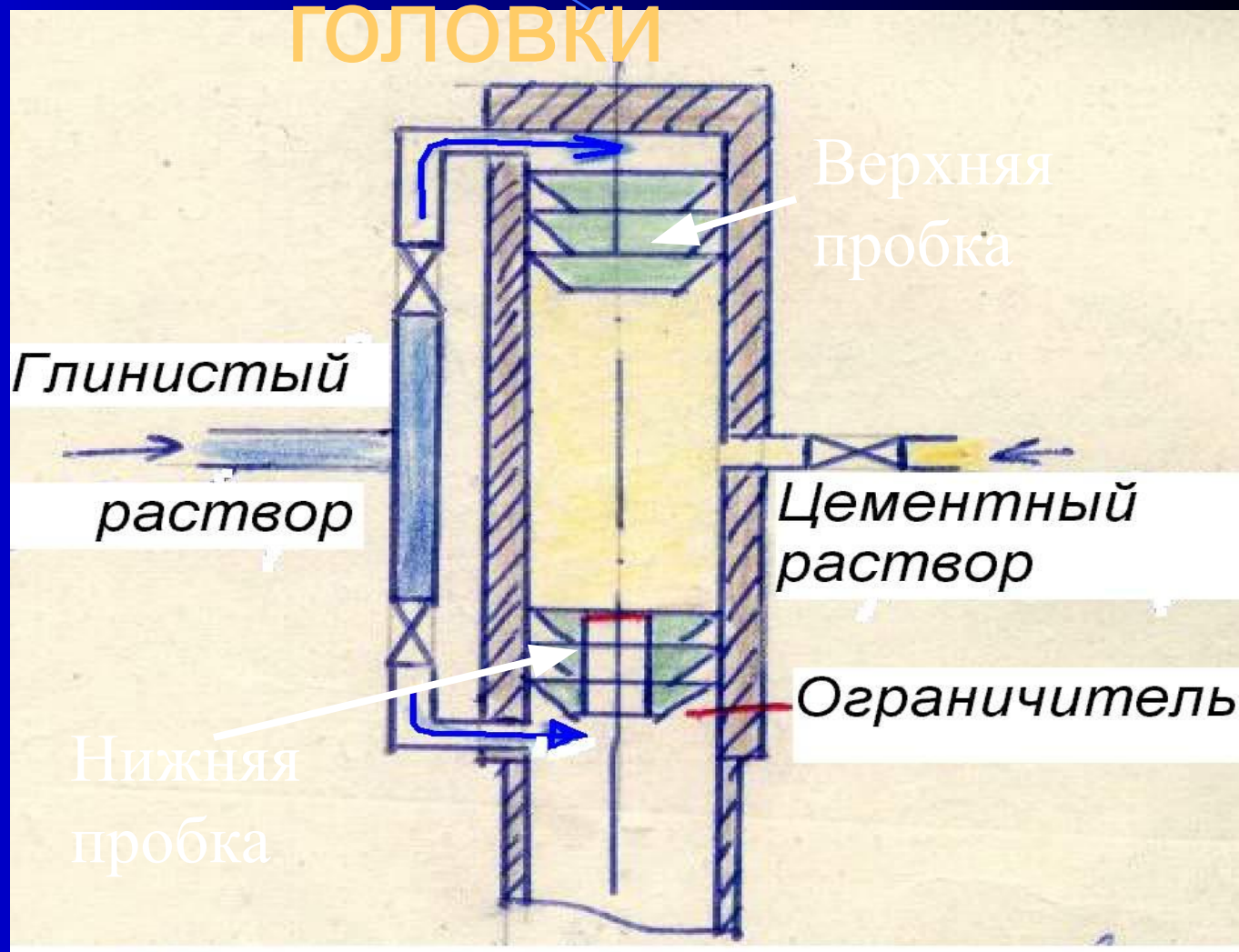
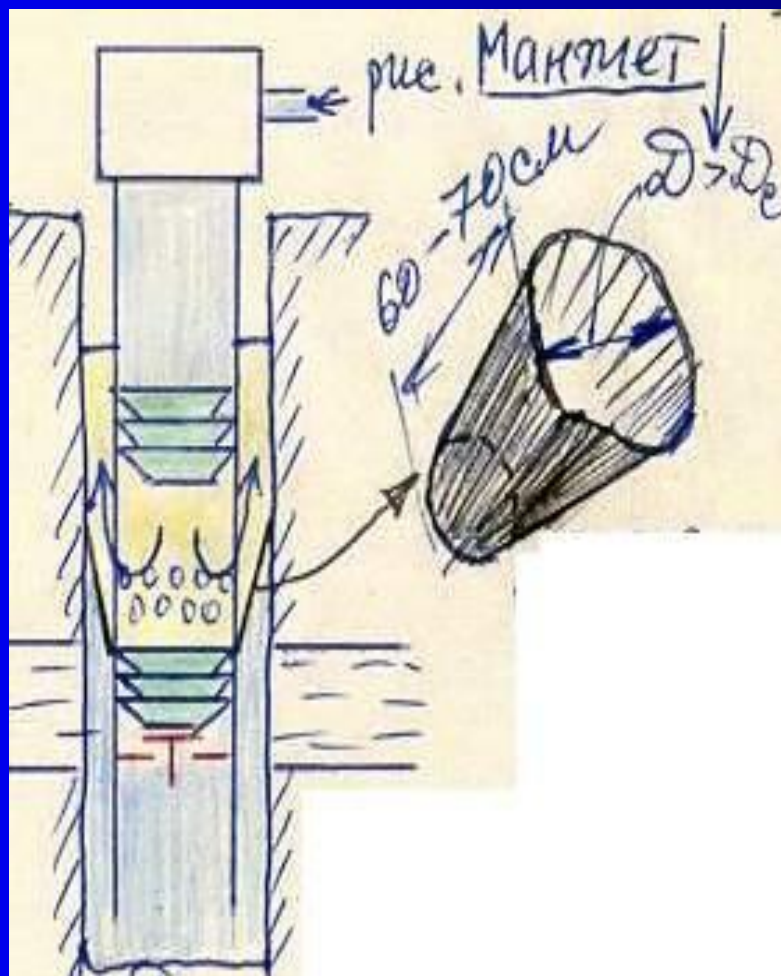


