



Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное автономное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Курс: «Технология бурения эксплуатационных скважин
при отработке месторождений урана методом
подземного выщелачивания»

Лекция 4

Тема: «Сооружение геотехнологических скважин»



Лектор старший преподаватель ТПУ - Бер Александр Андреевич



Основные сведения о
геотехнологических
скважинах и их
классификация

Функции буровых скважин

- геологическая **разведка**;
- **вскрытие и подготовка запасов**;
- **отработка запасов**;
- **управление движением технологических растворов** в продуктивной толще;
- **контроль** количества и качества **откачиваемых и закачиваемых** растворов;
- **создание** противодиффузионных **завес**;
- **охрана окружающей среды** от возможного физико-химического загрязнения.

Функции буровых скважин

- По признаку использования в процессе геотехнологической отработки запасов скважины группируют:
- **Вспомогательные** – непосредственно не участвующих в геотехнологическом процессе
- **Эксплуатационные** – непосредственно участвующих в эксплуатации блоков ПВ

Функции буровых скважин

- **Вспомогательные** – непосредственно не участвующие в геотехнологическом (**добычном**) процессе:
 - **разведочные,**
 - **контрольные.**
- **Эксплуатационные** – непосредственно участвующие в эксплуатации (ПВ):
 - **технологические,**
 - **барражные,**
 - **наблюдательные**



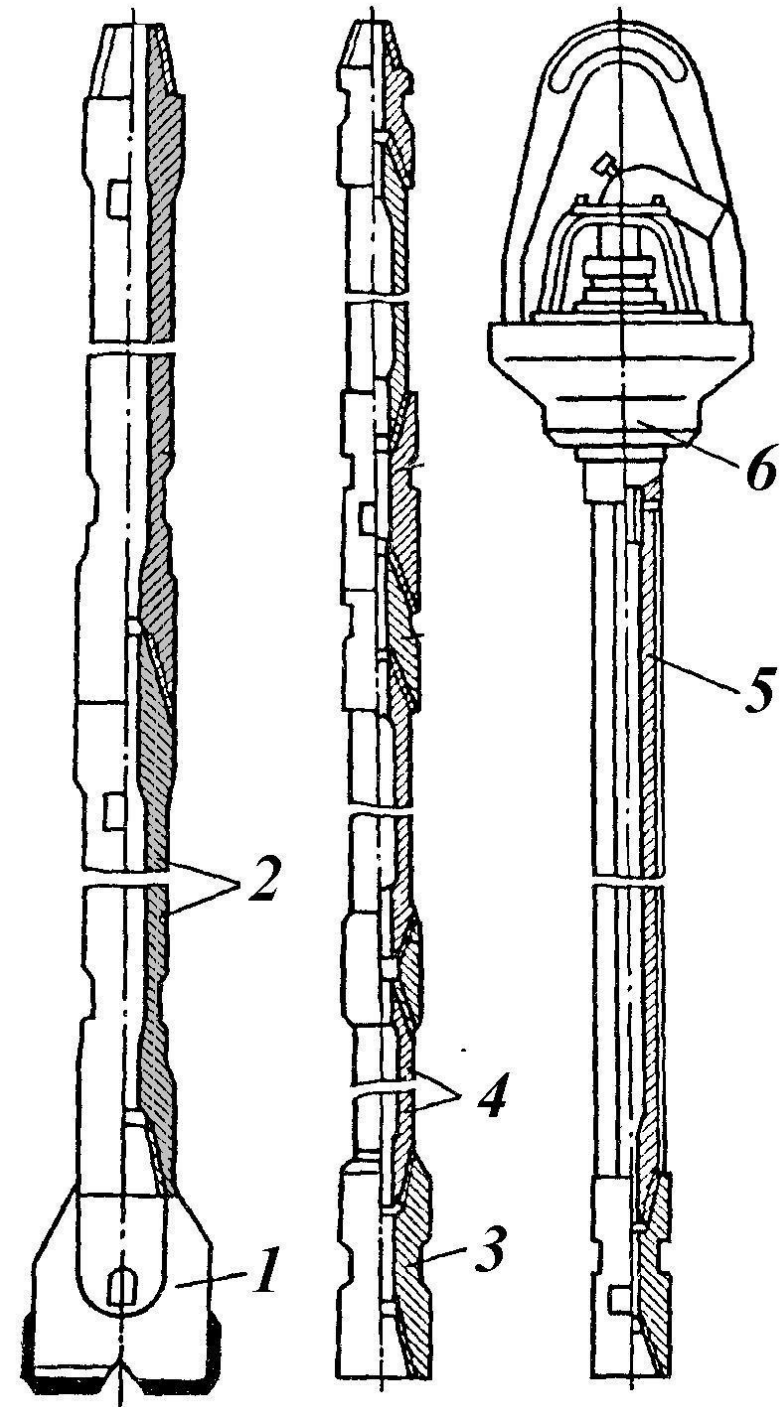
Разведочные скважины

Разведочные скважины

- **Предназначены** для **разведки и уточнения** положения пласта полезного ископаемого, его мощности, условий залегания и др.
- **Бурение** скважин до зоны рудного интервала ведется **без отбора керна (сплошным забоем)**.
- **Бурение** скважин в зоне рудного интервала ведется **с отбором керна**.
- **Скважины закладываются** в основном на месте эксплуатационных скважин и **после выполнения** поставленных задач **по отбору керна** могут использоваться для ведения процесса добычи.

Инструмент (буровой снаряд) для бескернового бурения

- 1 - долото;
- 2 – утяжеленные бурильные трубы;
- 3 – переходник;
- 4 – бурильные трубы с соединениями;
- 5 — ведущая труба;
- 6 — сальник-вертлюг

