

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Институт природных ресурсов
Кафедра бурения скважин



Монтаж и эксплуатация бурового оборудования

Курс лекций

Автор: Епихин А.В.
ст. преп. каф. бурения скважин

Томск-2015 г.



Модуль 1

Лекция №2

Буровые долота:

- Типы, классификация, устройство***
- Проектирование и расчет буровых долот для сооружения скважины***



ТЕМА 1.

Типы, классификация, устройство буровых долот



Что такое породоразрушающий инструмент?





Что такое породоразрушающий инструмент?



Породоразрушающий инструмент — часть бурового снаряда, предназначенная для непосредственного разрушения горной породы в процессе бурения скважины.





Что такое буровое долото?





Что такое буровое долото?



Буровое долото - основной элемент бурового инструмента для механического разрушения горной породы в процессе бурения скважины.



Классификации породоразрушающих инструментов

По назначению

По способу
разрушения горной
породы

По механизму
разрушения горной
породы





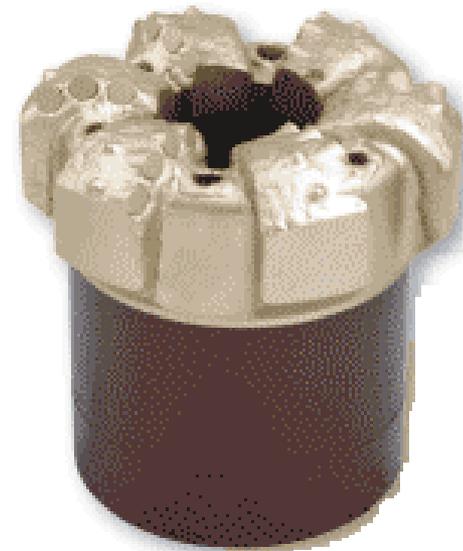
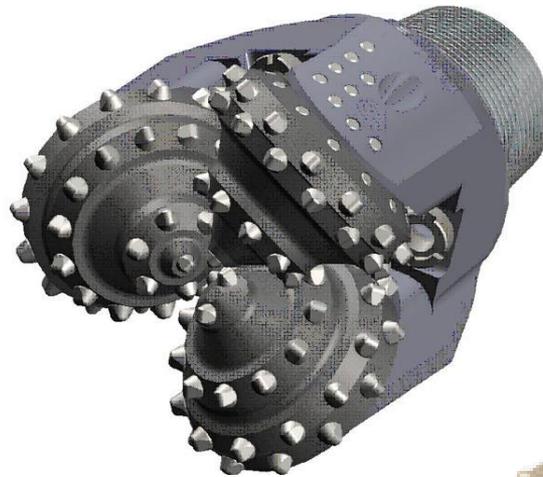
Классификации породоразрушающих инструментов

По назначению

для сплошного бурения

для колонкового бурения

специального назначения





Классификации породоразрушающих инструментов

По способу разрушения горной породы

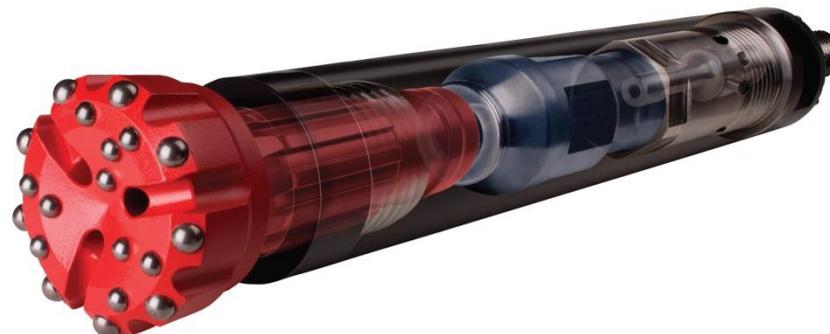
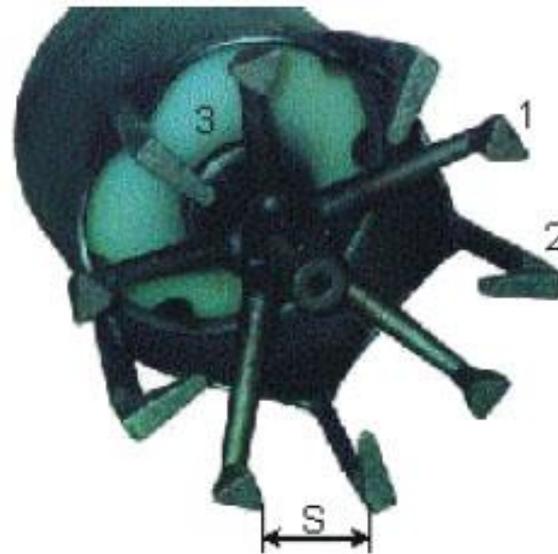
для вращательного бурения

для ударного бурения

для электроимпульсного бурения

для гидромониторного бурения

прочие способы





Классификации породоразрушающих инструментов

По механизму разрушения горной породы

для вращательного бурения

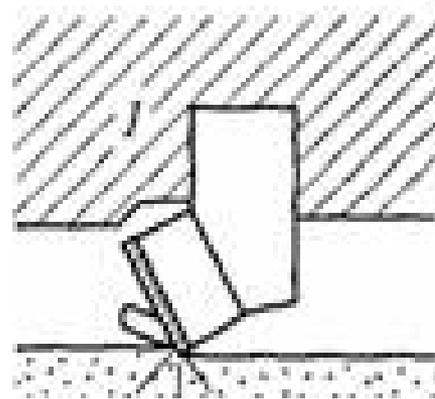
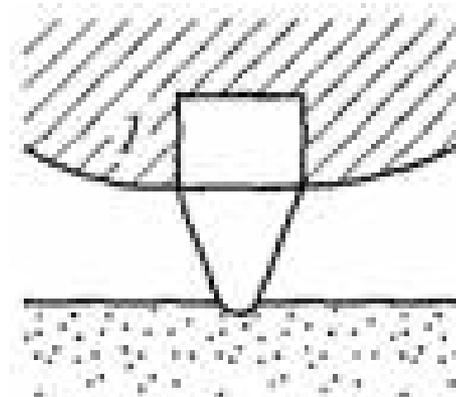
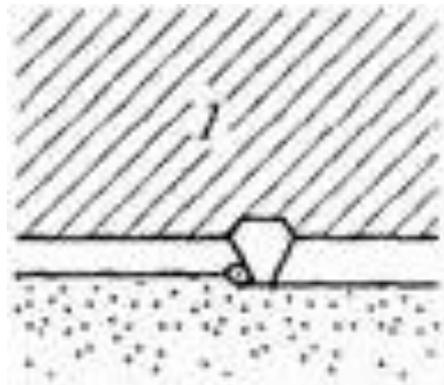
дробяще-скалывающего типа

дробящего типа

режуще-скалывающего типа

истирающе-режущего типа

истирающего типа





Типы ПРИ для вращательного бурения

Шарошечные

Лопастные

Алмазные

ИСМ

Специальные

Обычные

PDC

Матричные

Импрегнированные

Для расширения ствола скважины

Для калибровки стенок скважины

Для фрезерования

Для отбора керна



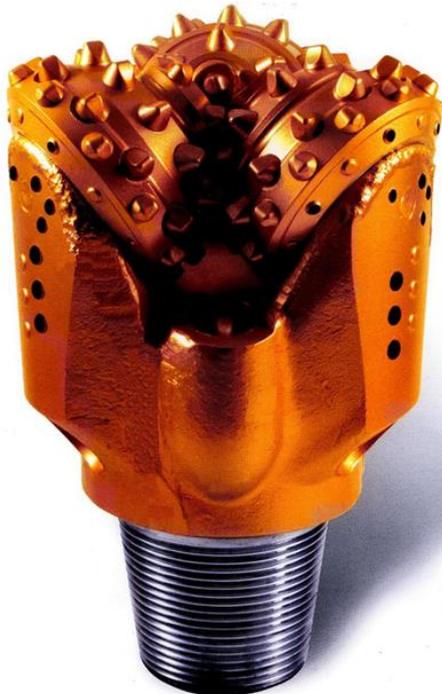


Типы ПРИ для вращательного бурения

Шарошечные породоразрушающие инструменты

долота

буровые головки



1909 г. США изобретение первого долота с коническими шарошками



Типы ПРИ для вращательного бурения

Шарошечные породоразрушающие инструменты

долота

буровые головки

одношарошечные

двухшарошечные

трехшарошечные

с конусными шарошками

с чечевицеобразными шарошками

с цилиндрическими шарошками

и т.д.



Типы ПРИ для вращательного бурения

Шарошечные породоразрушающие инструменты





Типы ПРИ для вращательного бурения

Шарошечные породоразрушающие инструменты

дробяще-скалывающего действия

М

МС

МЗ

С

МСЗ

СЗ

дробящего действия

ТКЗ

ТЗ

К

ОК

СТ

Т

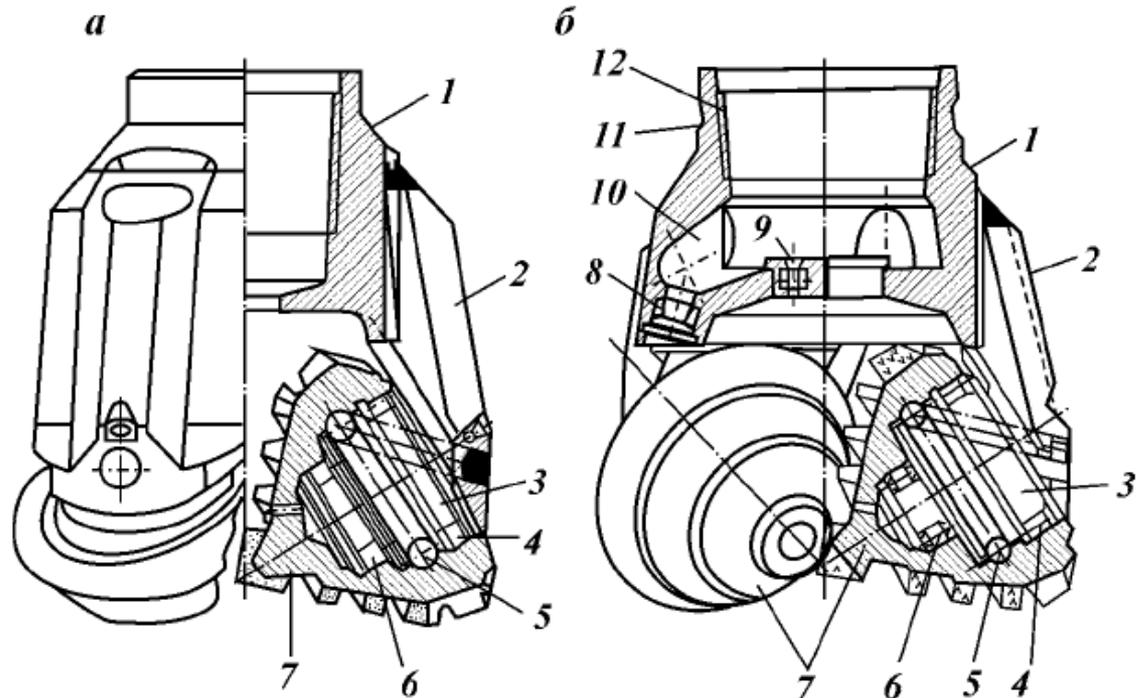




Типы ПРИ для вращательного бурения

Устройство шарошечного породоразрушающего инструмента

- корпус
- промывочные отверстия
- цапфа
- шарошки
- опорные узлы
- зубцы и зубки
- лапа
- гидромониторная насадка
- резьба
- система смазки