Схема цементировочной ГОЛОВКИ

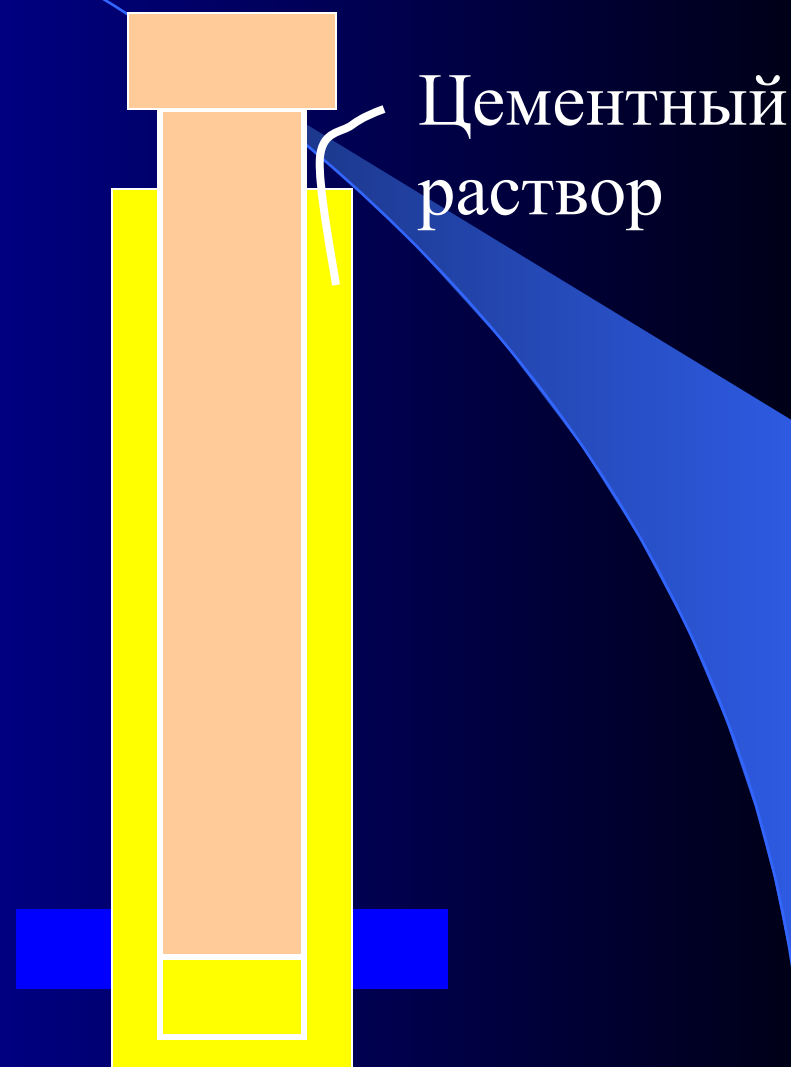


Манжетное (пакерное)



Ступенчатое

Обратное

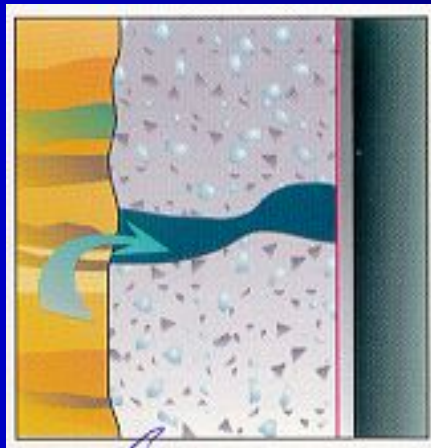


Способы тампонирования

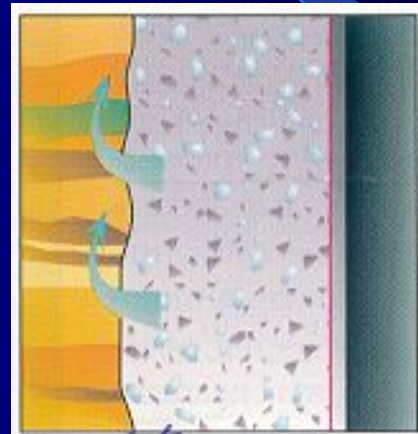
Осложнения при креплении скважин

- ❑ недоподъем тампонажного раствора
- ❑ межпластовые перетоки
- ❑ флюидопроявления
- ❑ недоспуск колонн
- ❑ низкая адгезия тампонажного камня
- ❑ недолговечность тампонажного камня