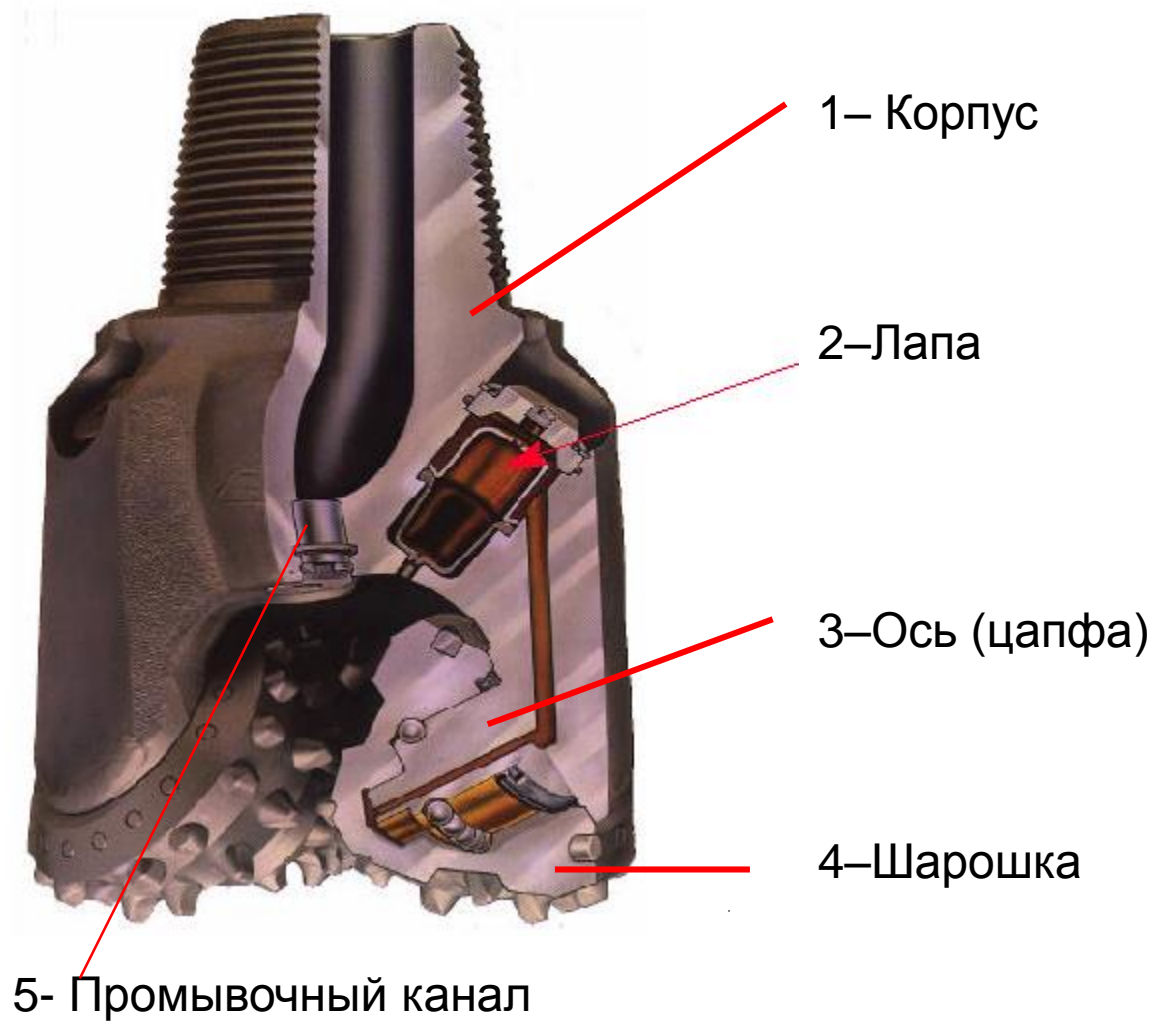


Породоразрушающий инструмент для бескернового бурения

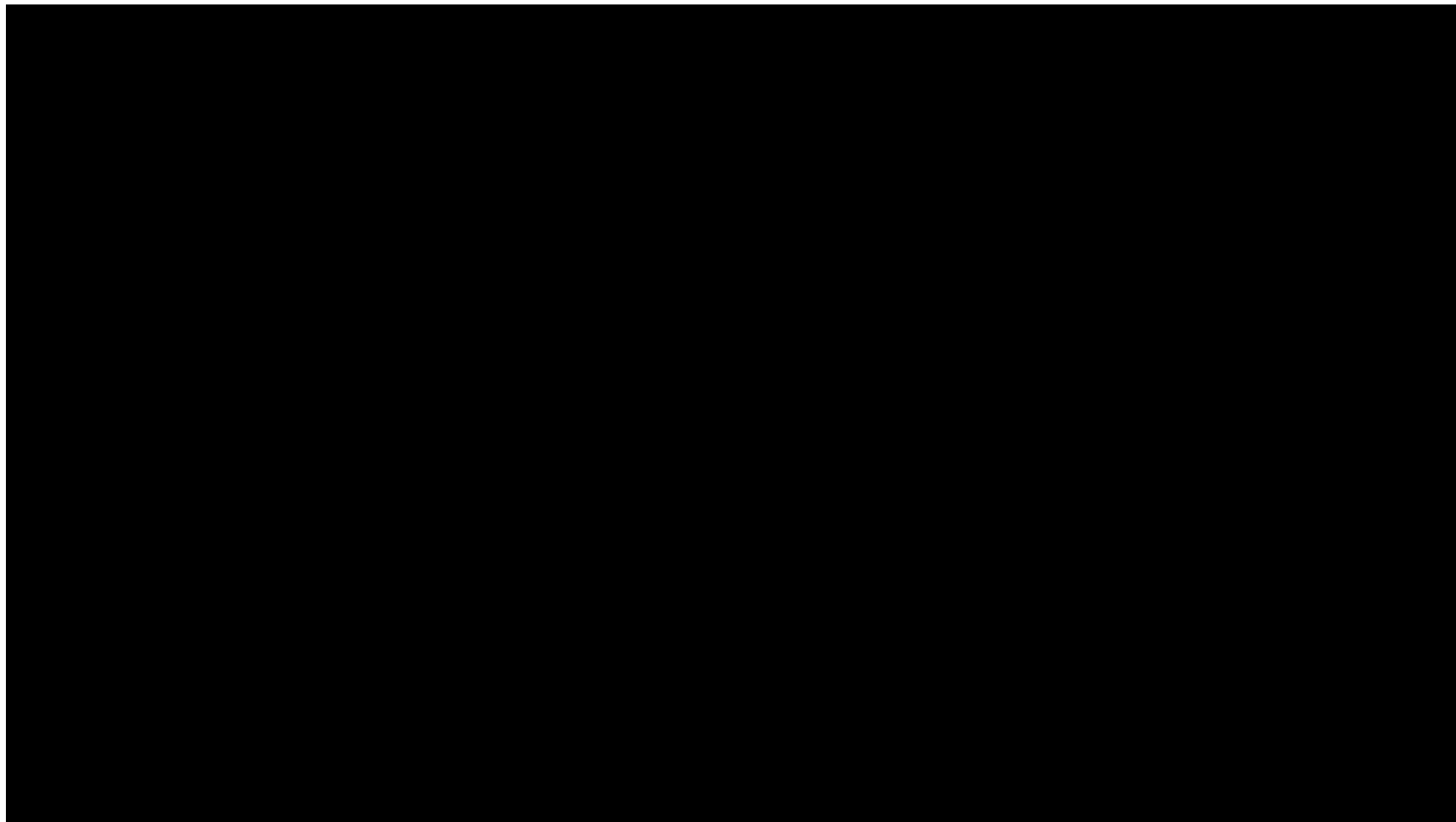
Долота - **Пикобуры** 2-х и 3-х лопастные



Породоразрушающий инструмент для бескернового бурения

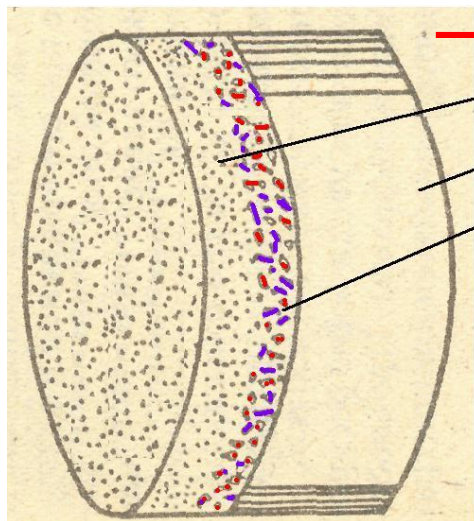


Породоразрушающий инструмент для бескернового бурения

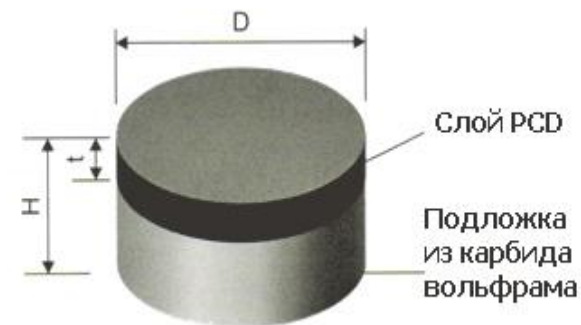


Породоразрушающий инструмент для бескернового бурения

Долота **PDC** с алмазно-твердосплавными пластинами АТП



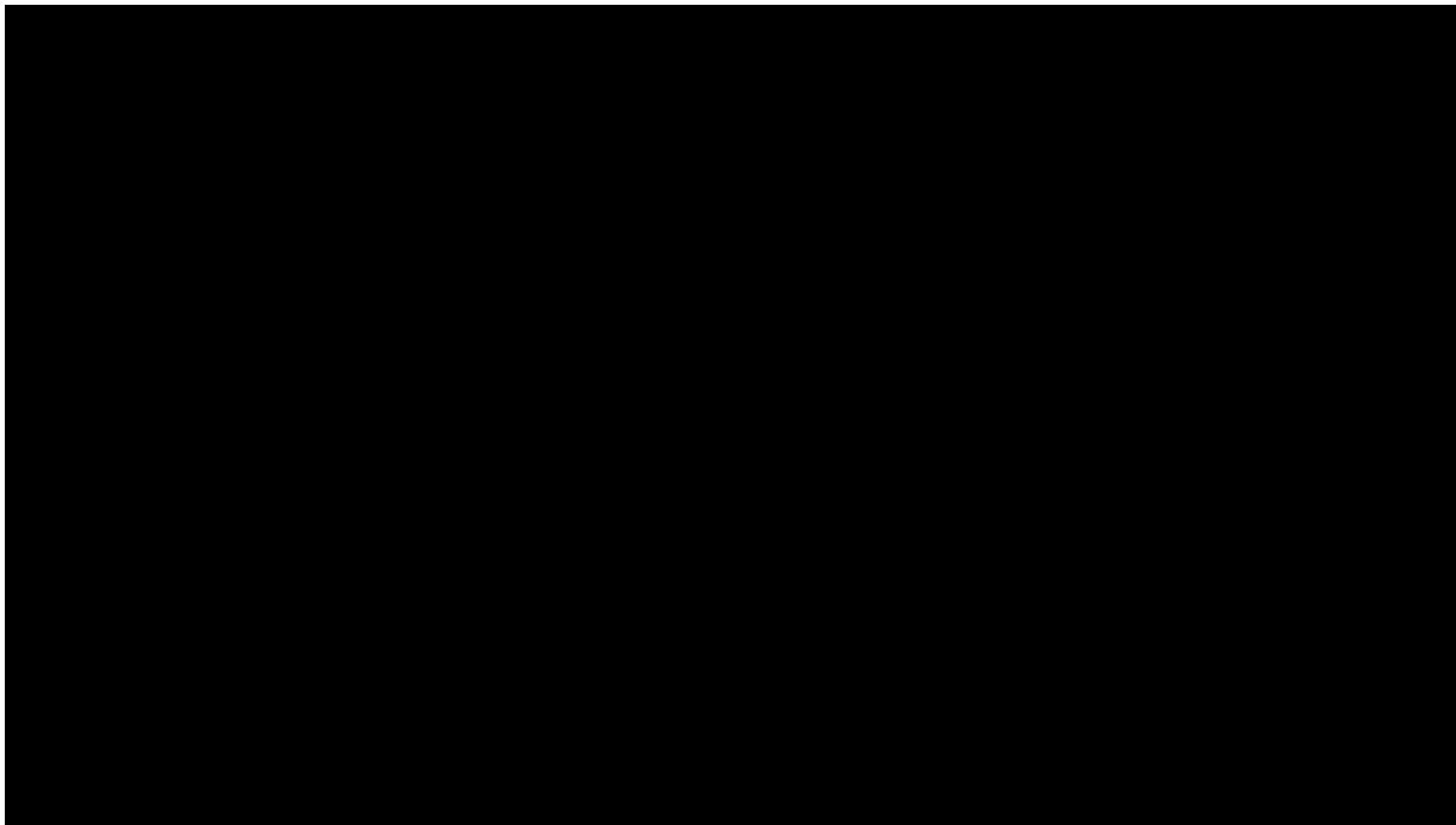
- 1 - Слой частиц алмазов и металла-связки
- 2 - Подложка
- 3 - Смесь зерен алмазов и карбидов



PDC - Polycrystalline
Diamond Cutter
**Поликристаллический
алмазный резец**

Породоразрушающий инструмент для бескернового бурения

Долота **PDC** с алмазно-твердосплавными пластинами АТП



Бурение без отбора керна

Параметры бурения без отбора керна при бурении пикобурами до 160 мм

- **осевая нагрузка** – 700–900 даН
- **частота вращения** – 136÷336 об/мин;
- **количество промывочной жидкости** – 250–320 л/мин.

Бурение с отбором керна

Разведочные скважины

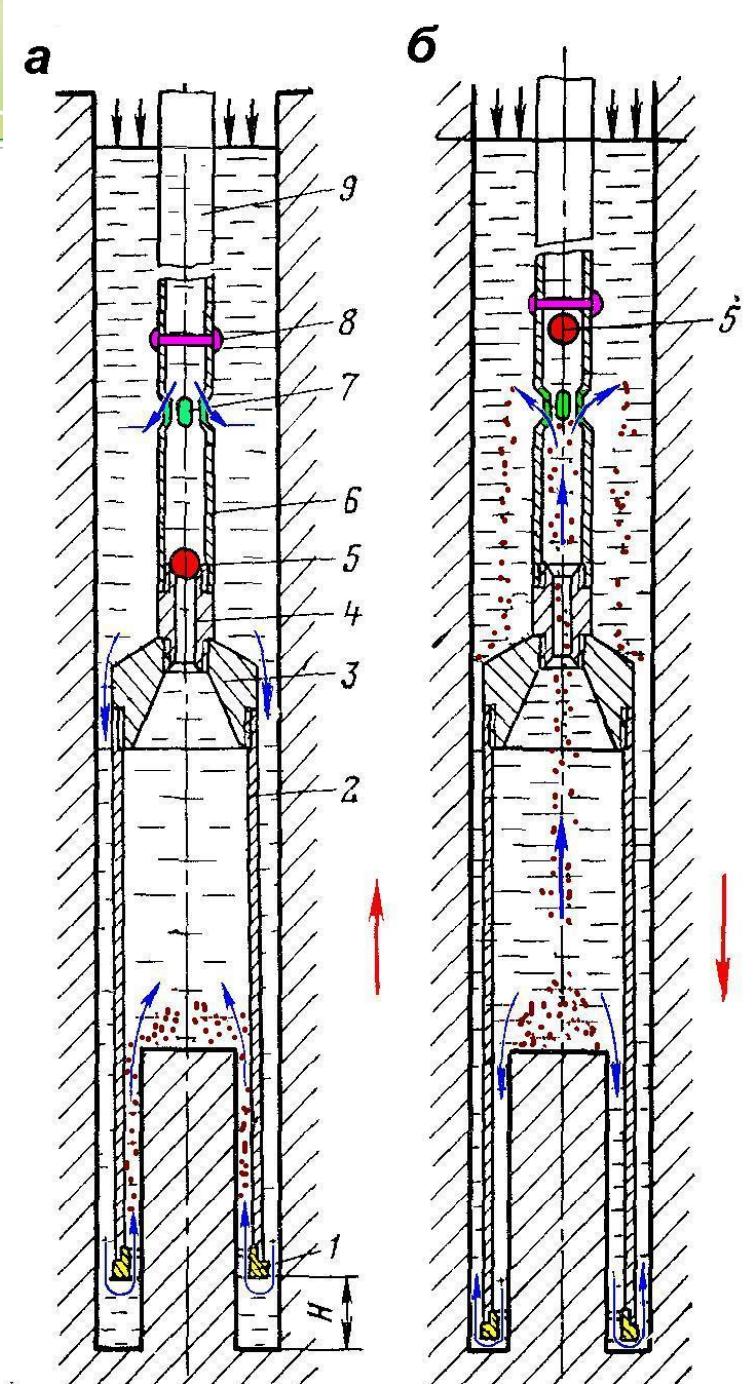
- **Бурение** скважин в зоне рудного интервала ведется **с отбором керна** - **безнасосное** бурение.
- **Скважины** **закладываются** в основном на месте эксплуатационных скважин и **после** **выполнения** поставленных задач **по отбору керна** могут использоваться **для ведения** процесса добычи.