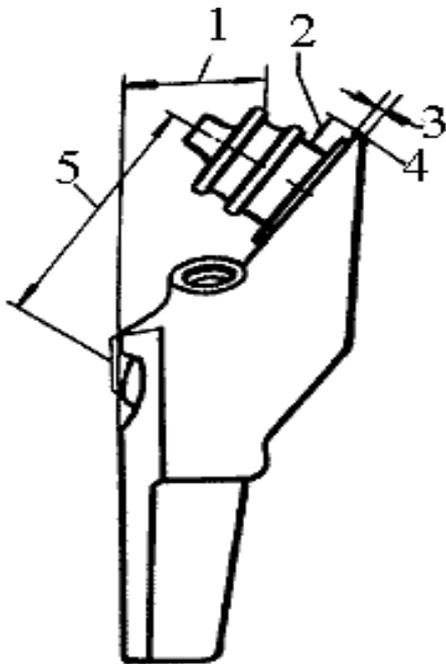




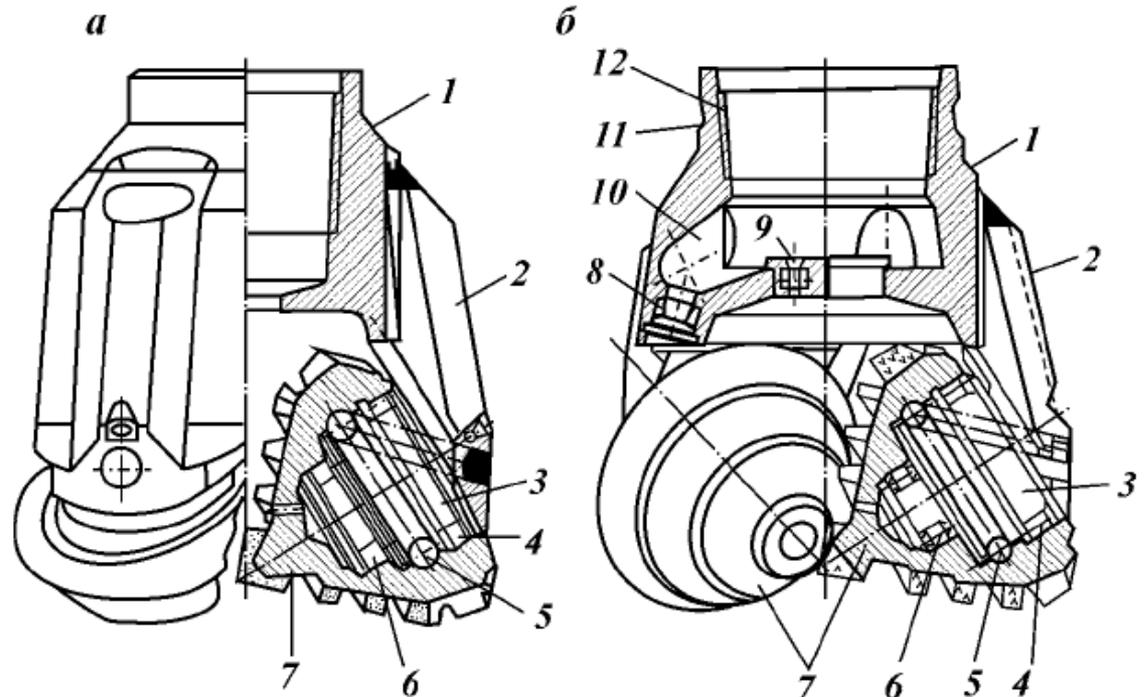
Типы ПРИ для вращательного бурения

Корпус шарошечного долота

секционный



литой



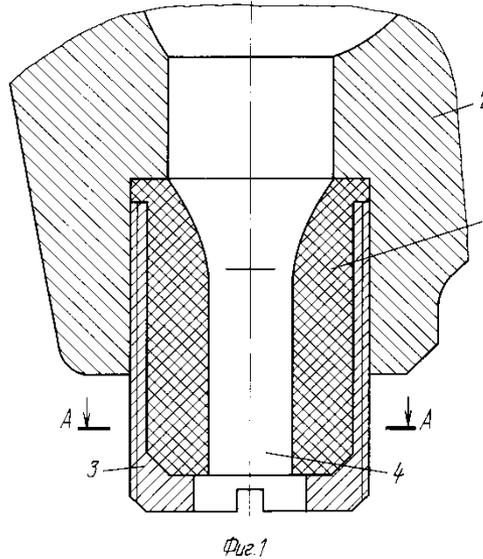


Типы ПРИ для вращательного бурения

Промывочные отверстия

центральные

боковые



металлические

керамические

Гидромониторные насадки

цанговое крепление

резьбовое



Типы ПРИ для вращательного бурения

Породоразрушающие
элементы

Зубцы

Калибрующая
поверхность

Зубки

Фрезерованное
вооружение

Твердосплавное
вставное вооружение



М

МС

С

СТ

МЗ

СЗ

К

ОК



МСЗ

ТКЗ

Т

ТЗ



Типы ПРИ для вращательного бурения

Шарошки

На каждом долоте шарошки имеют номера.

Счет шарошек от первой ведется **против часовой стрелки**.

Первая шарошка: наличие периферийного венца, представленного двумя рядами крупных зубков в шахматном порядке, а также специальной породоразрушающей лопаткой для перекрытия центра забоя.





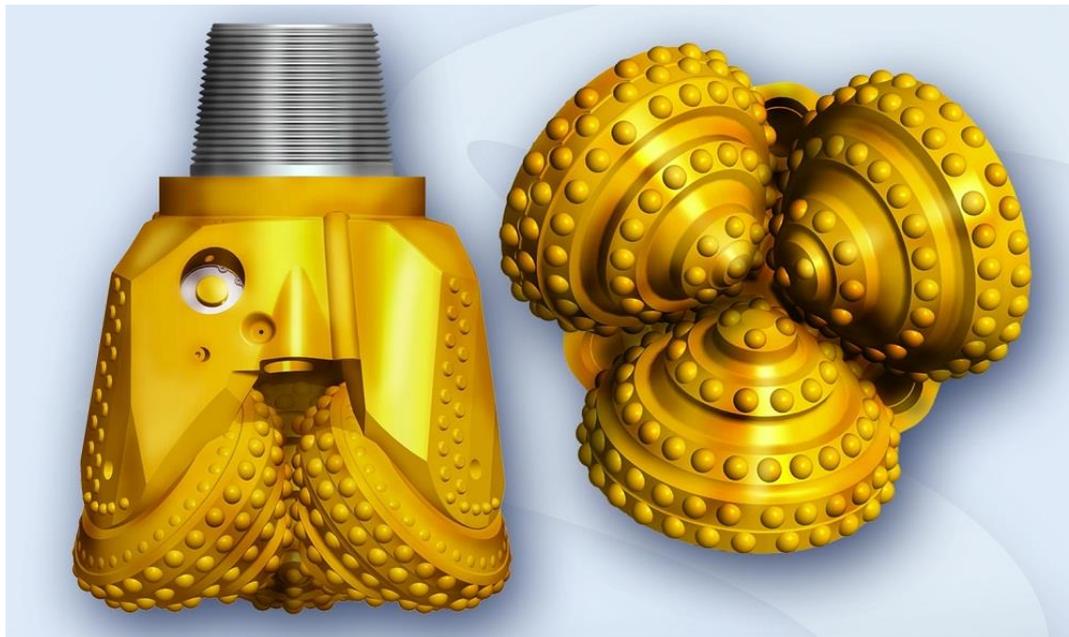
Типы ПРИ для вращательного бурения

Шарошки

Венец – это ряд зубков, находящихся на одной окружности.

Переферийный венец шарошки – это самый большой по диаметру венец и он необходим для калибровки забоя по заданному диаметру долота.

Переферийный венец – самый слабый, поэтому он оснащается вооружением с большим углом при вершине, чем центральные венцы, или вооружением более устойчивой формы.





Типы ПРИ для вращательного бурения

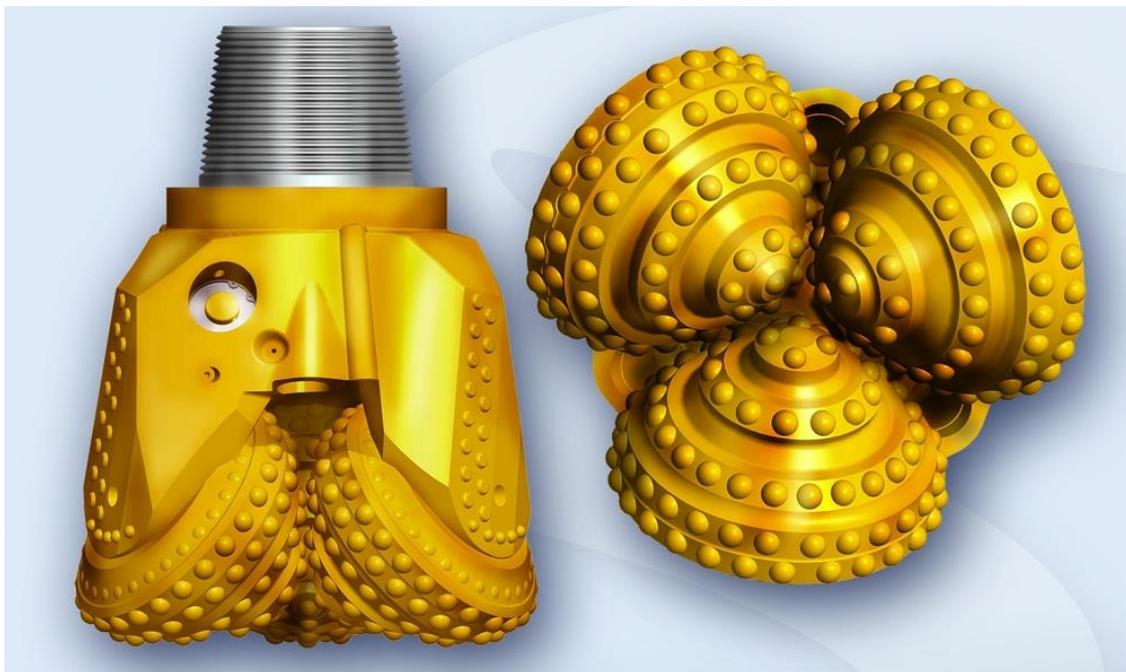
Шарошки

Венец, расположенный в центральной части рабочей плоскости шарошки – **средний**.

Венец зубков расположенный при вершине шарошки – **привершинный**.

Средний и **привершинный** венцы также называют **основными**.

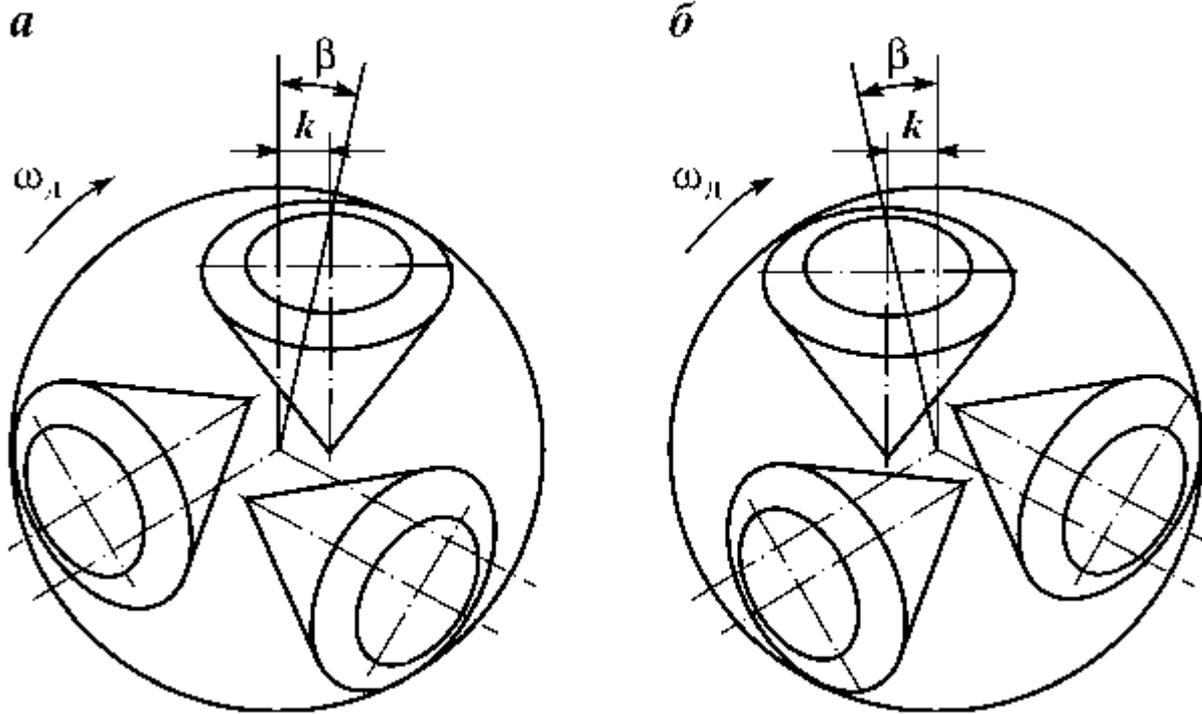
Ориентация режущей кромки зубка на каждой шарошке и каждом венце **индивидуальна**.