Осложнения при креплении скважин

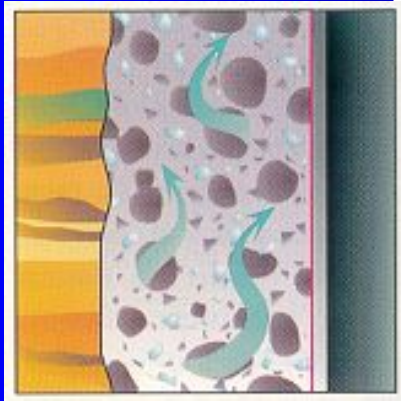


Преждевременное
загустевание

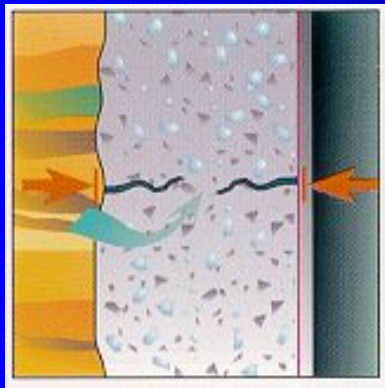


Чрезмерная
водоотдача

Осложнения при креплении скважин



Высокая проницаемость
цементного раствора

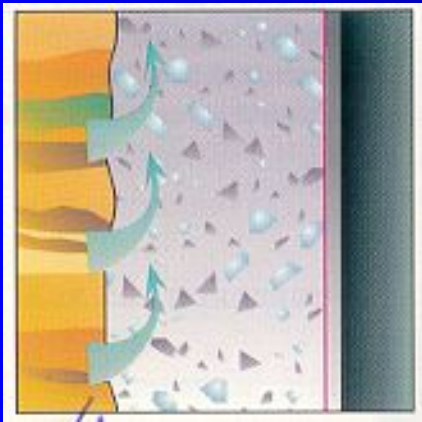


Усталостное разрушение
цемента



Сильная усадка

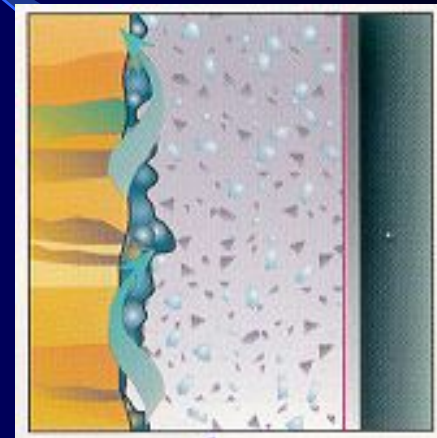
Осложнения при креплении скважин



**Неправильно
подобранная
плотность**



**Некачественное
сцепление на
границах разделов**



**Некачественное
удаление бурового
раствора,
Фiltrационной
корки**

Анализ осложнений показывает, что около **38%** скважин содержит обводненную продукцию; **29 %** осложнений связано с поглощением тампонажного раствора и как следствие недоподъемом цементного раствора, на межпластовые перетоки приходится около **15-25%**, флюидопроявления – **5 %** и **5-13 %** связано с недоспуском колонны

Факторы, влияющие на качество крепления скважин

ПРИРОДНАЯ ГРУППА ФАКТОРОВ

- **Термобарические условия в скважине, тектонические нарушения**
- **Степень неоднородности коллектора**
- **Положение продуктивных пластов по отношению к подошвенным и пластовым водам**

Факторы, влияющие на качество крепления скважин

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

- **СОСТОЯНИЕ СТВОЛА СКВАЖИНЫ**
*(интервалы проявлений и
поглощений, кавернозность,
кривизна и перегибы ствола,
толщина фильтрационной корки)*