Бурение с отбором керна

Схема работы прибора для отбора керна безнасосного бурения *с призабойной циркуляцией жидкости*

а — подъем прибора на высоту H ,
б — опускание прибора на забой

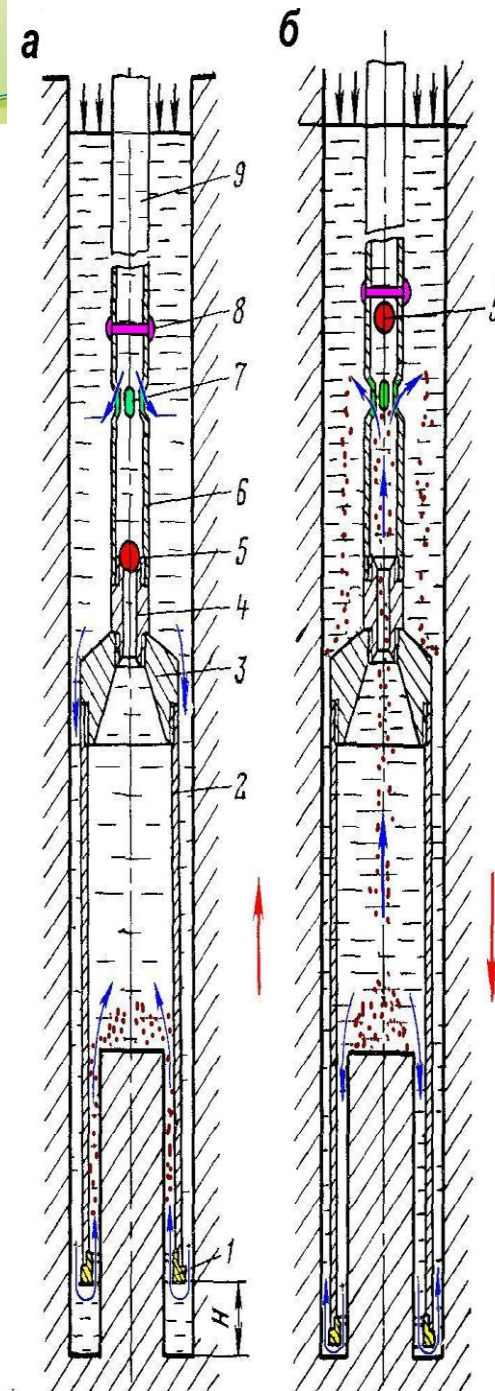
- 1 – твердосплавная коронка ,
- 2 – колонковая труба,
- 3 – переходник,
- 4 – седло клапана,
- 5 – шаровой клапан,
- 6 – шламопроводящая трубка,
- 7 – отверстия,
- 8 – штифт 8,
- 9 – колонна бурильных труб



Бурение с отбором керна

Технология безнасосного бурения

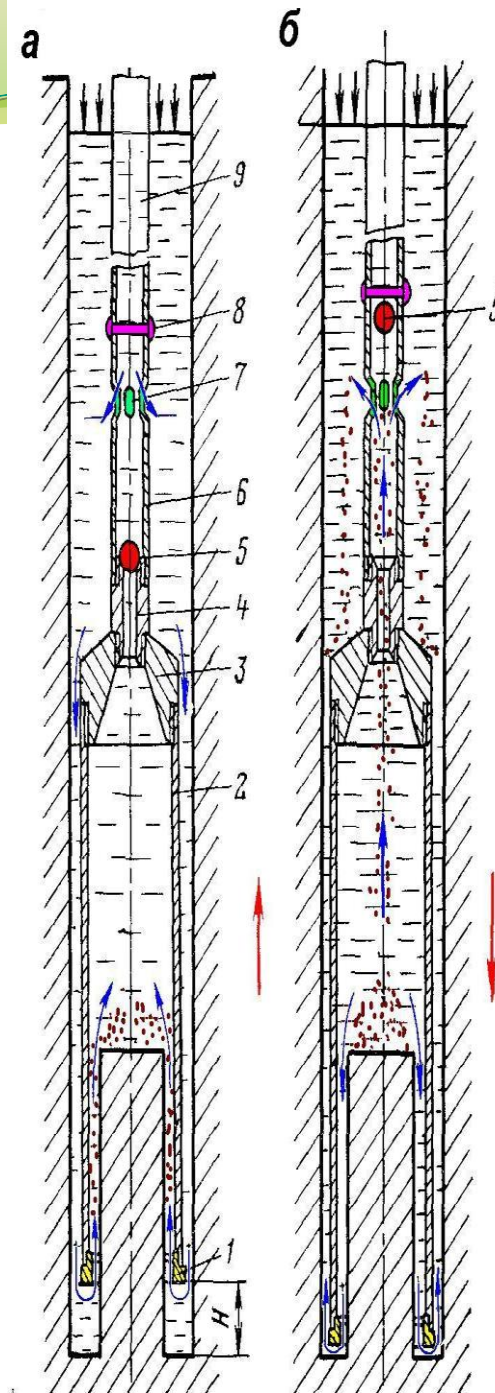
- В процессе бурения необходимо производить **расхаживание** бурового снаряда.
- Во время подъема снаряда над забоем на высоту **H** шаровой клапан перекрывает отверстие ниппеля **4**; под шариком происходит разряжение.
- Поэтому жидкость с забоя устремляется в колонковую трубу, захватывая частицы разбуренной породы.
- Во время движения бурового снаряда к забою клапан **5** под давлением жидкости снизу открывается.
- Большая часть жидкости перемещается вверх по отверстиям переходника **3**, ниппеля **4**, шламопроводящей трубки **6** и сливается в скважину через отверстия **7**, а другая, меньшая часть жидкости возвращается в скважину, омывая забой.



Бурение с отбором керна

Технология безнасосного бурения

- Такая пульсирующая призабойная циркуляция способствует очистке забоя от шлама и охлаждению коронки.
- Более крупные и тяжёлые частицы накапливаются в верхней части колонковой трубы над керном, а более мелкие возвращаются в скважину через отверстия **7**.
- Для предохранения керна от выпадения из колонковой трубы при подъеме бурового снаряда необходимо размещать выходные отверстия **7** на высоте 15 см над шаровым клапаном. В этом случае при подъеме снаряда из скважины над клапаном скопляется столбик шлама, достаточный для удержания клапана от перемещения.



Бурение с отбором керна по продуктивному пласту

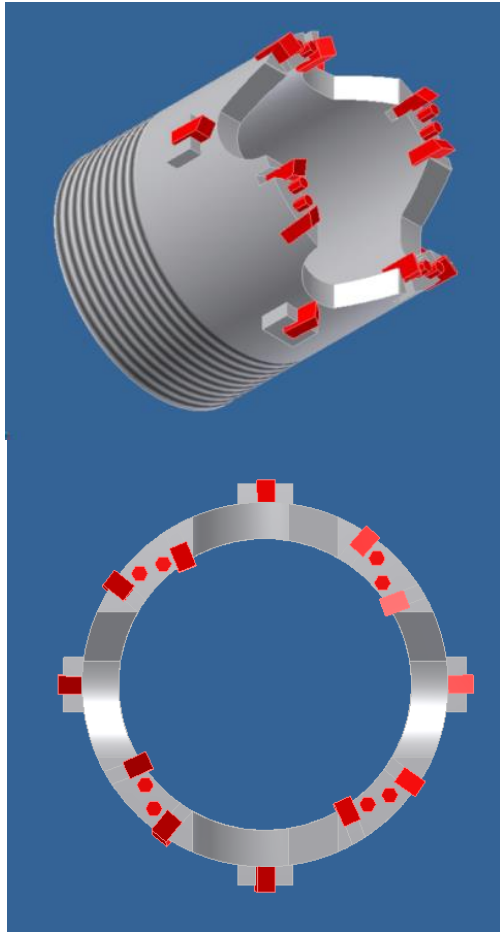
Параметры технологического режима бурения с отбором керна по продуктивному пласту

Бурение **безнасосное** с призабойной промывкой

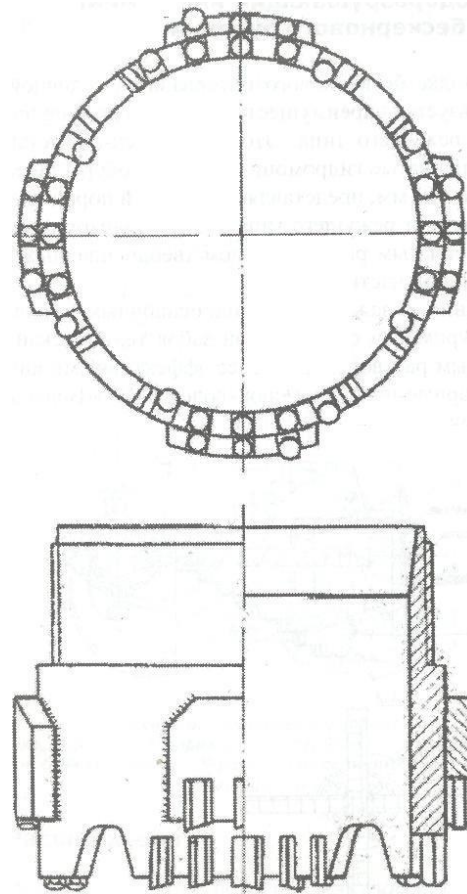
- **1 - осевая нагрузка** – 900–1400 даН;
- **2 - частота вращения** – 75–136 об/мин;
- **3 - частота расхаживания** (подъема снаряда от забоя -спуска снаряда на забой в 1 мин при бурении в различных породах):
 - пески.....30—35
 - руды с большой плотностью.....25—30
 - песчано-глинистые породы.....15—20
 - известняки, доломиты, алевролиты.....15—18
 - песчаники, известняки, сланцы и т. п.....10—12
- **4 - высота подъема снаряда над забоем ,см**..... 7—10

Породоразрушающий инструмент для бурения с отбором керна

Коронки ОАО «Волковгеология» с твёрдосплавными резцами



Коронка МГТ-104



Коронка М2У-102

Бурение с отбором керна

КЕРН из продуктивного пласта





Технологические скважины

Технологические скважины

Технологические эксплуатационные скважины бурятся долотами без отбора керна (сплошным забоем).