Типы ПРИ для вращательного бурения

Шарошки



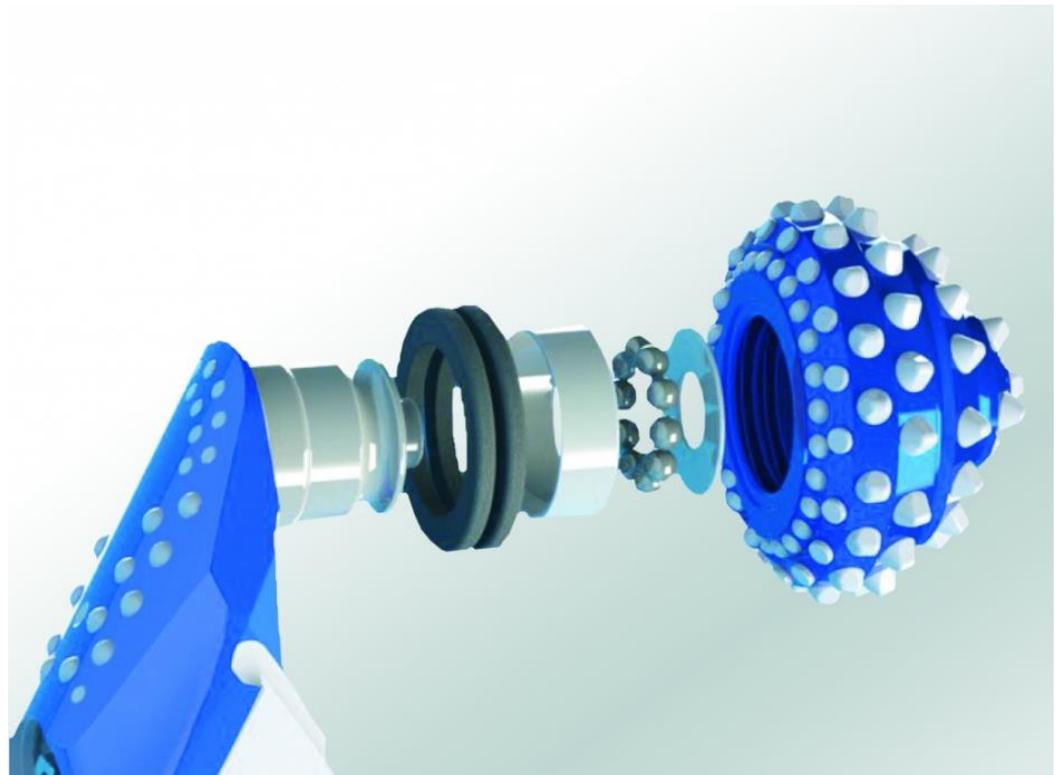
В чем причина смещения осей?



Типы ПРИ для вращательного бурения

Опорный узел шарошки

- шарошка
- цапфа
- проточки для подшипников
- замковый подшипник
- подшипники качения
- подшипники скольжения
- замковый палец
- уплотнения
- система смазки





Типы ПРИ для вращательного бурения

Лопастные породоразрушающие инструменты

долота

буровые головки





Типы ПРИ для вращательного бурения

Лопастные породоразрушающие инструменты

долота

буровые головки

Лопастные

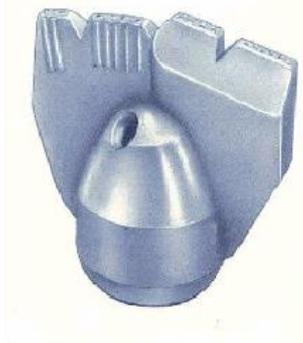
PDC

Лопастные

PDC

Пикообразные

Двух-, трех-.... лопастные





Типы ПРИ для вращательного бурения

Лопастные породоразрушающие инструменты

Режущего действия

М

МС

Режуще-скалывающего действия

С

СЗ

СТ

Т

МЗ

МСЗ

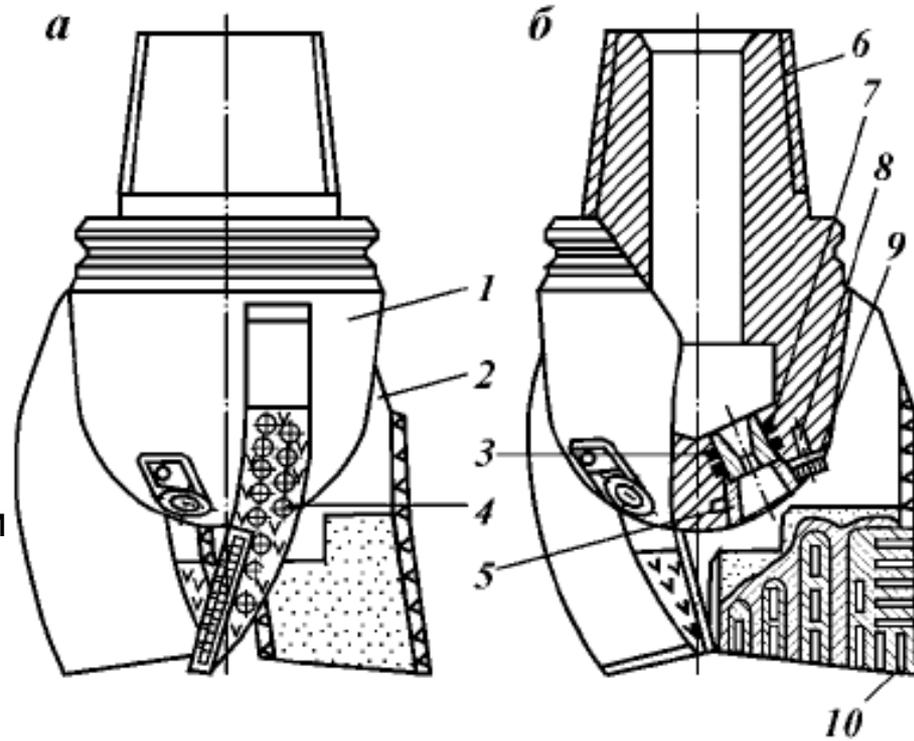




Типы ПРИ для вращательного бурения

Устройство лопастного долота

- корпус
- лопасть
- сопло
- уплотнительное кольцо
- байонетная шайба
- болт
- стопорная шайба
- твердосплавные пластины/штыри
- резьба
- релит



Глубина применения: от 100-200 м до 1000-1500 м



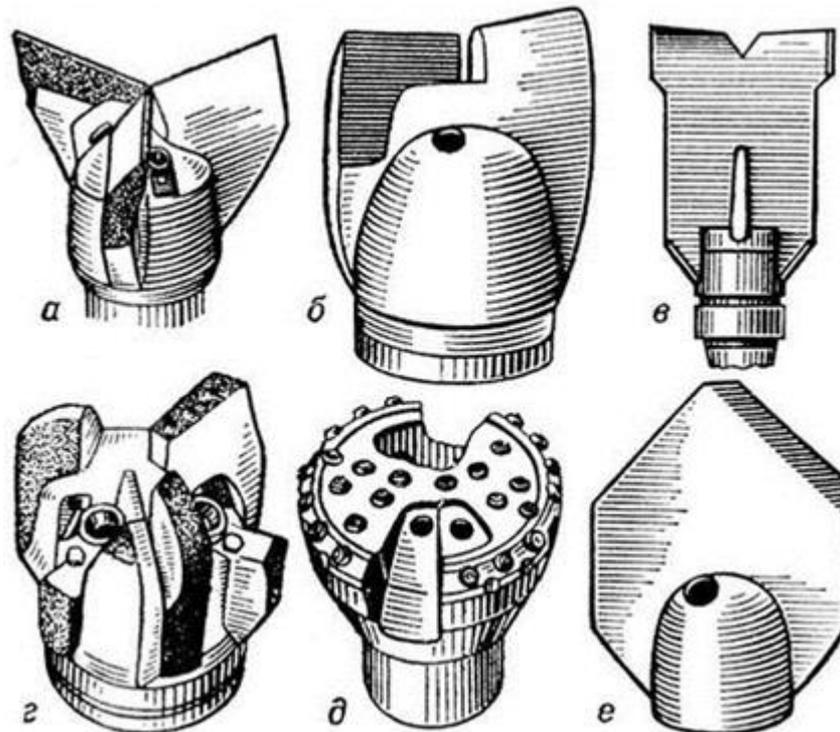
Типы ПРИ для вращательного бурения

Корпус лопастного долота

секционный

литой

кованный





Типы ПРИ для вращательного бурения

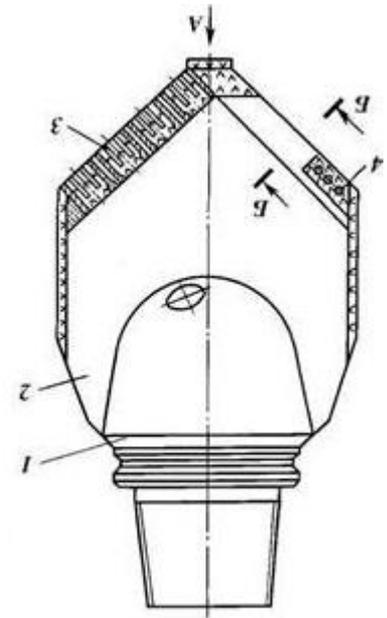
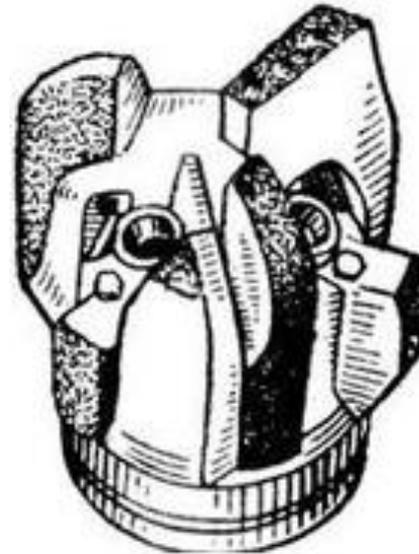
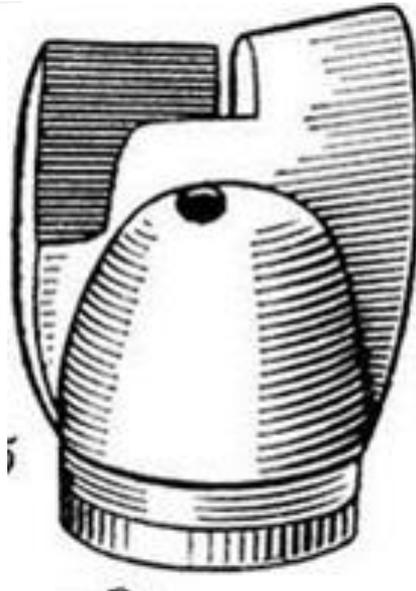
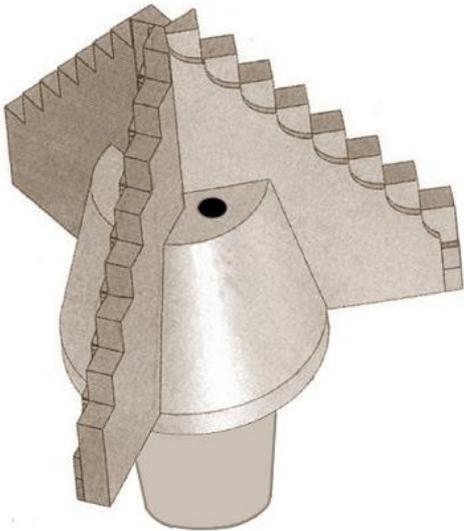
Типы лопастных долот

Трехлопастные
Тип 3Л
118-445 мм

Двухлопастные
Тип 2Л
76-161 мм

Многолопастные
Тип ИР
76-269 мм

Пикообразные
Тип ПЦ и ПР
97-445 мм



Угол между лопастями распределяется практически всегда равномерно.