Факторы, влияющие на качество крепления скважин

ТЕХНИКО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

- Миграции газа в вязко-упругой жидкости
- Поведение цемента при сжатии

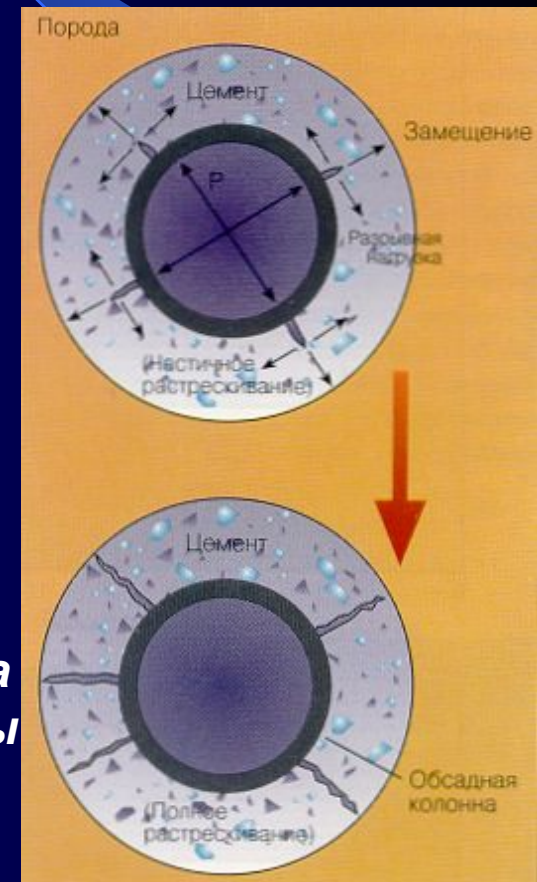


Факторы, влияющие на качество крепления скважин ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

- Давление обсадной колонны

Нагрузка сжимает цемент радиально и создает в цементе тангенциальное напряжение разрыва

На границе раздела «обсадная колонна-цемент» начинается радиальная трещина (вверху), которая может достичь границы раздела «цемент-порода»(внизу).



Факторы, влияющие на качество крепления

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

- Механические препятствия

Заколонные пакеры могут не обеспечить герметизацию при некоторых типах пластов.

Снижение гидростатического давления с помощью заколонных пакеров может способствовать вхождению газа в затрубное пространство



Факторы, влияющие на качество крепления скважин

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

- Конструкция обсадной колоны и состав технологической оснастки
 - *величина зазора,*
 - *длина и диаметр колонны,*
 - *расстановка технологической оснастки*

Факторы, влияющие на качество крепления скважин

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

- **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ
ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ**

- *Объем и вид буферной жидкости,*
- *Скорость восходящего потока,*
- *Соотношения между реологическими показателями и плотностью вытесняемой и вытесняющей жидкостей,*
- *Расхаживание и вращение колонн*

Факторы, влияющие на качество крепления скважин

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

- **Уровень технической оснащённости процесса цементирования**
- **Уровень квалификации членов тампонажной бригады**
- **Степень соответствия процесса цементирования технологическому регламенту**
- **Степень надёжности цементировочной схемы**

Тампонажные цементы и материалы

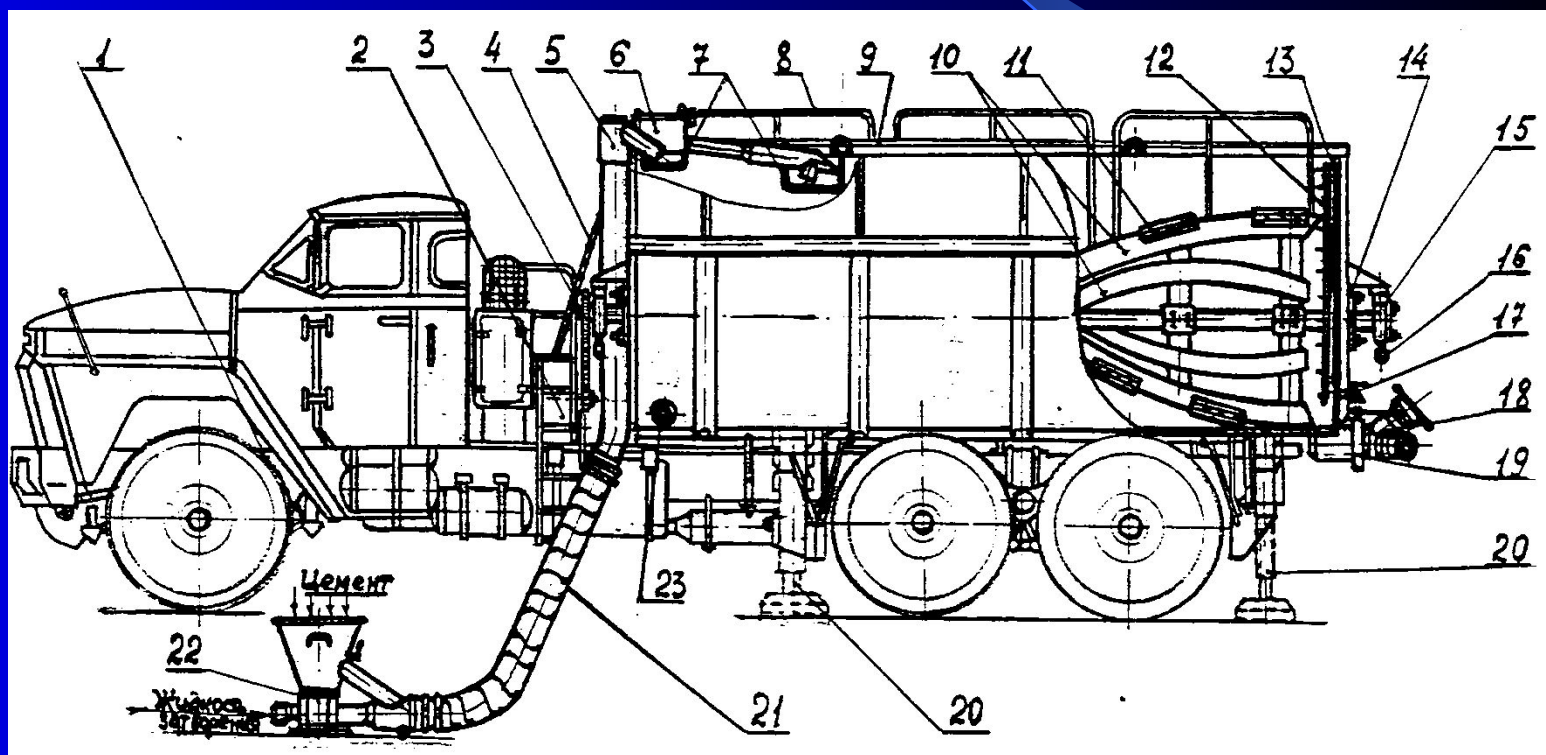
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТЫ

- *Цемент тампонажный облегченный ОТЦ-Н*
- *Цемент тампонажный расширяющийся ТПЦР-120*
- *Цемент тампонажный утяжележенный типа ЦТУ-100*
- *Тампонажная композиция с закупоривающими свойствами*
- *Цемент тампонажный термосолестойкий ЦТТ-160*
- *Цемент тампонажный ЦТПН для циклически меняющихся температур*
- *Цемент тампонажный утяжележенный термостойкий ЦТТУ-160*

Оборудование для цементирования скважин

- 1. Установки насосные для цементирования скважин УЦП4320-1912 АКОС-4320-1920**
- 2. Цементирувочный агрегат на раме АЦС-320**
- 3. Агрегаты насосные цементирувочные АНЦ-320 и АНЦ-500**
- 4. Установки насосные для цементирования скважин передвижные**
- 5. Установки цементосмесительные 1СМР-20 и УС-6-30 УС-4**

Смесительно-осреднительная мобильная установка УСО-20





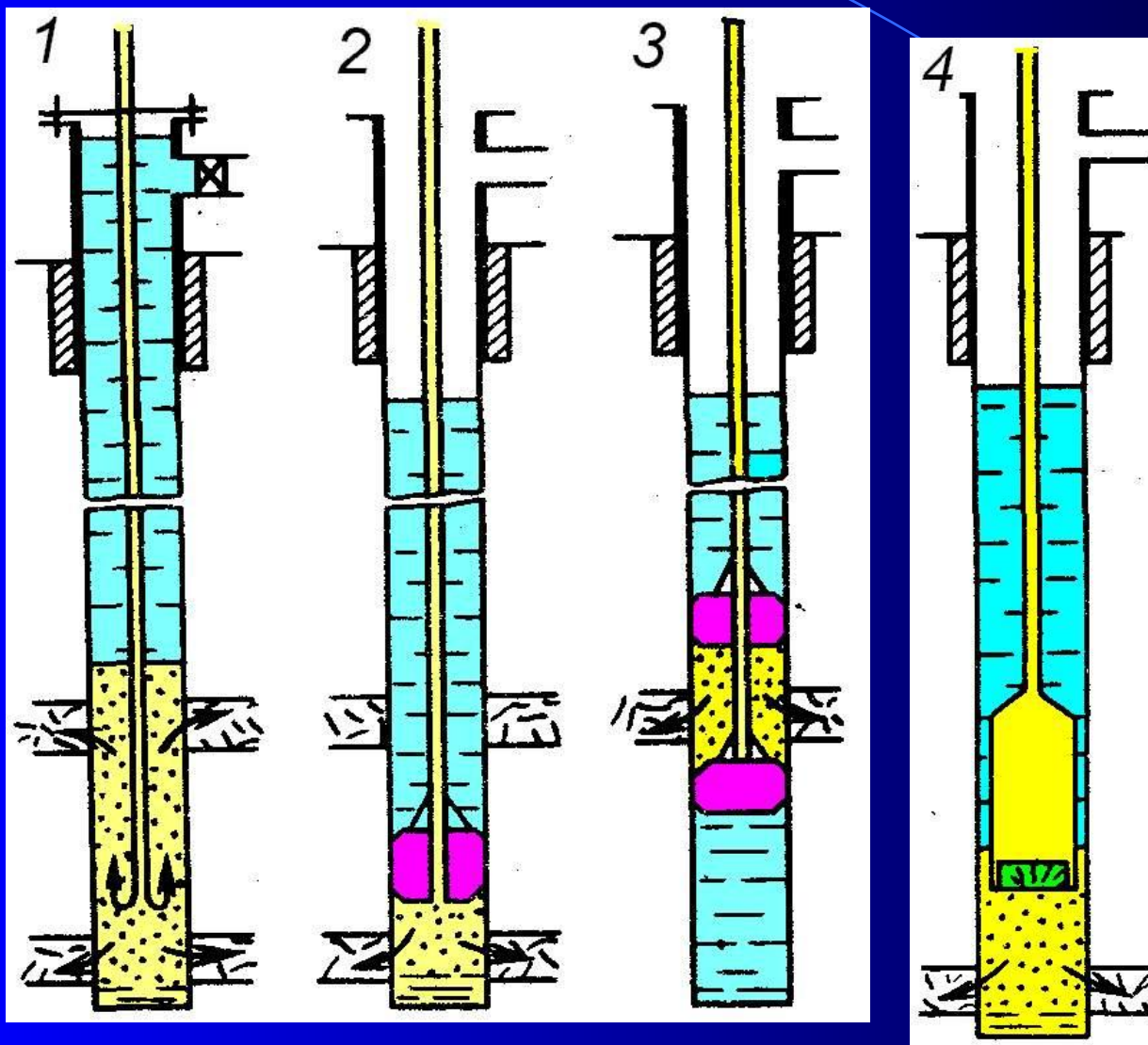
US6-30 Cement Transport / Auger Mixer



Быстро Схватывающиеся Смеси

- ❑ Однорастворные БСС
- ❑ Двухрастворные БСС
- ❑ «Сухие» БСС

Однорастворные БСС



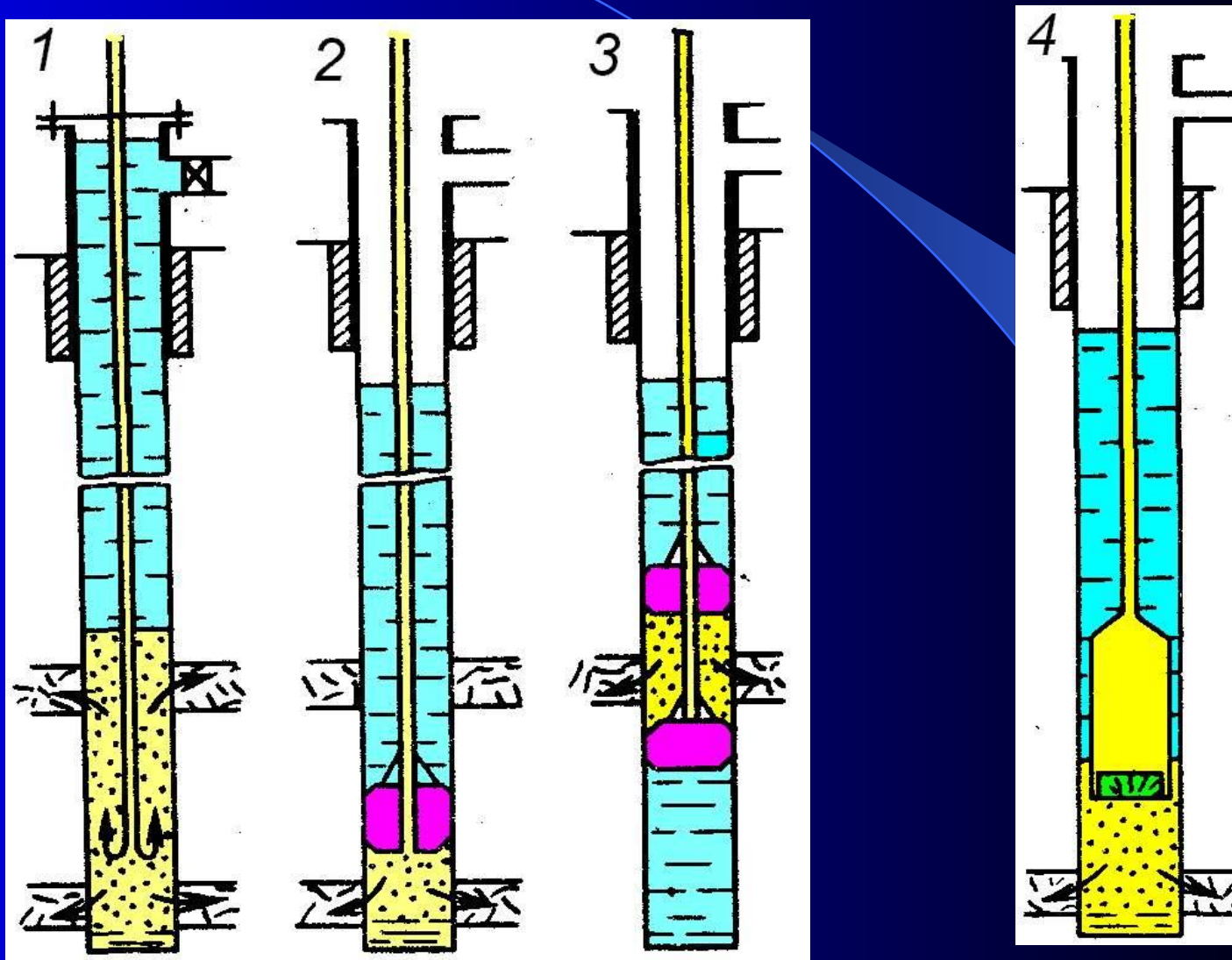
Тампонирование быстрохватывающимися смесями