- **1. Закачные** (нагнетательные)– для подачи в недра рабочих растворов;
- **2. Откачные** (разгрузочные) –для подъема технологических растворов на поверхность.
- Через эти скважины осуществляется не только транспортировка растворов, но и регулирование гидродинамического режима в продуктивном пласте, определяющего пути и скорости фильтрации рабочих растворов. Это предъявляет повышенные требования к конструктивным особенностям технологических скважин, к условиям их сооружения и эксплуатации.

Технологические скважины

- В практике предприятий подземного выщелачивания в бывшей СССР и России глубина технологических скважин в зависимости от геологических условий залегания месторождений **изменяется** в широких пределах – **от десятков метров до 700 м**, чаще составляет **200–300 м**. **Диаметры** скважин также изменяются в большом диапазоне – **от 93–112 мм** для разведочных и наблюдательных, **до 300–390 мм** – для технологических.
- При подземном выщелачивании руд путем воздействия кислотных или щелочных растворителей при добыче урана **диаметр скважины определяется размерами раствороподъемного оборудования** (погружные насосы и др.).
- **Критерием выбора диаметра** скважин в конечном счете является **стоимость** добытой руды. Необходимо стремиться к тому, чтобы применяемое добычное оборудование при равной производительности имело бы меньшие размеры. Это позволит уменьшить диаметры скважин, снизить стоимость буровых работ и стоимость добычи урана.



Наблюдательные скважины

Наблюдательные скважины

Наблюдательные скважины предназначены для наблюдений и контроля:

- за условиями формирования продуктивных растворов в пределах эксплуатационных блоков;
- за гидродинамическим состоянием продуктивного горизонта;
- за растеканием технологических растворов за пределы эксплуатационных участков (за возможным перетеканием в надрудный и подрудный водоносные горизонты).



Барражные скважины

Барражные скважины

Барражные скважины предназначены:

- для создания вертикальных и горизонтальных противодиффузионных завес, ограничивающих растекание выщелачивающих растворов за пределы эксплуатационного блока;
- для уменьшения охвата этими растворами пород, невмещающих рудную залежь.

Создание противо-фильтрационных завес вокруг рудного тела

Завесы производят **через систему барражных скважин** необходимой глубины **упрочнением массива пород** за пределами подготавливаемого к отработке месторождения (участка) **путем ввода в массив пород различных вяжущих материалов:**

- силиката натрия,
 - карбамидных смол,
 - портландцемента и др.
- Технология упрочнения песков по этой схеме включает следующие основные операции: монтаж оборудования и коммуникаций, бурение скважин (при упрочнении песчаных пород на глубине более 15 м), забивка иньекторов, нагнетание раствора, извлечение иньекторов, контроль качества упрочнения массива.

Создание противо-фильтрационных завес вокруг рудного тела

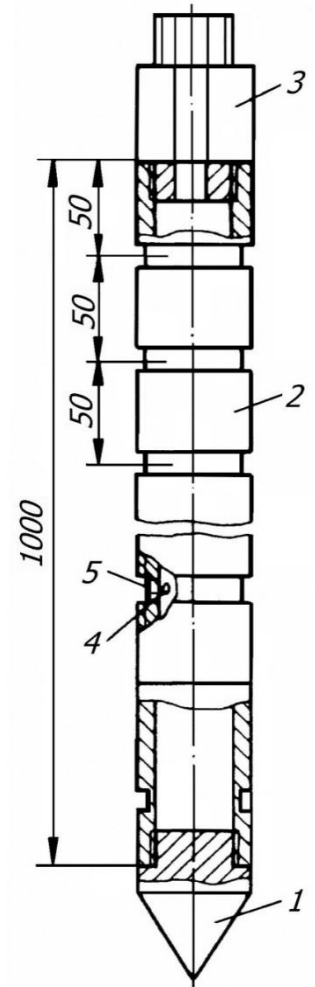
Инъектор для закрепления песчаных пород

Инъекторы изготавливают из стальных цельнотянутых труб диаметром **32–42 мм** и толщиной стенок **8 мм**. Перфорированное звено имеет длину **1,0–1,5 м**, на боковой поверхности которого проточены круглые канавки, а в них просверлены отверстия 4 диаметром 2–3 мм.

Отверстия закрыты резиновыми кольцами **5**, уложенными в канавки на глубину **2–3 мм**. Ширина канавки **8–10 мм**. Колонну глухих труб инъектора составляют из звеньев длиной **1,0–1,5 м**, имеющих на концах внутреннюю метрическую резьбу. Звенья труб соединяются ниппелем.

Технология упрочнения песков по этой схеме включает следующие основные операции:

- **монтаж** оборудования и коммуникаций,
- **бурение** скважин (при упрочнении песчаных пород на глубине более 15 м),
- **забивка** инъекторов

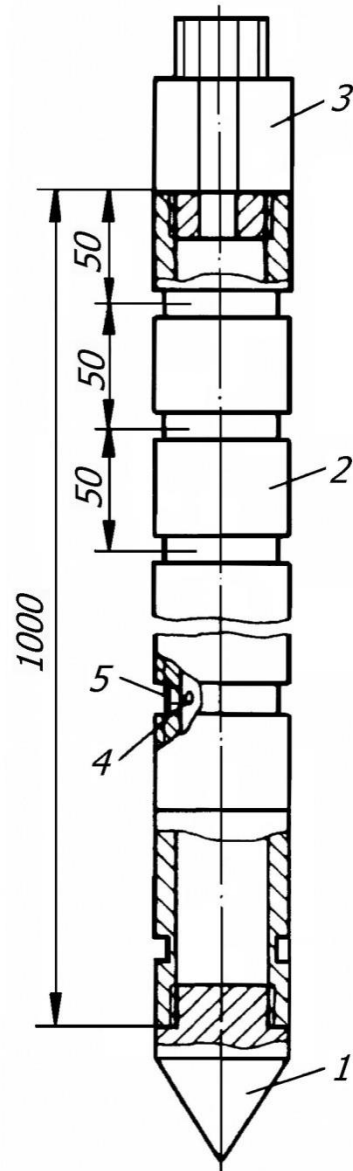


- 1** – наконечник; **2** – муфта;
- 3** – ниппель; **4** – отверстия;
- 5** – резиновое кольцо

Создание противо-фильтрационных завес вокруг рудного тела

Инъектор для закрепления песчаных пород

При забивке, на инъектор временно устанавливают упрощенный наголовник без деталей. Забивку производят пневматическими молотками. Для нагнетания химических растворов применяют специальные насосы (НД-1000/10, ПС-4Б и др.). Разводящая сеть инъекционной установки состоит из резиновых нагнетательных шлангов диаметром **24 мм**, испытанных на давление до **3 МПа**, и резиновых воздушных шлангов диаметром **19–29 мм** для подачи сжатого воздуха, испытанных на давление до **1 МПа**. Сеть оснащают пробковыми проходными кранами.



Создание противо-фильтрационных завес вокруг рудного тела

1. Погружение **инъекторов** осуществляют :

- **забивкой** с поверхности при глубинах закрепления менее 15 м, если покрывающие породы представлены рыхлыми отложениями;
- **спуском** в пробуренные скважины диаметром около 100 мм до глубины на 1–1,5 м выше зоны закрепления песков с последующей забивкой, спуском в скважины на всю глубину закрепления, если забивка на такие глубины окажется невозможной. В этом случае первоначально на заданную глубину бурится скважина диаметром около 100 мм и в нее в собранном виде опускают инъектор. Пространство между стенками скважины и трубой инъектора тампонируют глиной или цементно-глинистым раствором. Если закрепляют водонасыщенные отложения, то бурение ведут с обсадкой.

2. **Нагнетание** раствора:

Пространство между стенками скважины и трубой инъектора тампонируют глиной или цементно-глинистым раствором.

Для нагнетания химических растворов применяют специальные насосы.

3. **Извлечение** инъекторов.

Инъекторы из упрочненного массива песка извлекают домкратом или автокраном.

4. **Контроль качества** упрочнения массива.

Создание противо-фильтрационных завес вокруг рудного тела

- Противофильтрационная завеса вокруг рудного тела может быть **одно-, двух- и многорядной**.
- Расстояние α между инъекторами в ряду

$$\alpha = (1,73...1,75) R ,$$

где R – радиус закрепления, м.

- Расстояние b между рядами инъекторов

$$b = 1,5 \cdot R ,$$

Создание противо-фильтрационных завес вокруг рудного тела

Радиус закрепления R пород вокруг скважины (инъектора) назначают в зависимости от проницаемости массива песчаных пород или определяют в результате опытных работ по закреплению и вычисляют по формуле:

$$R = 10 \sqrt{\frac{Q \cdot t}{\pi \cdot l \cdot k_{\Pi}}},$$

где Q – расход раствора при нагнетании, м³/мин;

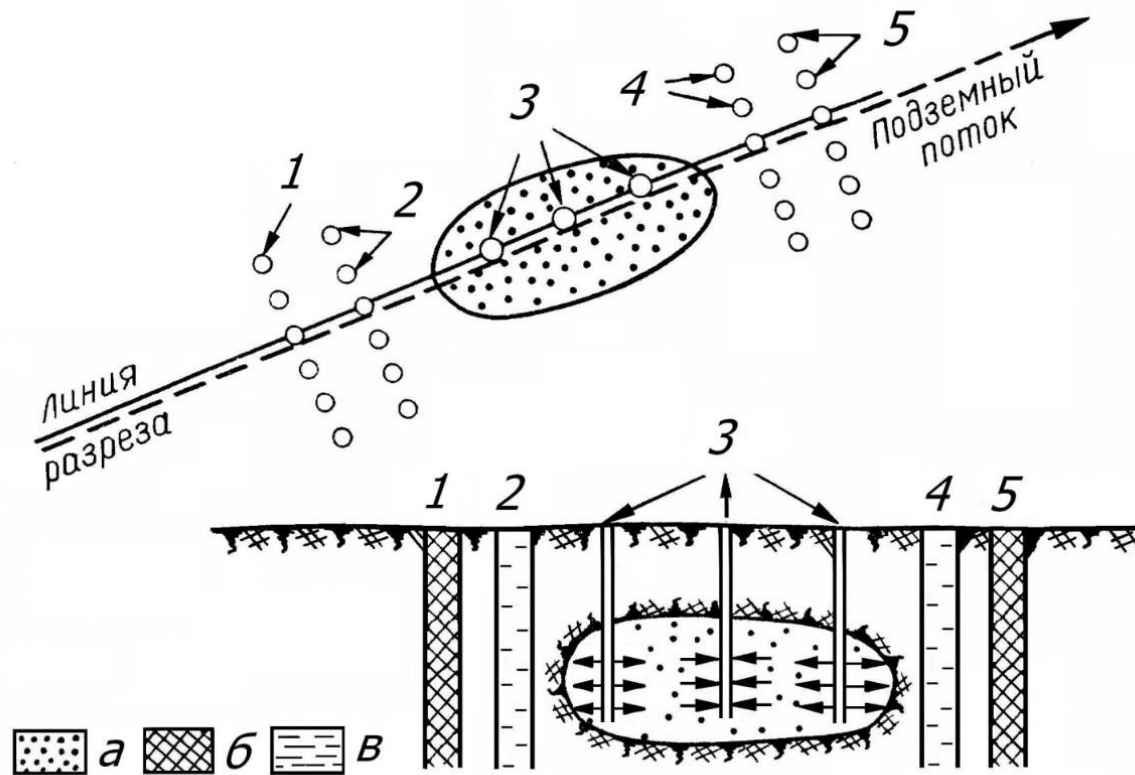
t – время закачки раствора, мин;

l – величина интервала, м;

k_{Π} – коэффициент пористости, %.