Типы ПРИ для вращательного бурения

Вооружение лопастных долот

стальное

релит

твердосплавные
пластины

Вставные

Приваренные

Квадратные

Восьмигранные

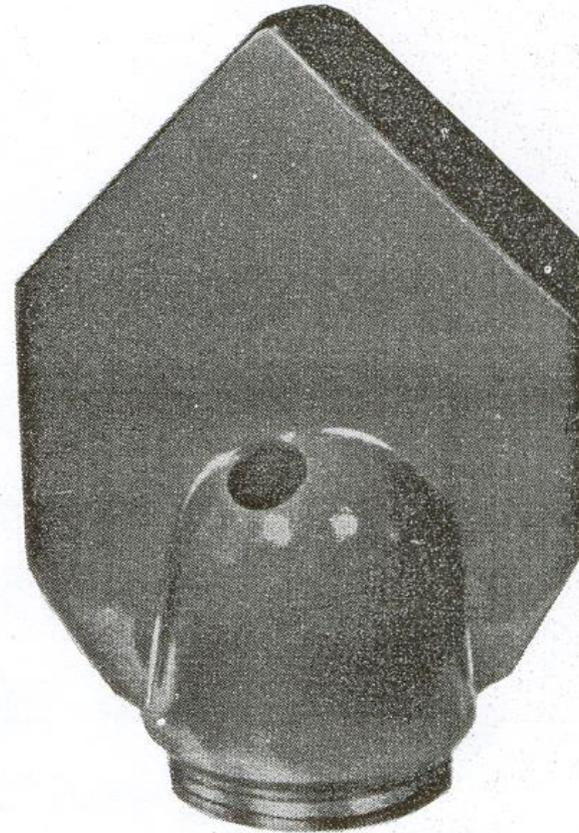
Цилиндрические





Типы ПРИ для вращательного бурения

Промывочные отверстия и гидромониторные насадки

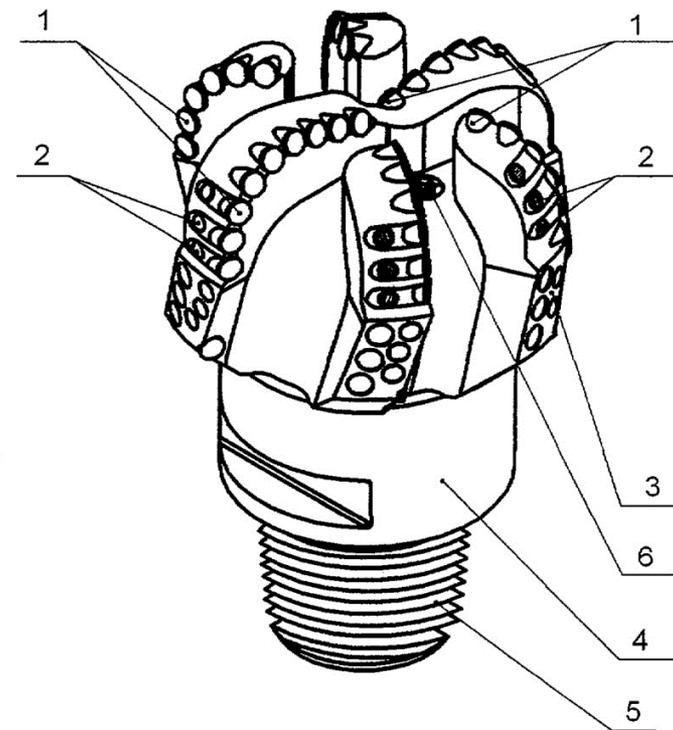
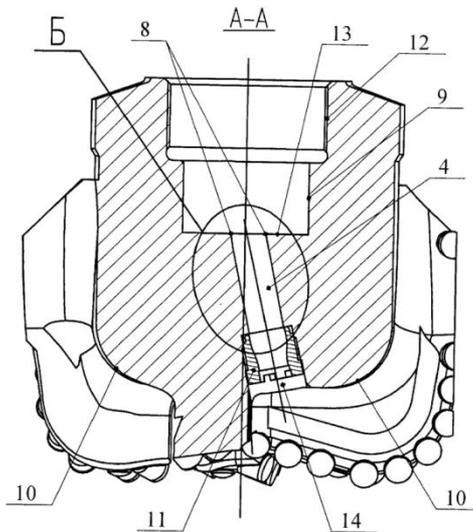




Типы ПРИ для вращательного бурения

Устройство долота PDC

- корпус
- лопасть
- сопло
- уплотнительное кольцо
- стопорная шайба
- PDC пластины
- резьба





Типы ПРИ для вращательного бурения

Корпус долота PDC

матричный

алмазный

стальной





Типы ПРИ для вращательного бурения

Вооружение PDC долот

- Металлическая подложка со специальным профилем
- Поликристаллическая алмазная пластина

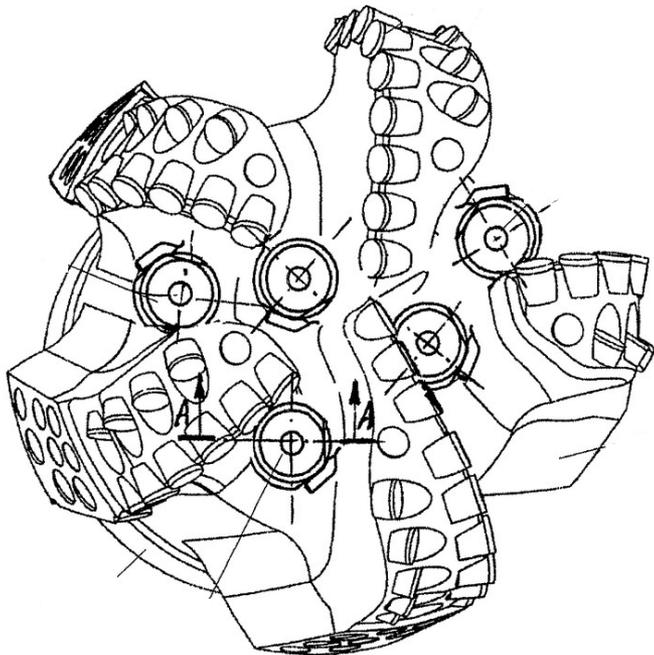




Типы ПРИ для вращательного бурения

Промывочные отверстия и гидромониторные насадки

- керамические
- твёрдосплавные
- комбинированные





Типы ПРИ для вращательного бурения

Алмазные породоразрушающие инструменты

долота



буровые головки



Алмазные долота в **20-30** раз более износостойчивые, чем шарошечные. 38



Типы ПРИ для вращательного бурения

Алмазные долота

TSP

С применением
технических алмазов

Матричные
однослойные

Импрегнированные



Алмазами в долоте являются разновидности технических алмазов под названием «борт» и «карбонадо».



Типы ПРИ для вращательного бурения

Алмазные долота TSP

Термостойкое долото, которое использует **треугольные** и **кубические** резцы небольшого размера, состоит полностью из микрочастиц полученных из **натуральных** + **термостойких синтетических** алмазов.





Типы ПРИ для вращательного бурения

Матричные и импрегнированные долота

Матрица долот прессуется из твердосплавного порошка ВК8 и пропитывается медью в электронагревательной муфельной печи в графитовых пресс-формах, которые изготавливают методом прессовки из графитового порошка. В качестве связки используют смолу Ф-10. Этот метод позволяет получать алмазный буровой инструмент с заданным выпуском алмазов из тела матрицы и с готовой системой промывочных каналов. При изготовлении **матричного однослойного долота** алмазы предварительно выкладываются в матрицу.

Матрицы **импрегнированных** прессуют в металлических пресс-формах, обеспечивающих получение системы промывочных каналов без дополнительной механической обработки. Матрица **импрегнированных** долот представляет собой смесь алмазов и твердого сплава, что позволяет распределить алмазное сырье по телу долота.

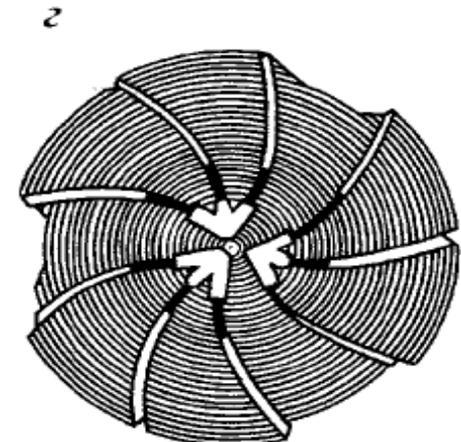
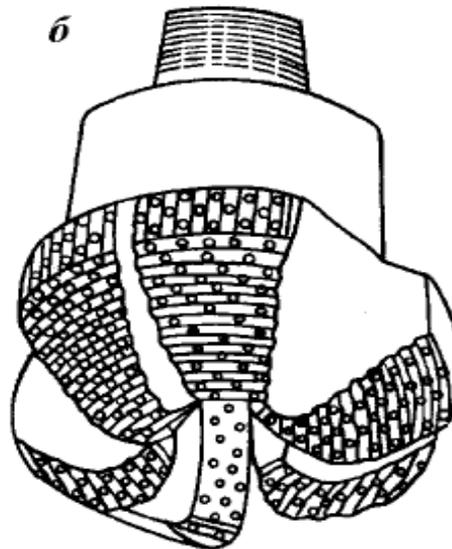
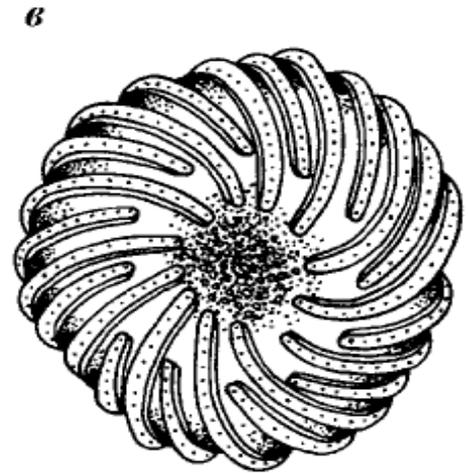
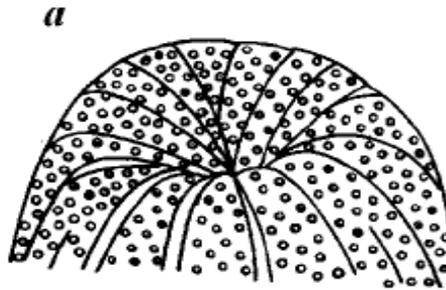