Быстро Схватывающиеся Смеси

ООднорастворные БСС
ДДвухрастворные БСС

«Сухие» БСС

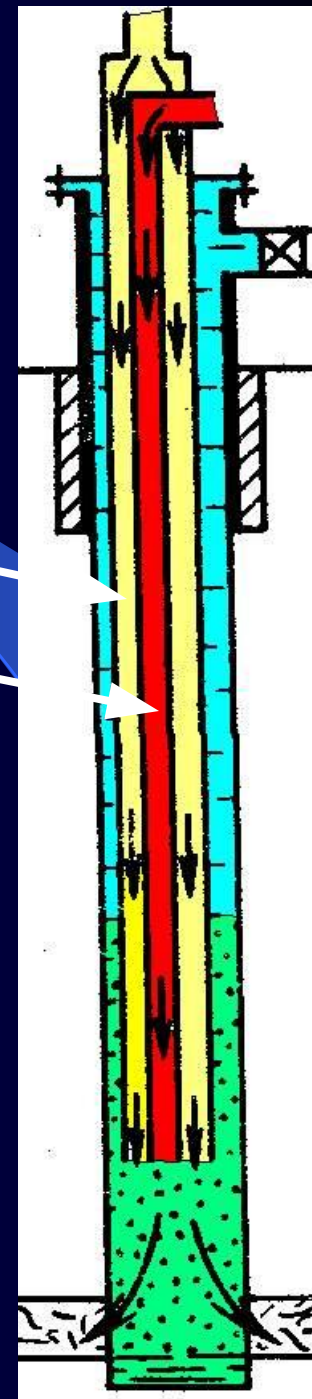
Однорастворные БСС



БСС

Двух растворные БСС

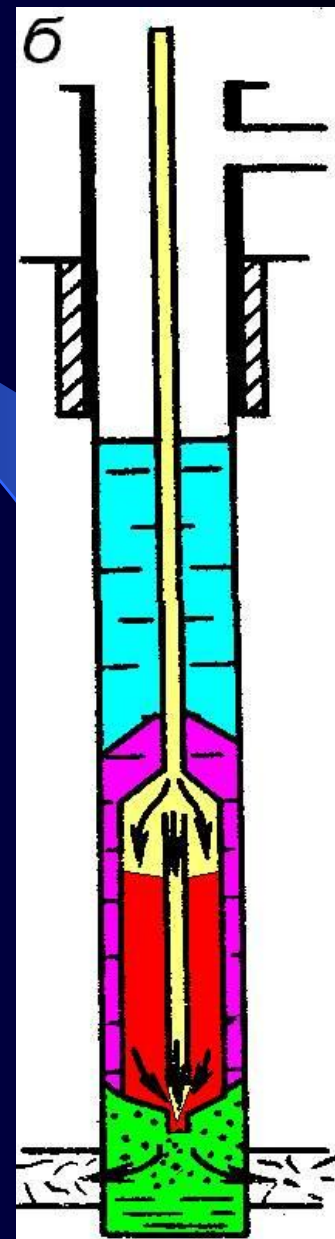
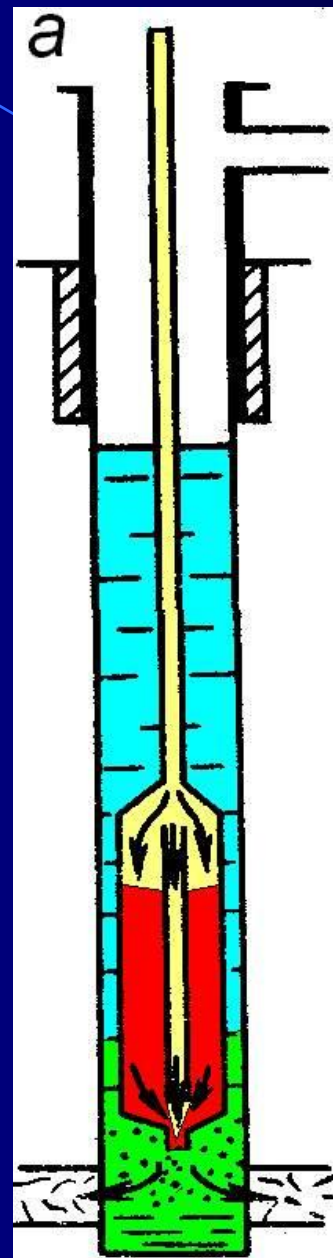
- Основной цементный раствор и отвердитель подаются по раздельным каналам.