Создание противо-фильтрационных завес вокруг рудного тела

Использование противофильтрационных завес



а – рудная залежь; **б** – механическая завеса; **в** – химическая завеса скважины:
1, 5 – для механической завесы, **2, 4** – для химической завесы, **3** – для разработки рудной залежи

Создание противо-фильтрационных завес вокруг рудного тела

Расход раствора при нагнетании

Порода	Коэффициент фильтрации, м/сут	Расход раствора силиката натрия, л/мин	Расход раствора смолы, л/мин
Пески крупные и средней крупности	5-10 10-20	1-2 2-3	5-10 10-15
Пески мелкие и пылеватые	0,3-1 1-5	1-2 2-5	1-2 2-5

Создание противо-фильтрационных завес вокруг рудного тела

- Давление инъекции, зависящее от глубины закрепления и плотности рыхлых пород, должно обеспечить заданный расход раствора.
- Крупно- и среднезернистые пески закрепляют при давлении не выше **1,5 МПа**, мелкие и пылевые пески – при давлении не выше **0,5 МПа**.
- Объем раствора **q** на одну порцию определяют по формуле

$$q = \pi \cdot R^2 \cdot l \cdot k_{\Pi} \cdot a ,$$

где **R** – радиус закрепления, м;

l – длина интервала, м;

k_п – пористость рыхлой породы, %;

a – опытный коэффициент (для песков **a** = 5, для пlyingунов **a** = 12)

Общий объем растворов **ΣQ**, необходимый для устройства противо-фильтрационной завесы, подсчитывают по формуле

$$\Sigma Q = 10 \cdot V \cdot k_{\Pi} ,$$

где **ΣQ** – общий объем растворов, л;

10 – коэффициент размерности;

V – объем закрепляемых рыхлых пород, м³



Контрольные скважины

Контрольные скважины

Контрольные скважины бурятся на отработанных участках:

- для контроля полноты извлечения полезного компонента из недр;
- для исследования техногенных изменений рудовмещающих пород;
- для контроля возможного загрязнения окружающей среды и т. п.

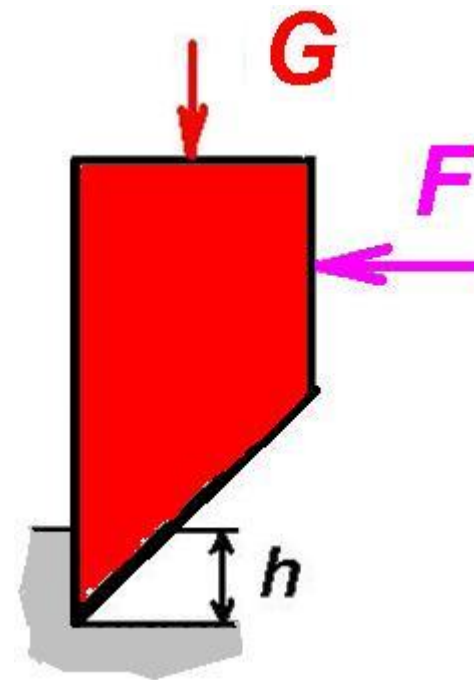
Классификация способов бурения скважин

Механические способы бурения и их характерные признаки

- Вращательный
- Ударно– вращательный
- Ударный

Вращательный способ бурения

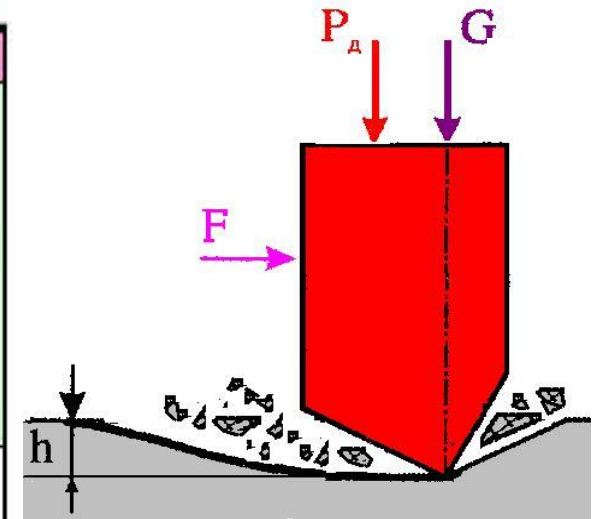
Способ разрушения породы	Способ удаления продуктов разрушения	Характерные признаки способа бурения			
		Вид породоразрушающего инструмента	Буровой механизм или устройство для бурения	Способ или средство передачи энергии для разрушения породы	Вид энергии, используемой при бурении скважин
Вращением ПРИ с приложением постоянно действующей нагрузки	Гидравлический Пневматический Механический Комбинированный	Коронки или долота: Твердосплавные алмазные, шарошечные	Станки с вращателем роторного или шпиндельного типа и грузоподъемным механизмом. Турбобуры. Электробуры.	Бурильные трубы Поток жидкости Электрический кабель	Электрическая Механическая Мускульная



G - осевая нагрузка
F - сила резания
h - глубина внедрения в породу

Ударно-вращательный способ бурения

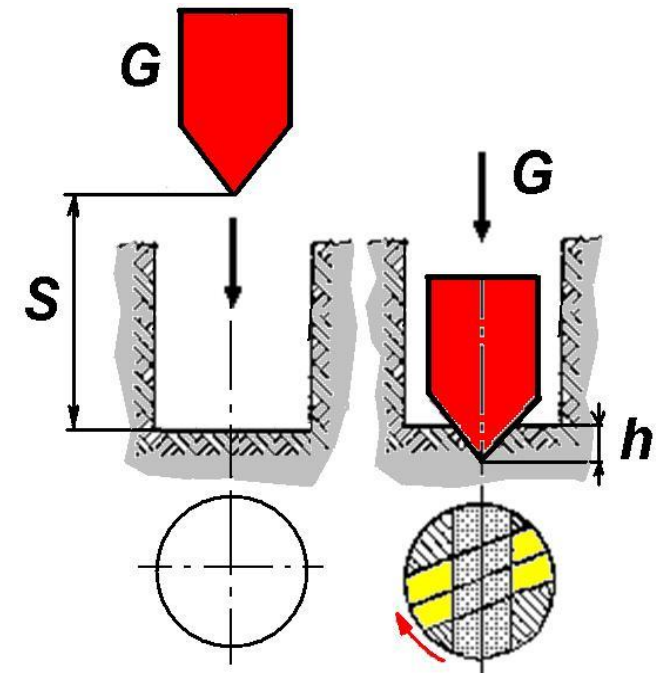
Способы бурения	Способ разрушения породы	Способ удаления продуктов разрушения	Характерные признаки способа бурения			
			Вид породоразрушающего инструмента	Буровой механизм или устройство для бурения	Способ или средство передачи энергии для разрушения породы	Вид энергии, используемой при бурении скважин
Ударно-вращательной	Вращением ПРИ с одновременным действием статической и динамической нагрузок	Гидравлический Пневматический Комбинированный	Коронки или долота: Твердосплавные алмазные, шарошечные	Станки с вращателем роторного или шпиндельного типа, вибро-ударным и грузоподъемным механизмами.	Бурильные трубы. Поток жидкости или сжатого газа. Электрический кабель	Электрическая Механическая



G – осевая нагрузка;
 F – сила резания;
 P_d – сила удара;
 h – глубина внедрения в породу

Ударный способ бурения

Способы бурения	Способ разрушения породы	Способ удаления продуктов разрушения	Характерные признаки способа бурения			
			Вид породоразрушающего инструмента	Буровой механизм или устройство для бурения	Способ или средство передачи энергии для разрушения породы	Вид энергии, используемой при бурении скважин
Ударный	Действием ударных (импульсных) нагрузок	Механический Комбинированный	Долота Желонки	Станки с ударным и грузоподъемным механизмом	Канат Бурильные трубы	Электрическая Механическая Мускульная