Типы ПРИ для вращательного бурения

Устройство алмазного долота

- корпус
- промывочное окно
- сектор
- резьба



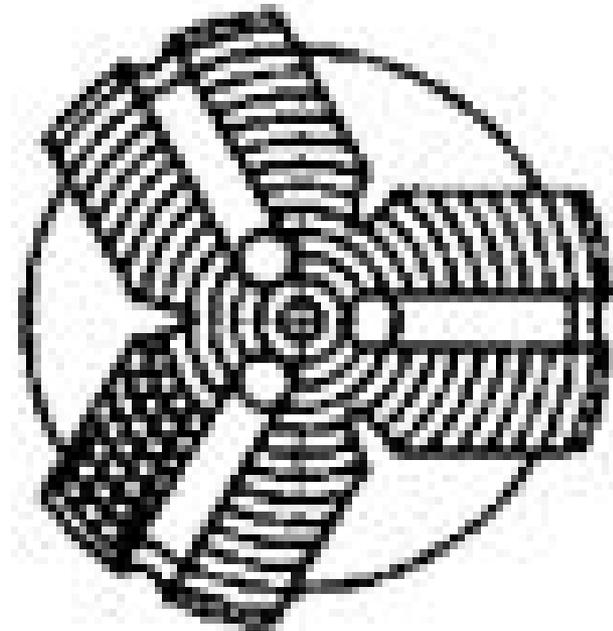
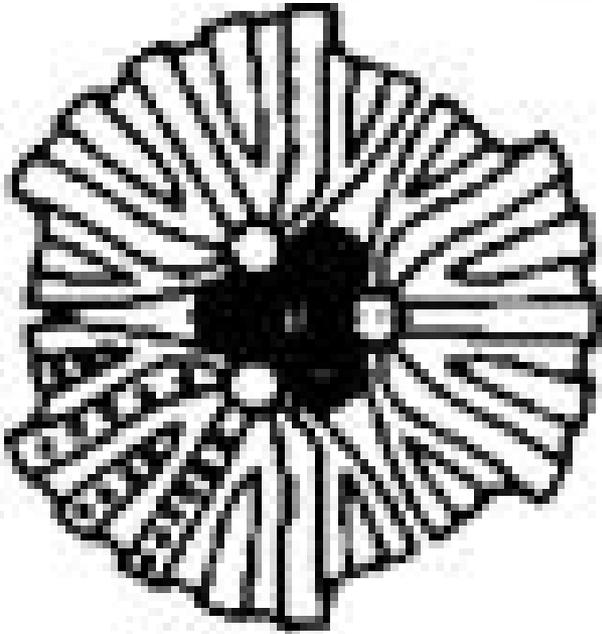


Типы ПРИ для вращательного бурения

Профиль алмазного долота

торцевое

секторное





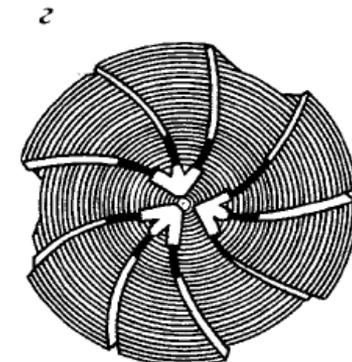
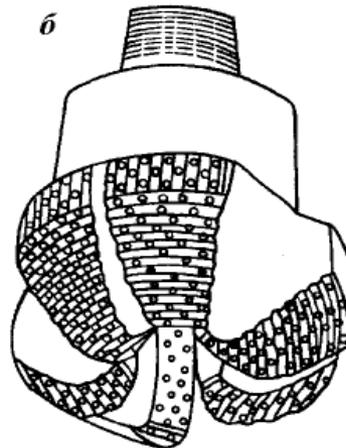
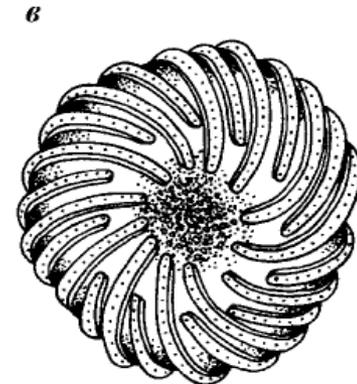
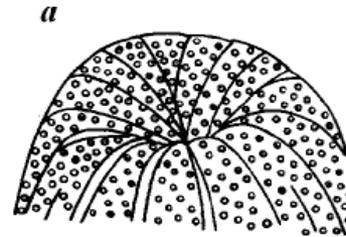
Типы ПРИ для вращательного бурения

Профиль алмазного долота

торцевое

секторное

- Радиальное
- Ступенчатое
- Спиральное





Типы ПРИ для вращательного бурения

Профиль алмазного долота



- плоские,
- вогнутые,
- выпуклые (сферические или грушевидные),
- выпукло-вогнутые (сферические или грушевидные),
- выпукло-конусные,
- ступенчато-конусные,
- двоякоконусные,
- комбинированные.



Типы ПРИ для вращательного бурения

Породоразрушающие инструменты
ИСМ

долота

буровые головки





Типы ПРИ для вращательного бурения

Породоразрушающие элементы

Славутич



Сверхтвердый материал, разработанный ИСМ НАН Украины, уступает природным алмазам по износостойкости, но превосходит их по прочности. Изготавливается в виде штабиков или пластин любой формы.



Типы ПРИ для вращательного бурения

Устройство долота ИСМ

- корпус
- промывочное окно
- сектор
- лопасть
- резьба
- резцы





Типы ПРИ для вращательного бурения

Специальные породоразрушающие инструменты

гибридные долота

райберы и фрезеры

буровые головки и кернаотборный инструмент

калибраторы

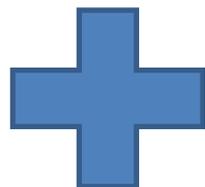
расширители





Типы ПРИ для вращательного бурения

Гибридные долота



Кумера от Backer Hughes



Типы ПРИ для вращательного бурения

Фрезеры и райберы





Типы ПРИ для вращательного бурения

Фрезеры и райберы

Разбуривание:

- цементного камня и цементных мостов;
- металлических предметов на забое;
- технологической оснастки и бурильных труб

Вырезание окон под зарезку боковых стволов.

Извлечение из скважины металлических предметов.

Восстановление внутреннего диаметра, **расфрезеровывание** смятых труб

при проведении ремонтно-восстановительных работ в скважинах, **снятие**

неровностей с внутренней поверхности обсадных колонн.





Типы ПРИ для вращательного бурения

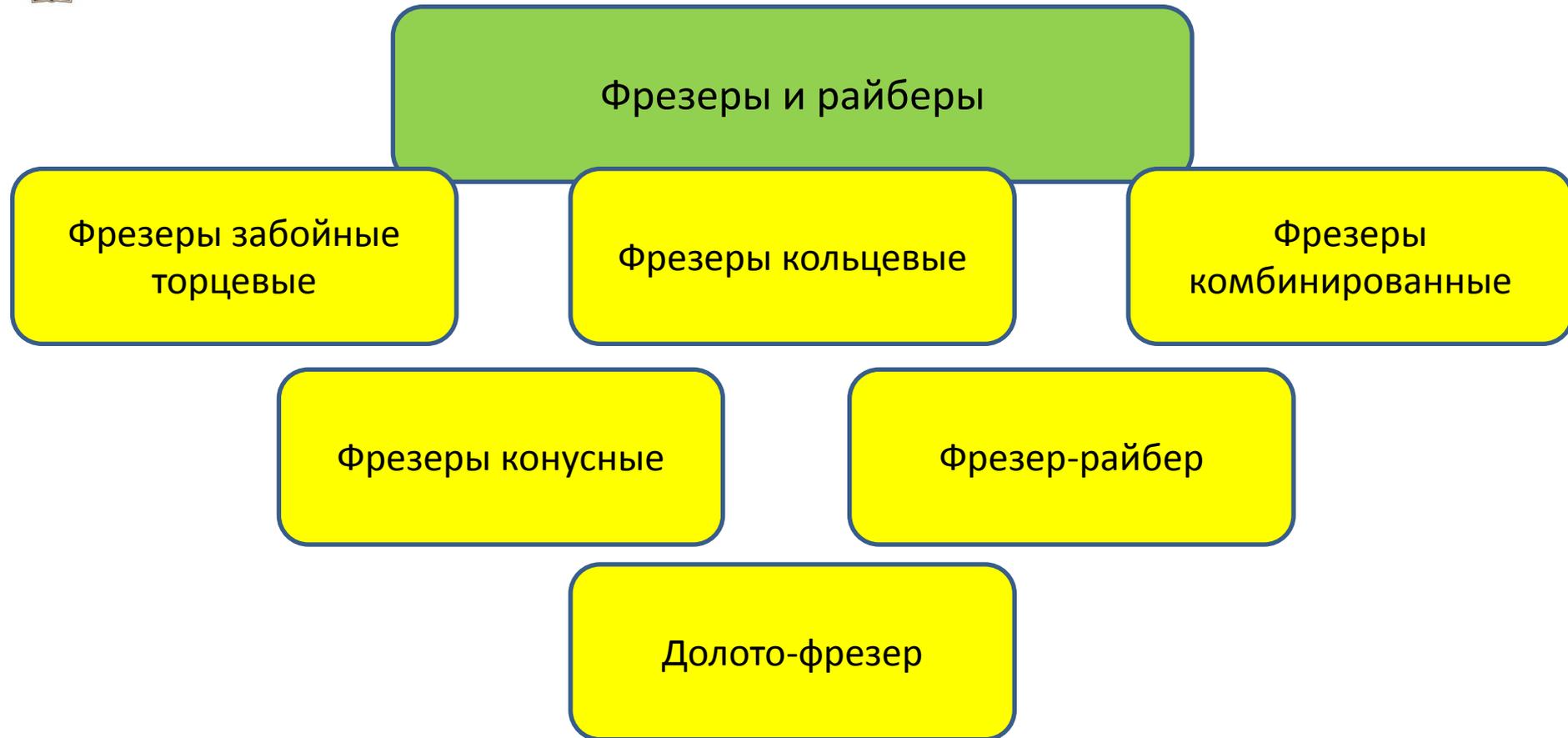
Конструкция

- Корпус
- Пластины из твердого сплава
- Наплавка твердого сплава на рабочие элементы





Типы ПРИ для вращательного бурения



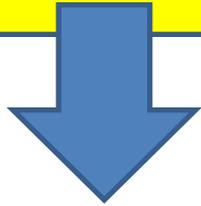


Типы ПРИ для вращательного бурения



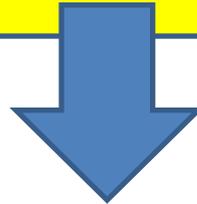
Фрезеры забойные торцевые

Стандартный (Ф32)



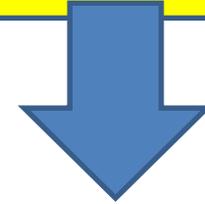
инструмент для фрезерования металлических предметов, находящихся на забое скважины

Вогнутый (ФЗВ2)
Опция «У» -
увеличения слоя
твердого сплава



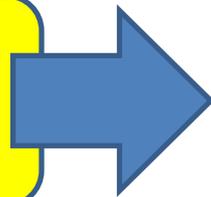
для центрирования разрушаемых объектов относительно инструмента

Специальный (Ф32 Сп)
крошка +
самозатачивающиеся
пластины



разбуривание цементных мостов, песчаных пробок, технологической оснастки обсадных колонн, фрезерования металлических предметов, находящихся на забое скважины

Спиральный (ФЗС2)



разбуривание цементных мостов, песчаных пробок, технологической оснастки обсадных колонн, фрезерования металлических предметов, находящихся на забое скважины