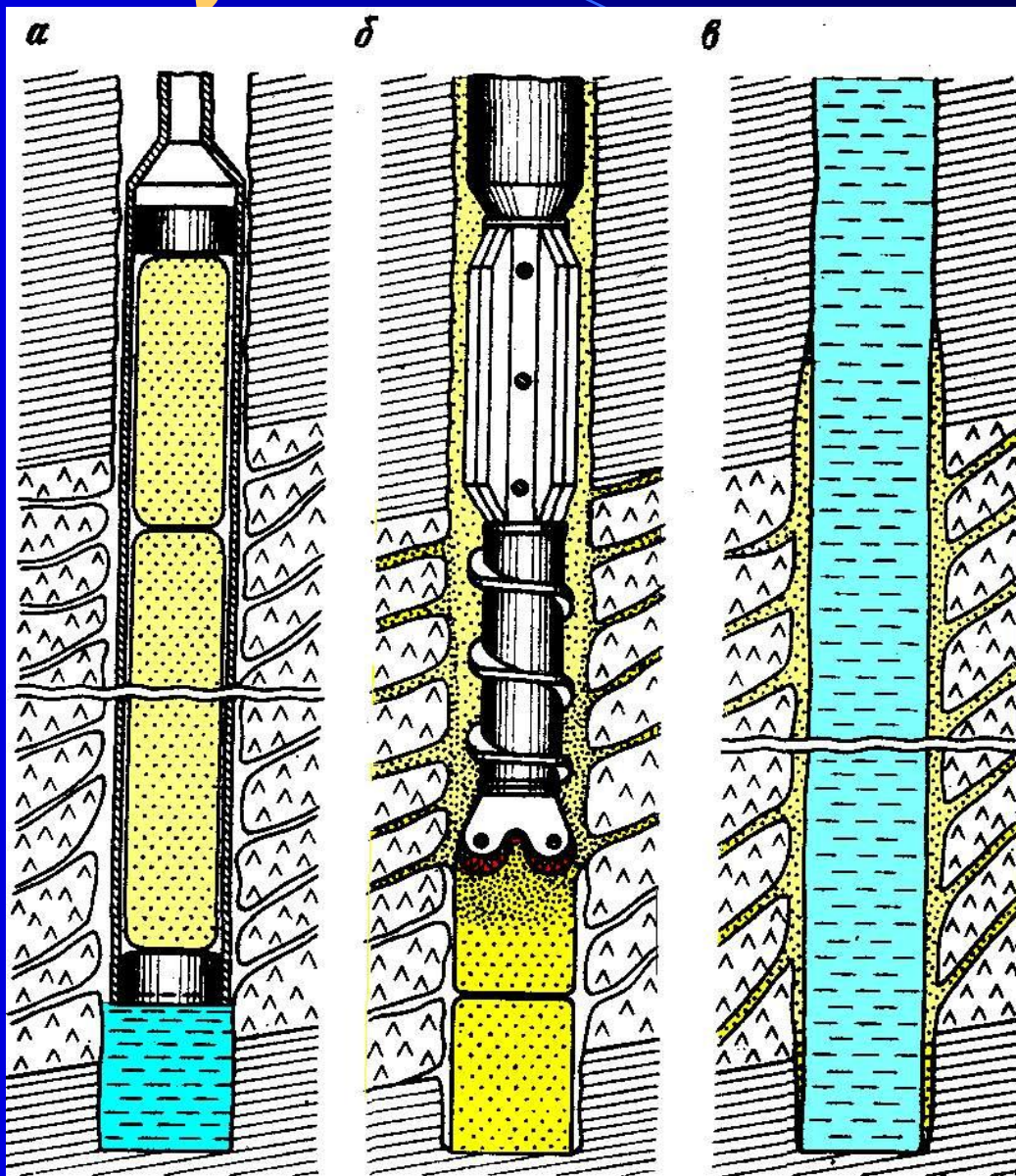
Двух- растворные БСС с тампонажным устройством

- а-без пакера
- б- с пакером

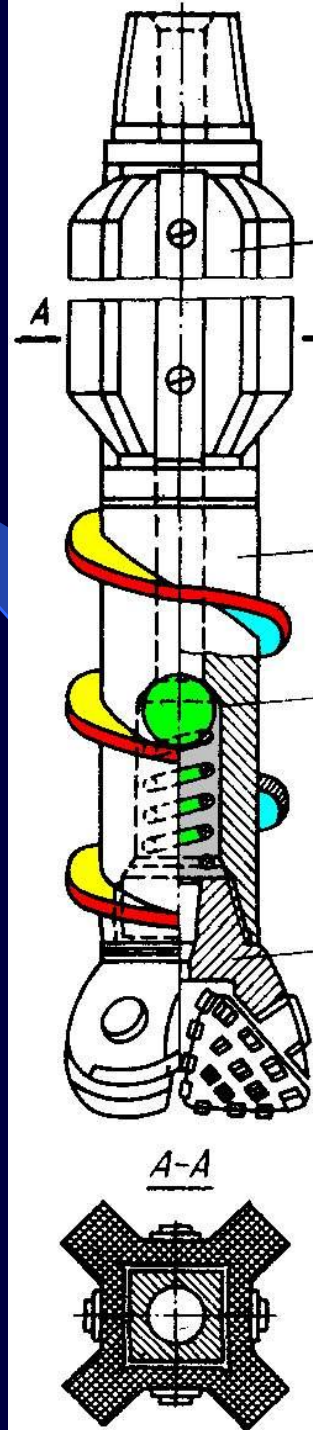
БСС



«Сухие» БСС



БСС



УТМ-ЛГИ

- ❑ 1-Поршень
- ❑ 2-Отражатель
- ❑ 3-Конусное долото
- ❑ 4-Пакеты БСС
- ❑ 5-Контейнер
- ❑ 6-Секция
- ❑ 7-Пружина
- ❑ 8-Пробка
- ❑ 9-Подпружиненные пальцы
- ❑ 10-Спиральные пазы

БСС