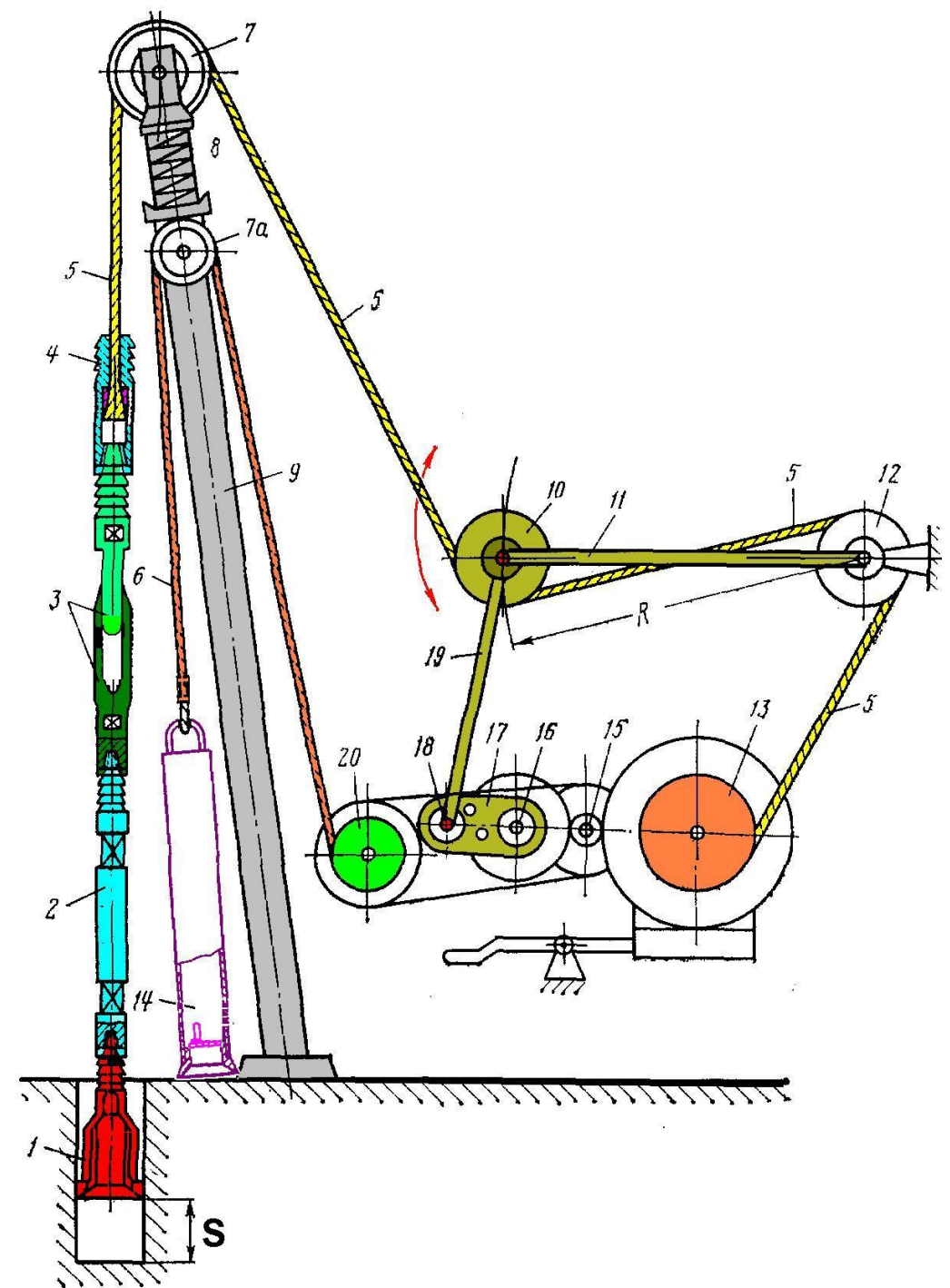


G – масса бурового снаряда;
S – высота сбрасывания;
h – глубина внедрения в породу

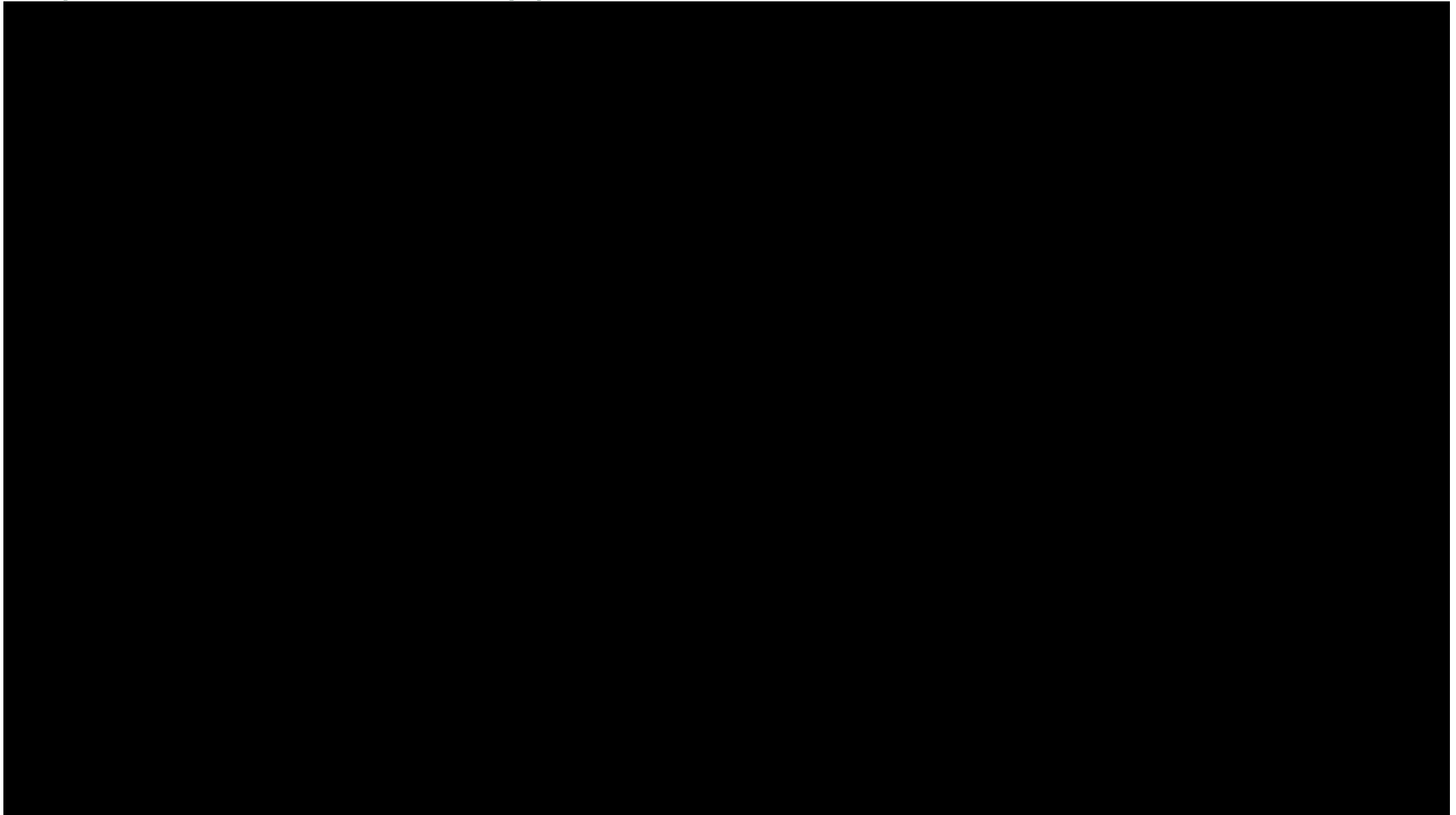
Ударный способ бурения

Схема УКБ (ударно-канатного бурения)

- 1 – долото
- 2 – ударная штанга
- 3 – раздвижная штанга
- 4 – канатный замок
- 5 – канат снаряда
- 6 – канат желонки
- 9 – мачта
- 10 – 13, 15 – 19 – ударный механизм
- 14 – желонка
- 20 – лебедка желонки



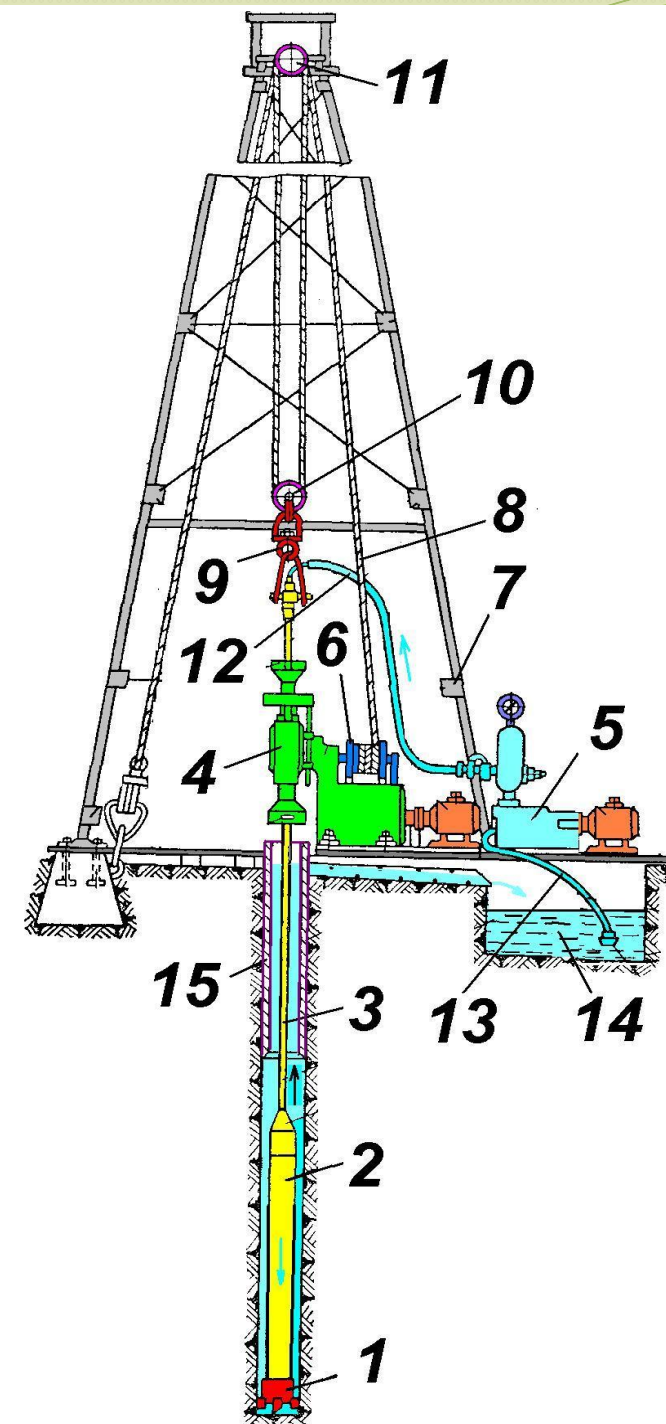
Ударный способ бурения



Вращательный способ бурения

Схема установки для бурения геологоразведочных скважин
вращательным способом с отбором керна

- 1 – коронка;
- 2 – колонковая труба;
- 3 – бурильная труба;
- 4 – буровой станок;
- 5 – насос;
- 6 – лебедка;
- 7 – буровая вышка;
- 8 – канат;
- 9 – элеватор;
- 10 – талевый блок;
- 11 – кронблок;
- 12 – нагнетательный шланг;
- 13 – всасывающий шланг;
- 14 – бак для жидкости;
- 15 – направляющая труба