Типы ПРИ для вращательного бурения

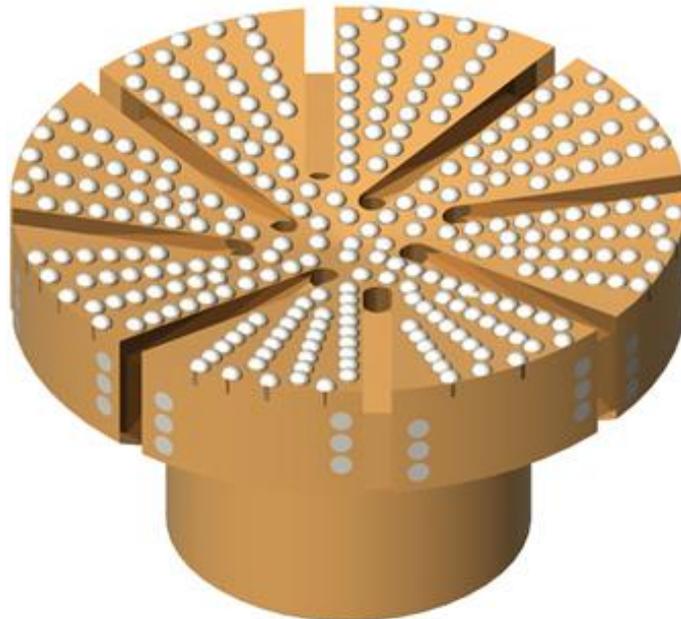
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
БУРИНТЕХ

Фрезеры забойные торцевые

Стандартный (Ф32)



Вогнутый (Ф3В2)
Опция «У» -
увеличения слоя
твердого сплава



Специальный (Ф32 Сп)
крошка +
самозатачивающиеся
пластины



Спиральный(Ф3С2)



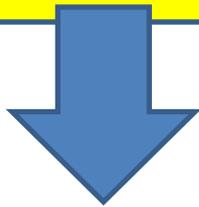
Типы ПРИ для вращательного бурения



Фрезеры кольцевые

ФК2

Мощная режущая кромка
армированная твердым сплавом

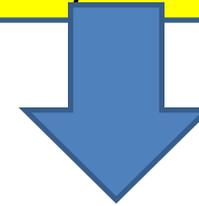


фрезерование массивных
металлических предметов



ФК2 Сп

Армирование твердым сплавом
и зубками



фрезерование и обуривание бурильных
труб и штанг НКТ



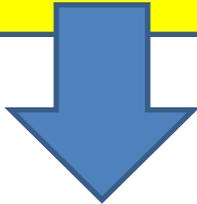


Типы ПРИ для вращательного бурения

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
БУРИНТЕХ

Фрезеры комбинированные

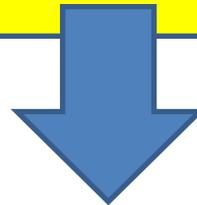
Забойно-кольцевой
(ФЗК2)



сплошное фрезерование
труб, незакрепленных
металлических предметов
с опережающим
фрезерованием кольцевого
пространства в обсаженной
скважине

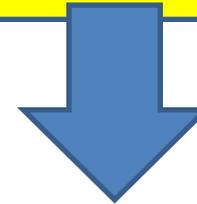
Забойно-кольцевой
(ФЗК2 Сп2)
Пластины из твердого
сплава

Магнитный (ФМ)



извлечение из скважины
металлических предметов,
обладающих
ферромагнитными
свойствами

пилотный (ФП)
армирование
твердым сплавом



фрезерование элементов
колонны труб, таких как
НКТ, хвостовик, пакер,
замки, муфты при
проведении ремонтно-
восстановительных работ
в скважине



Типы ПРИ для вращательного бурения

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
БУРИНТЕХ

Фрезеры комбинированные

Забойно-кольцевой
(ФЗК2)

Забойно-кольцевой
(ФЗК2 Сп2)
Пластины из твердого
сплава

пилотный (ФП)
армирование
твердым сплавом

Магнитный (ФМ)





Типы ПРИ для вращательного бурения



Фрезеры конусные

стандартный

Колонный конусный
(ФКК2)
Угол конуса **10**

Райбер конусный
(РК2)
Угол конуса **5**

для восстановления внутреннего диаметра, расфрезеровывания смятых труб при проведении ремонтно-восстановительных работ в скважинах, снятия неровностей с внутренней поверхности обсадных колонн, очистки «окна» в обсадной колонне



Имеется возможность включения дополнительной опции в виде промывочного отверстия по центру инструмента.

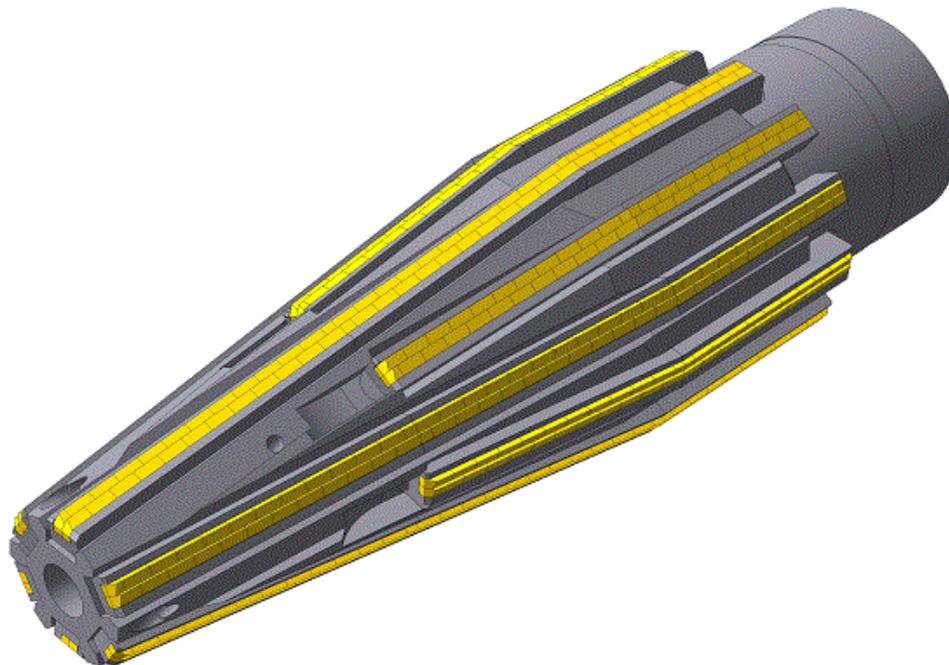


Типы ПРИ для вращательного бурения

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
БУРИНТЕХ

Фрезер-райбер (ФР)

Фрезер райбер типа **ФР** предназначен для разбуривания цементных мостов, песчаных пробок, технологической оснастки обсадных колонн небольших диаметров, а так же фрезерования металлических предметов, находящихся на забое скважины.





Типы ПРИ для вращательного бурения



Долото-фрезер (ДФФ)

Долото-фрезер типа **ДФФ** предназначено для разбуривания цементных мостов, песчаных пробок и технологической оснастки при благоприятных условиях с малыми ударными нагрузками.





Типы ПРИ для вращательного бурения

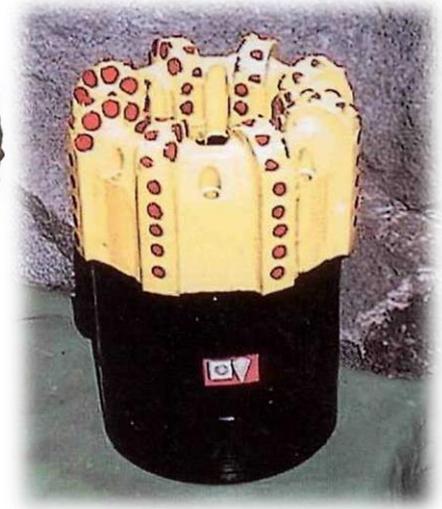
Буровые головки

шарошечные

лопастные/PDC

алмазные

ИСМ





Типы ПРИ для вращательного бурения

Керноотборный снаряд

- Корпус (3)
- Секции
- Керноприемник (4)
- Стабилизаторы
- Присоединительные резьбы
- Кернорватель
- Элементы для гидроизоляции
- Узел подшипников (2)
- Регулировочная головка (1)
- Узел подвески
- Обратный клапан