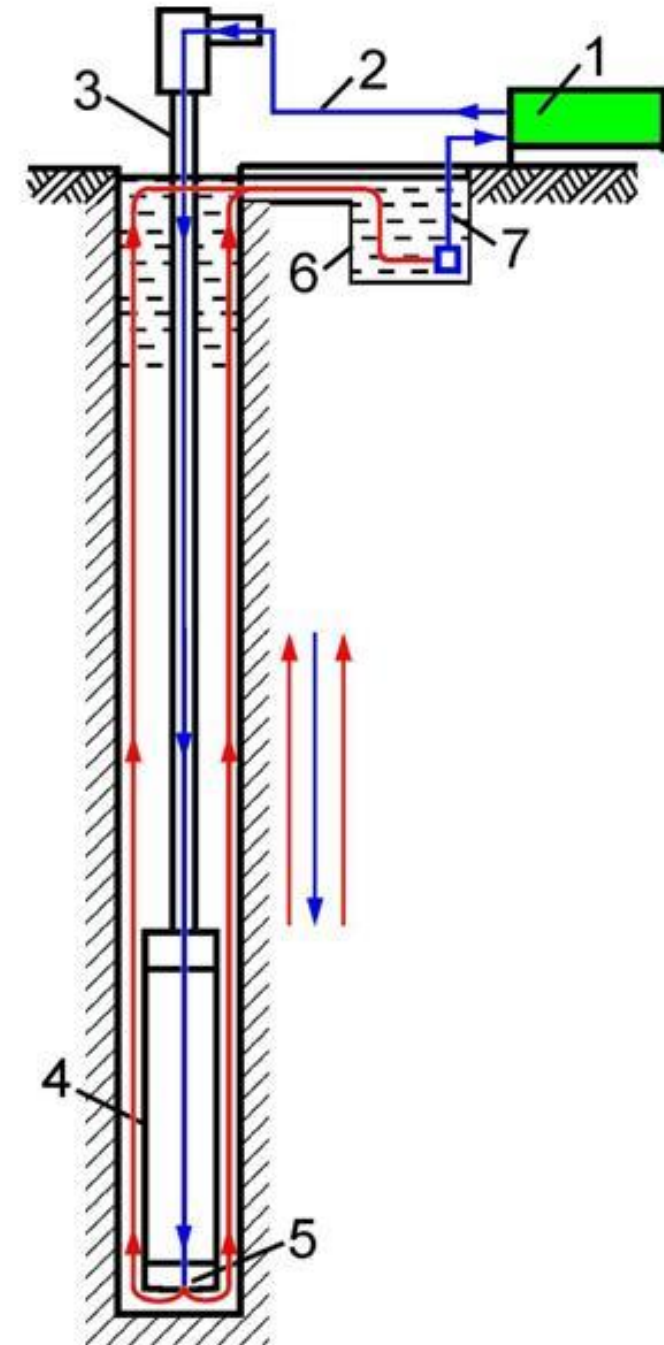
Способы бурения геотехнологических скважин

- **Вращательное бурение с прямой промывкой** применяется для бурения различных по твердости пород и находит широкое применение как для бурения **разведочных скважин**, так и **вскрытия** полезных ископаемых при бурении **геотехнологических** скважин.
- Способ обеспечивает относительно **высокую скорость бурения и низкую аварийность** при **вскрытии** неустойчивых пород (водоносные пески, гравелиты, галечники) с применением глинистых растворов.
- **Недостатком прямой промывки глинистым раствором** является то, что при **вскрытии** рудных тел в результате разности давлений в пласте и глинистого раствора в скважине **происходит кольтматация** проницаемых рудных тел (закупоривание пор, трещин) породным шламом и глиной из бурового раствора.
- Степень **кольтматации** возрастает с увеличением проницаемости рудных тел.

Вращательное бурение с промывкой

Прямая промывка

- 1 – насос
- 2 – нагнетательный шланг
- 3 – бурильные трубы
- 4 – колонковая труба
- 5 – коронка
- 6 – зумпф
- 7 – всасывающий шланг



Вращательное бурение с продувкой

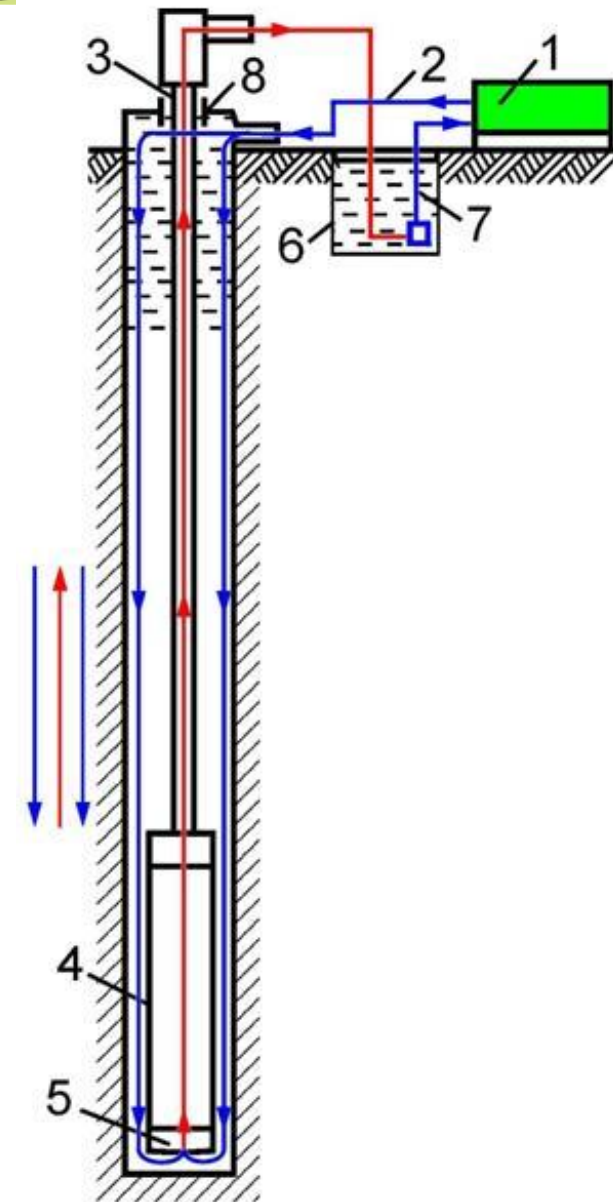
- **Вращательное бурение с прямой продувкой** при сооружении технологических скважин **повышает качество вскрытия** продуктивных горизонтов, **препятствуя кольяматации**, а это уменьшает затраты времени на освоение скважин.
- Однако **этому способу** бурения **присущи** и значительные **недостатки**, связанные с его неприменимостью при бурении глинистых, песчано-глинистых и сыпучих пород, которые присутствуют на подавляющем большинстве месторождений, где ведется бурение геотехнологических скважин. Осложнения при бурении с продувкой возникают и при встрече подземных вод.
- Внедрение в практику бурения скважин на предприятиях ПВ станка СБШ-320ПВ, оснащенного мощными компрессорами, позволяет широко применять и другие виды очистных агентов. В частности, бурение с применением воздушно-водяной смеси позволило увеличить механическую скорость бурения более чем в 2 раза. Такое бурение особенно эффективно в зонах легко размываемых пород, в зонах интенсивного поглощения промывочной жидкости и в районах с острым недостатком воды.

Вращательное бурение с продувкой

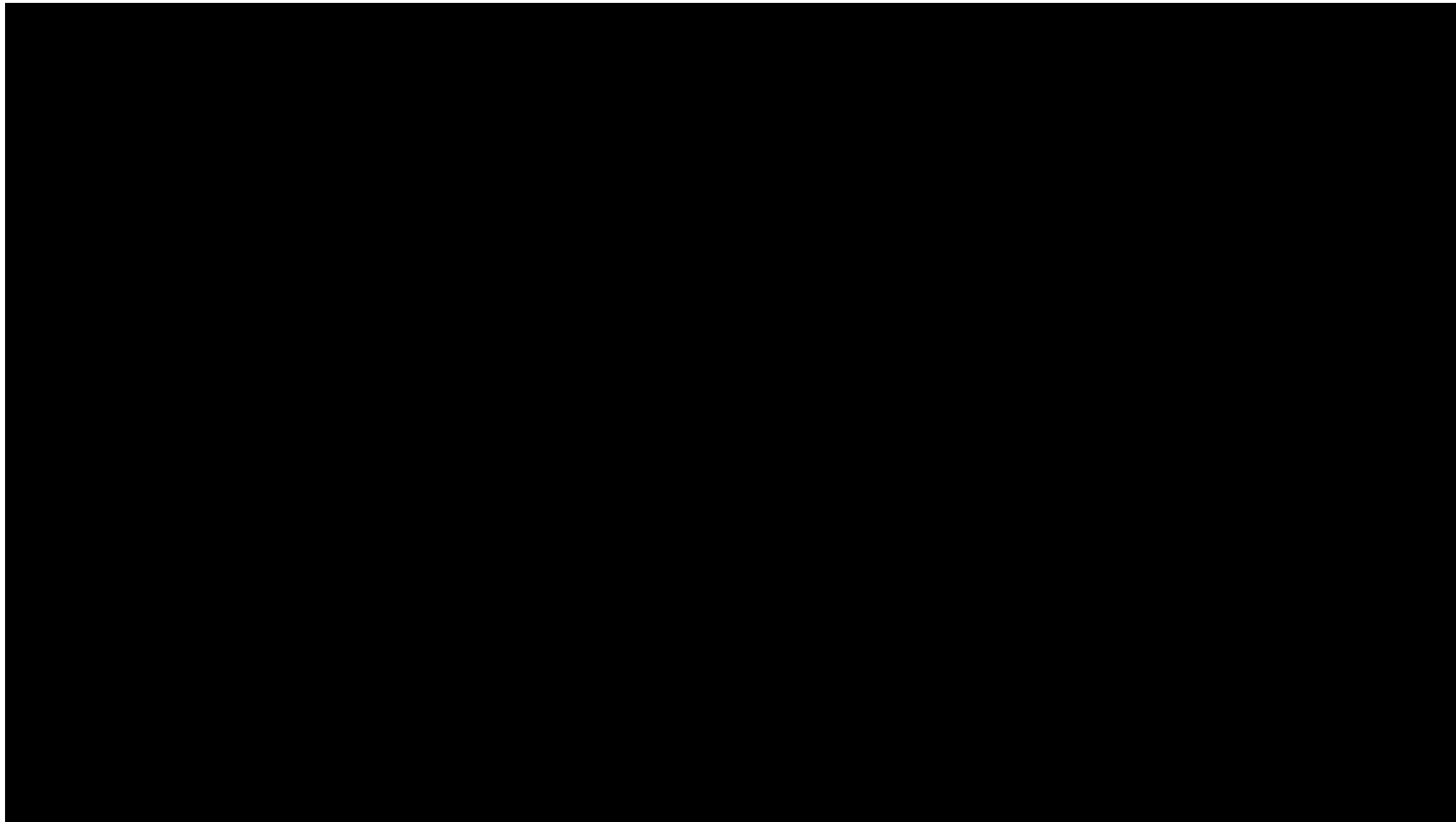
- Этот способ **позволяет** значительно **повысить качество вскрытия**, общие технические показатели проходки скважин и снизить стоимость буровых работ. Кроме того, в случае применения аэрированной жидкости **снижается гидростатическое давление на забой**, улучшается его очистка, повышаются выносящая способность циркулирующего агента и механическая скорость бурения.
- Практика сооружения технологических скважин для ПВ показывает, что **бурение породного и рудного интервалов следует проводить отдельно**, комбинированным методом: до рудного тела – с использованием промывочной жидкости, а непосредственно по рудному телу – с применением воздуха или воздушно-водяной смеси. Для осуществления такой комбинации на буровой установке должен быть предусмотрен насосный блок для применения промывочной жидкости и компрессорный блок для применения воздуха. Возможны и другие сочетания: аэрированная жидкость и воздух, промывочная жидкость (глинистый раствор) и воздушно-водяная смесь.