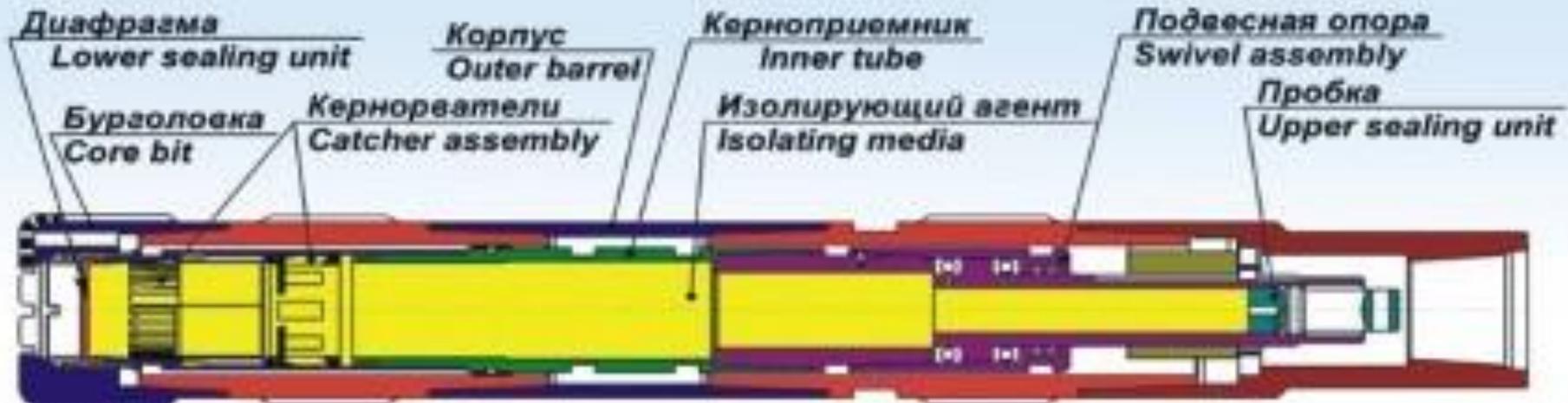


Типы ПРИ для вращательного бурения

Керноотборный снаряд

Для отбора
неизолированного
керна

Для отбора
изолированного
керна



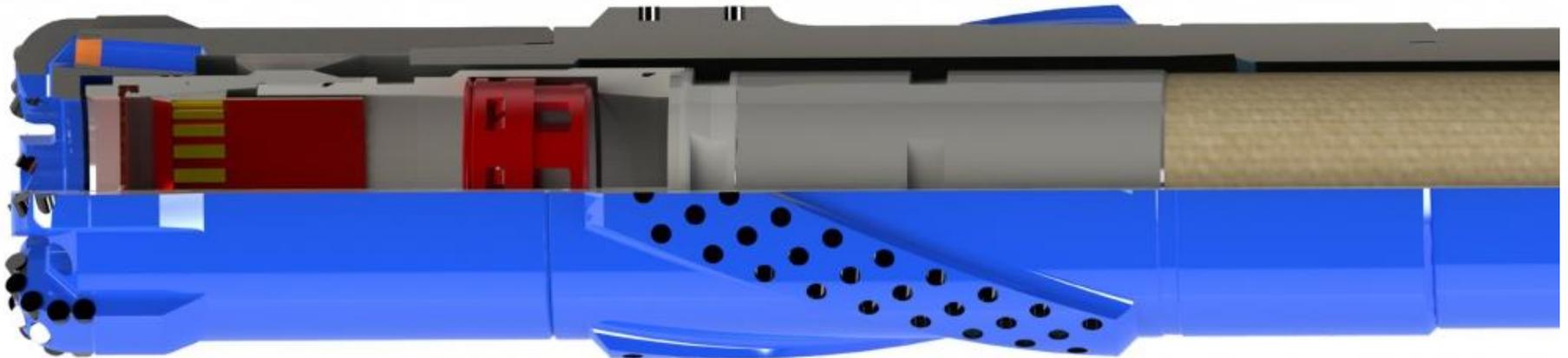


Типы ПРИ для вращательного бурения

Керноотборный снаряд

Со съемным
керноприемником

Со стационарным
керноприемником





Типы ПРИ для вращательного бурения

Керноприемные устройства

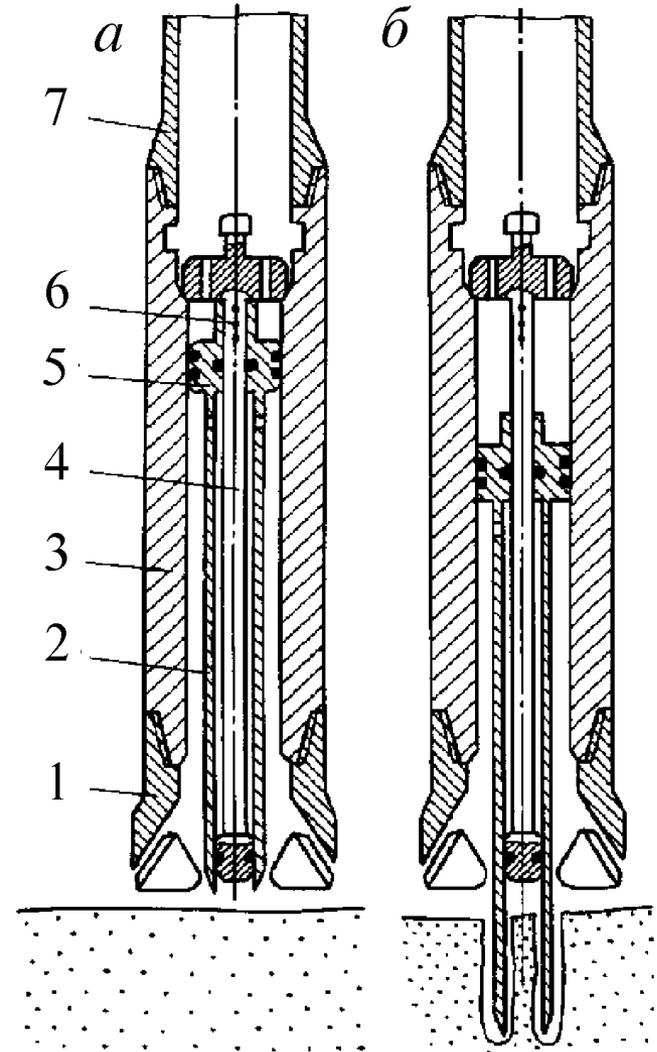
- серия **"Недра"** - для неосложненных условий бурения скважин;
- серия **"КИМ"** – изолирующие модернизированные;
- серия **"Кембрий"** - для условий бурения в рыхлых слабосцементированных и трещиноватых породах;
- серия **"Силур"** - для бурения в осложненных осыпями и обвалами условиях;
- серия **"Тенгиз"** - для бурения в условиях, осложненных нефтегазопроявлениями и поглощениями промывочной жидкости в породах с высокими коллекторскими свойствами;
- серия **"Риф"** - для отбора керна из отложений рыхлых, сыпучих, сильно трещиноватых, в том числе, рифогенных горных пород с высокими коллекторскими свойствами роторным способом;
- серия **"МАГ"** - для отбора керна в интервалах залегания твердых консолидированных и абразивных горных пород, в том числе из пород кристаллического фундамента турбинным способом.



Типы ПРИ для вращательного бурения

Керноприемные устройства

устройство керноприемное "Структура" УКС-178/60-80, предназначенное для бурения морских исследовательских и инженерно-геологических скважин диаметром **212,7 мм** с отбором керна из нелигифицированных донных отложений (илов и т.п.) диаметром **57 мм** способом динамического гидравлического в поруду пробоотборной трубы и отбором керна диаметром **80 мм** роторным способом





Типы ПРИ для вращательного бурения

Кернорватели

Цанговый кернорватель предназначен для отрыва и удержания керна, представленного твердыми, монолитными породами. На внутренней поверхности цанг наносится алмазная или твердосплавная наплавка, что обеспечивает надежный вынос керна

Рычажковый кернорватель предназначен для отрыва и удержания керна, представленного средними и мягкими породами.

Цангово-рычажковый кернорватель обладает эксплуатационными качествами двух первых типов кернорвателей, что обеспечивает надежность выполняемой им работы по выносу керна в разных по твердости и трудности отбора породах.





Типы ПРИ для вращательного бурения

Калибраторы

с прямыми лопастями

со спиральными лопастями





Типы ПРИ для вращательного бурения

Расширители

раздвижные

- РР – в интервалах забуривания новых стволов
- РРГ, РРШ – в любом интервале

расширители для больших диаметров
(более 500 м)

одношарошечное долото-расширитель

долота эксцентричные
(алмазные)

шарошечные (РШУ)

фрезер-расширитель
(ФР)

расширители раздвижной многошарошечный (РРМ)

долота бицентричные

пикообразные
(ПБЛ)

расширитель-калибратор
(РКЛ)

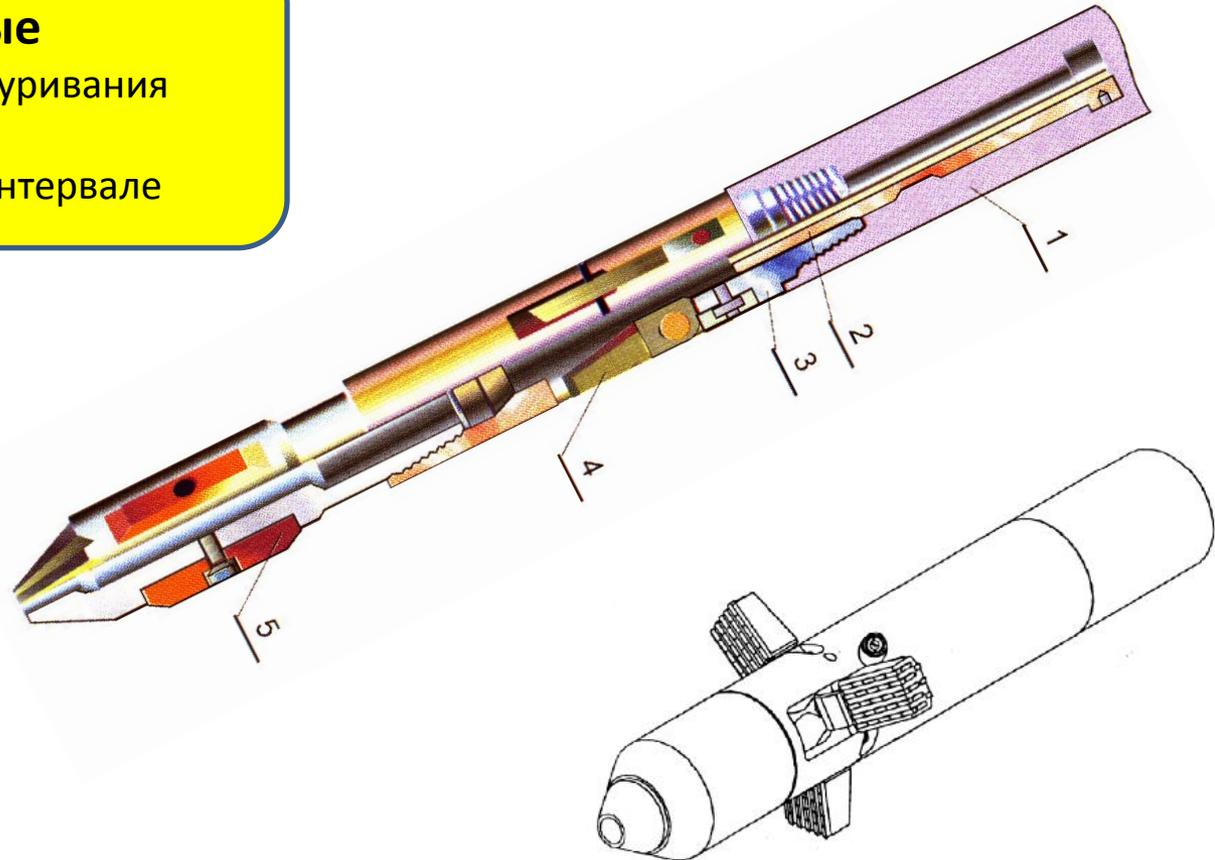


Типы ПРИ для вращательного бурения

Расширители

раздвижные

- РР – в интервалах забуривания новых стволов
- РРГ, РРШ – в любом интервале

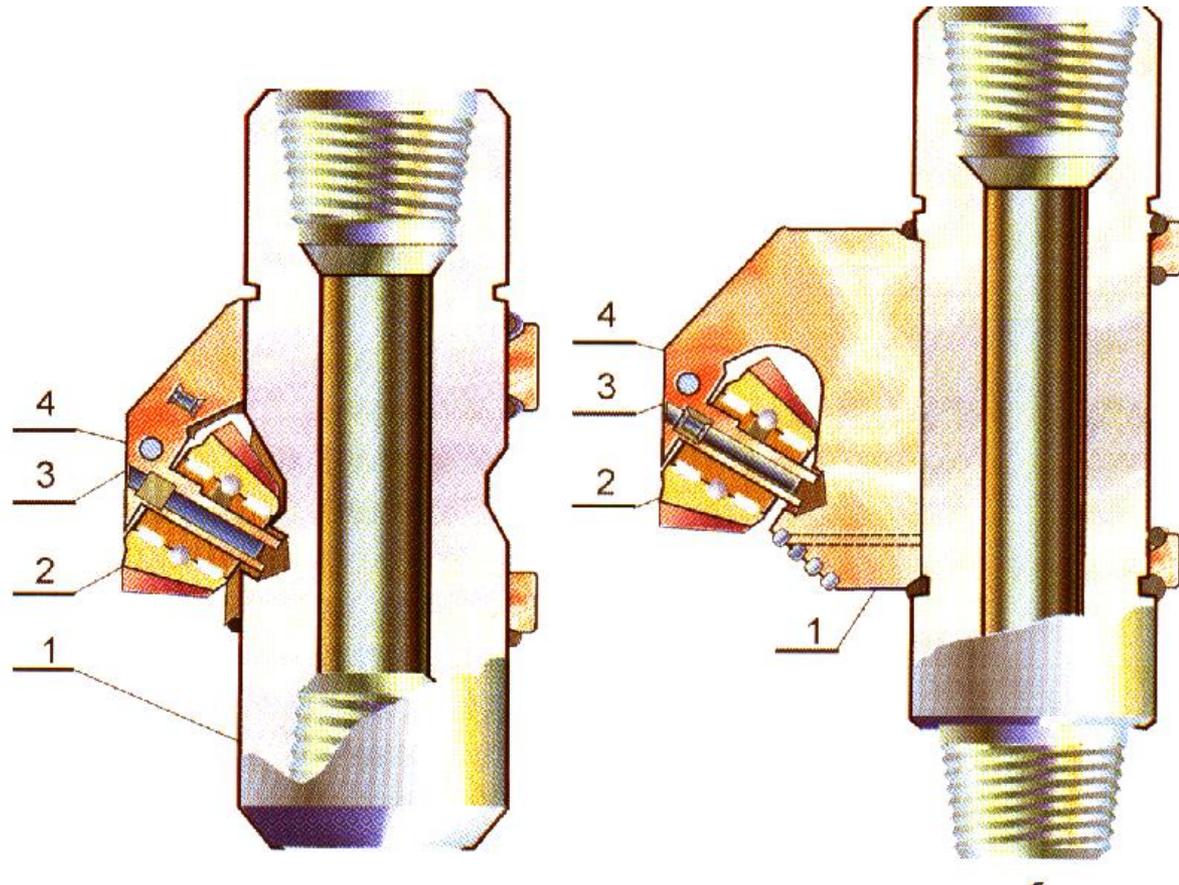




Типы ПРИ для вращательного бурения

Расширители

шарошечные (РШУ)