Вращательное бурение с обратной промывкой

- Является одним из направлений повышения производительности и улучшения качества сооружения геотехнологических скважин. Особенно эффективно применение обратной промывки при сооружении технологических скважин для подземного выщелачивания металлов, так как позволяет уменьшить кольматацию продуктивных пластов, увеличить диаметры скважин и создавать фильтры с уширенным контуром гравийной обсыпки. Подъем пульпы по трубам в процессе проходки скважин может производиться центробежными насосами, эрлифтами и водоструйными насосами гидроэлеваторами).
- Вместе с тем, **пока** промышленностью **серийно не выпускаются** буровые снаряды и качественный породоразрушающий инструмент, которые отвечали бы требованиям бурения с обратной промывкой в конкретных горно-геологических условиях ПВ.



Виды промывок





Буровые установки для вращательного бурения

Буровые установки для вращательного бурения

**Передвижная буровая установка «Волковгеологии»
(на базе станка ЗИФ–1200 МРК)**



Буровые установки для вращательного бурения

Передвижная буровая установка «Волковгеологии» (на базе станка ЗИФ-1200 МРК)



Участок Ю. Мойнкум



Буровые установки для вращательного бурения



Перевозка агрегата

Буровые установки для вращательного бурения



Спуск обсадной колонны

Буровые установки для вращательного бурения

- ОАО «Хиагда» приобрело установку самоходную Atlas Copco T4W. Используется в особо сложных горно-технологических условиях.
- Глубина бурения – 900 м



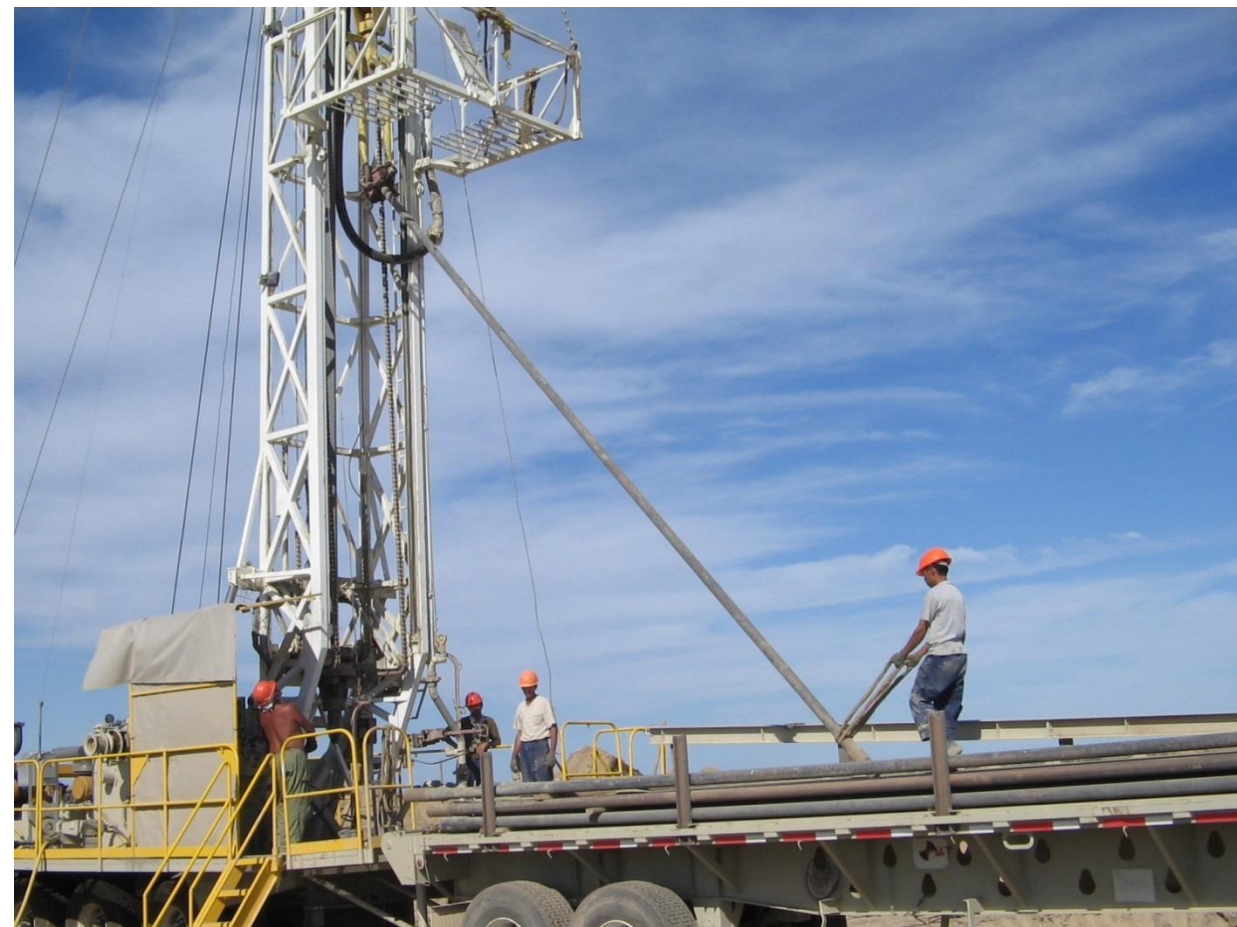
Буровые установки для вращательного бурения

Самоходная буровая установка Atlas Copco T4W



Буровые установки для вращательного бурения

Американская буровая установка Gefco SpeedStar 40-T (в Казахстане, 2007-8 г.г.)



Буровые установки для вращательного бурения

Российская УРБ–210 с обратной промывкой



Буровые установки для вращательного бурения

Совместная KZ800A (Казатомпром + Япония - испытания в Японии- 2008 г.)



Буровые установки для вращательного бурения

Совместная KZ800A (Казатомпром + Япония - испытания в Казахстане – 2009-2010 г.)



Буровая установка KZ800A

Буровой насос MG-40 WKZ



Мачта и подвижный вращатель



Трубодержатель, держатель и разъединитель труб

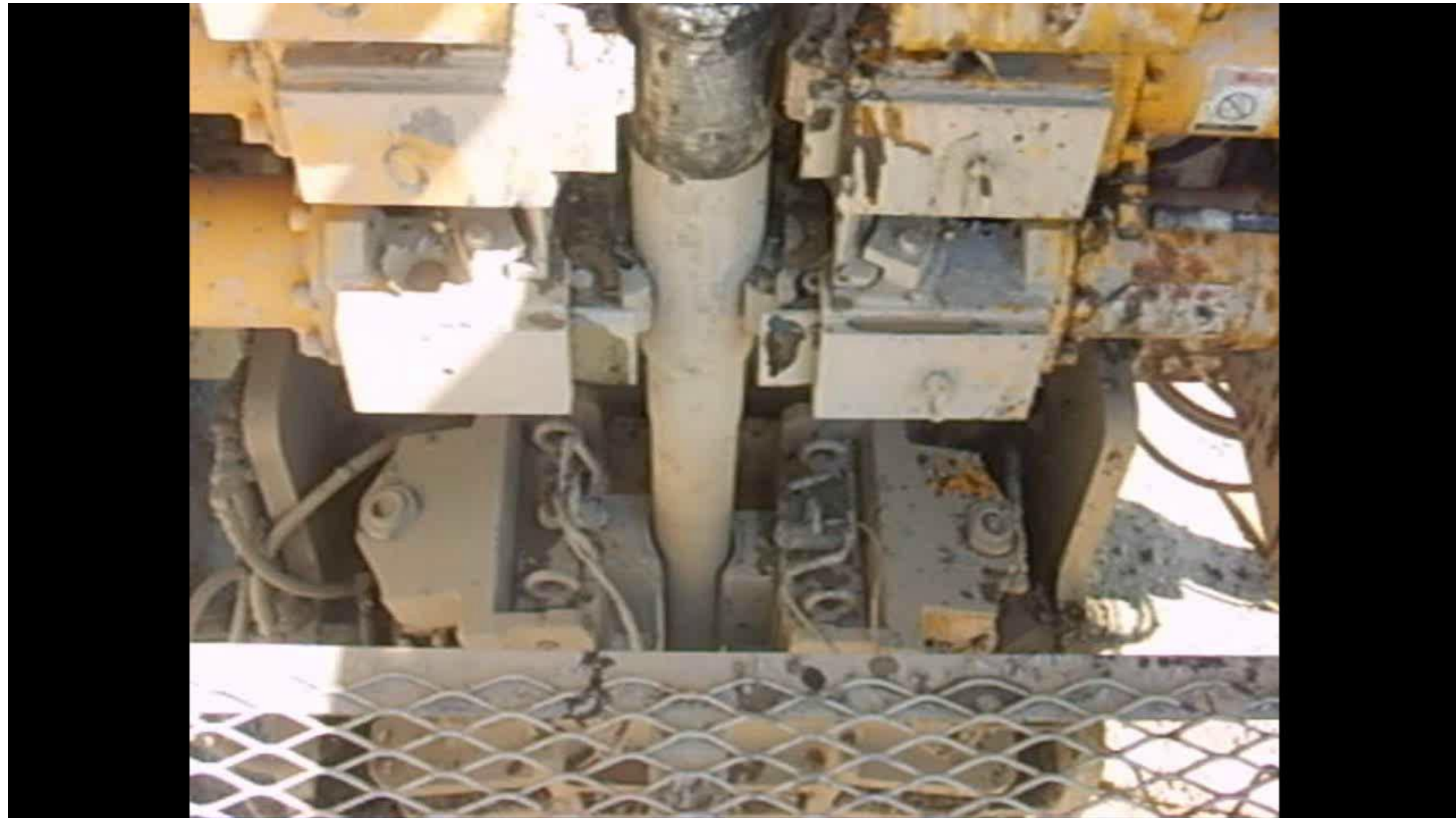


Трубодержатель, держатель и разъединитель труб



Буровая установка KZ800A

Наращивание и бурение



Буровая установка KZ800A

Подача трубы



Вопросы для самоконтроля

1. Назовите функции буровых скважин при ПСВ. По каким признакам группируют скважины?
2. Назначение разведочных скважин. Охарактеризуйте буровой снаряд для бескернового бурения и для бурения с отбором керна.
3. Технологические скважины. Разновидности. Чем обуславливается выбор диаметра скважины при ПВ.
4. Назначение наблюдательных скважин
5. Назначение барражных скважин. Технология создания противодиффузионных завес.
6. Назначение контрольных скважин.
7. Перечислите основные способы бурения скважин для ПВ. Дайте им краткую характеристику.
8. Перечислите основные способы очистки скважины от разрушенной горной породы. Дайте им краткую характеристику.
9. Укажите основные буровые установки используемые для бурения скважин при ВП. Дайте им краткую характеристику.



Спасибо за внимание !