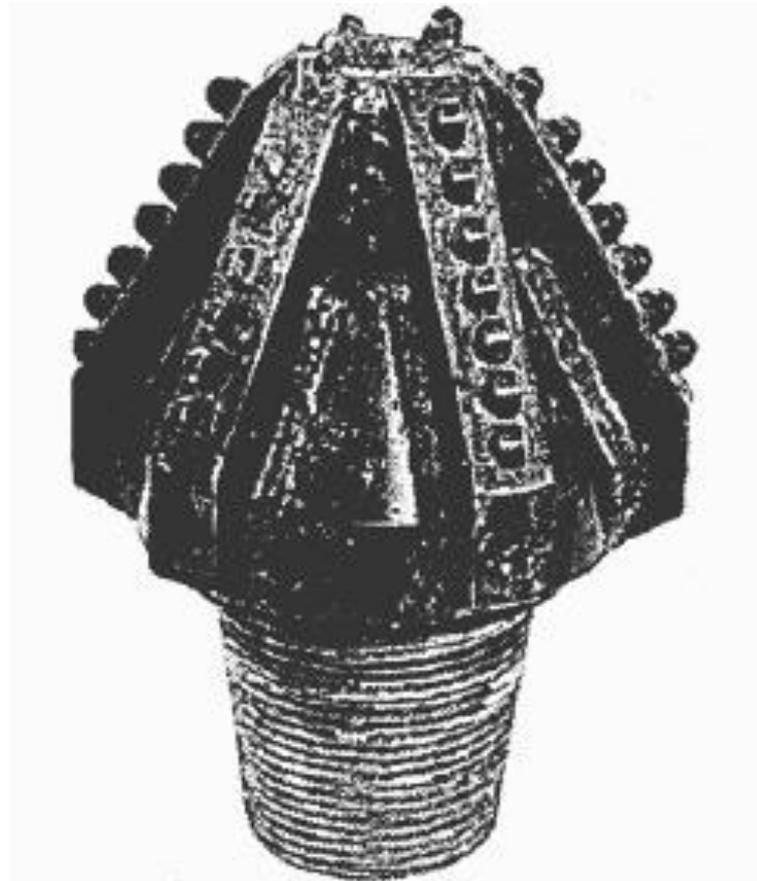




Типы ПРИ для вращательного бурения

Расширители

пикообразные
(ПБЛ)

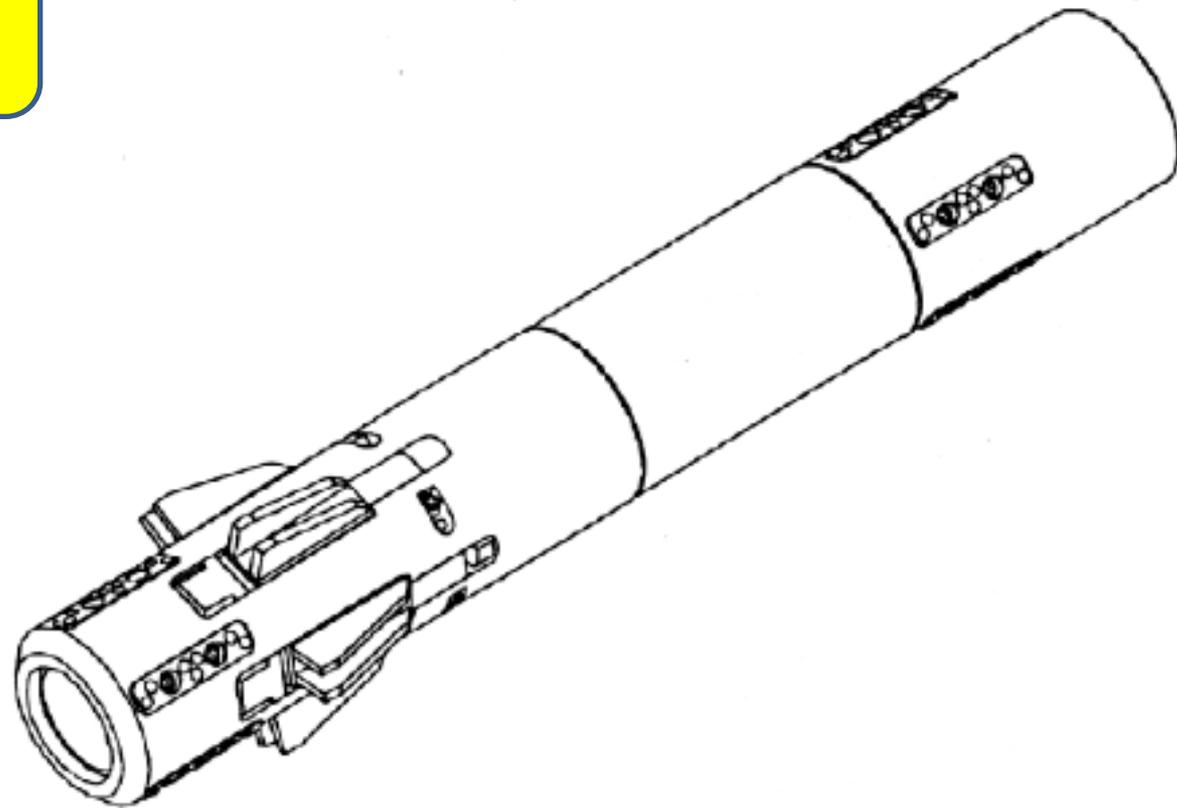




Типы ПРИ для вращательного бурения

Расширители

фрезер-
расширитель
(ФР)

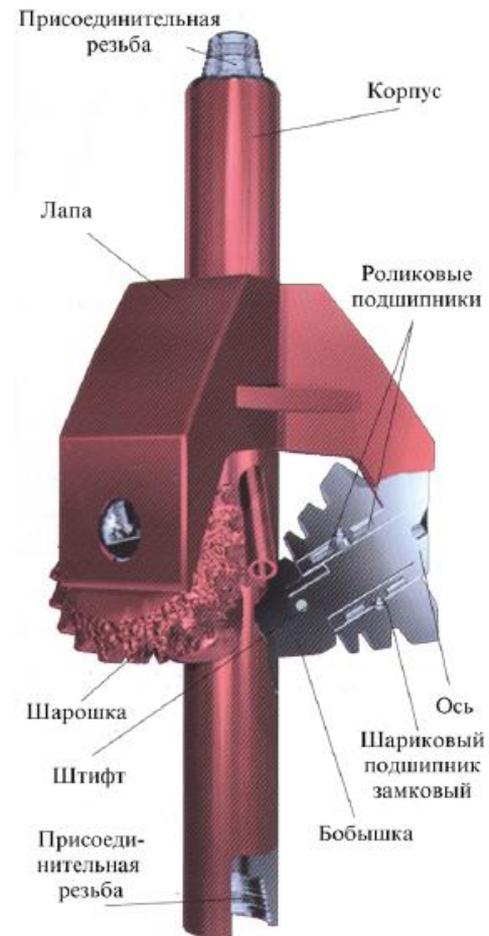
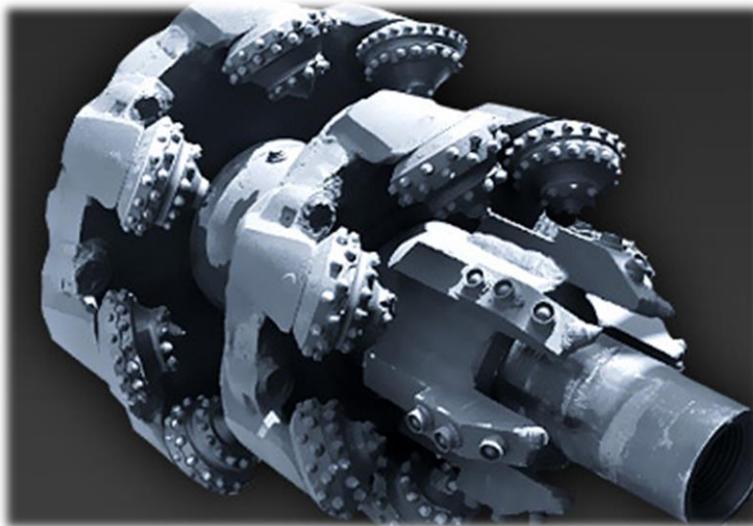




Типы ПРИ для вращательного бурения

Расширители

расширители для больших диаметров
(более 500 м)

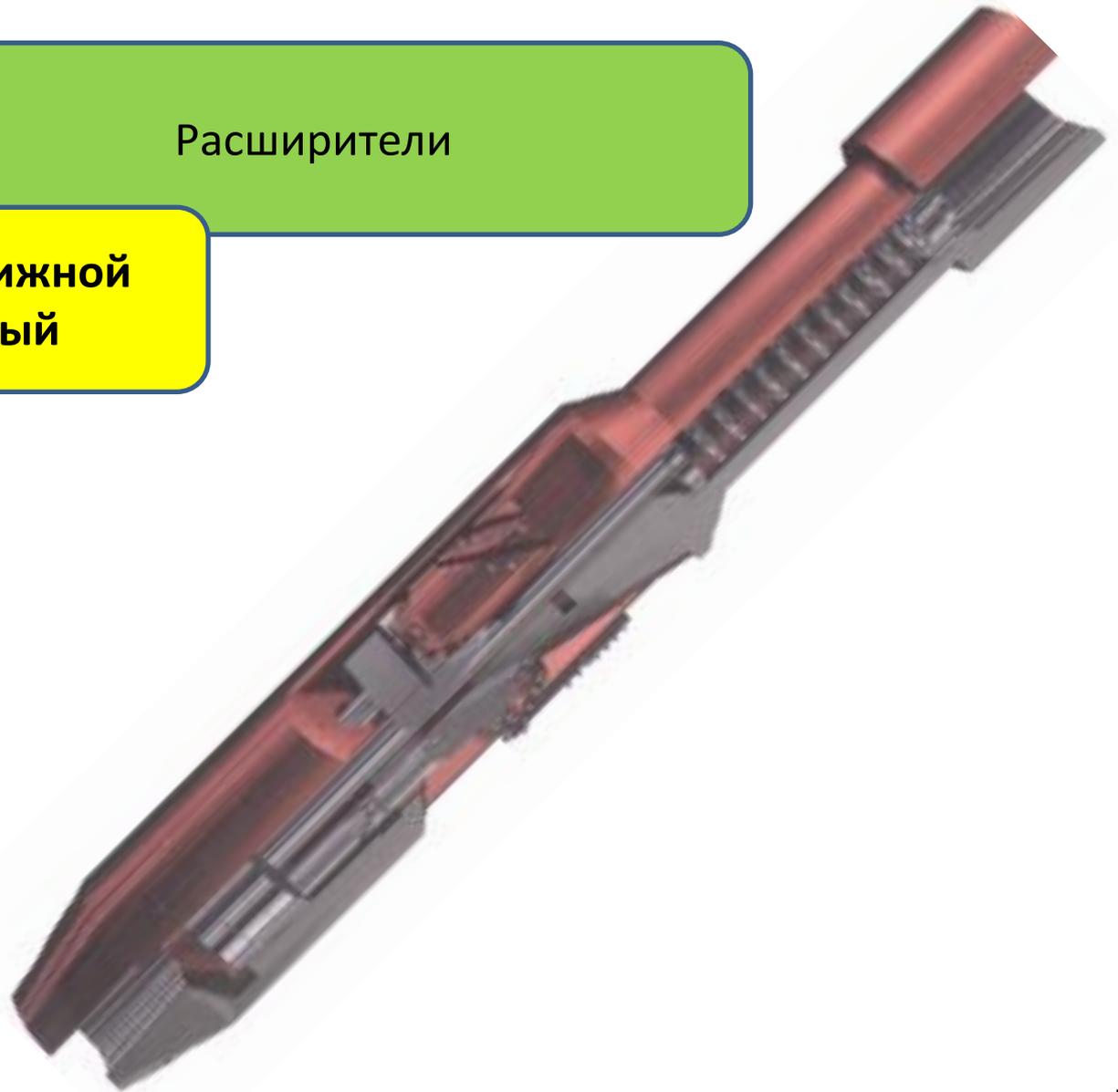




Типы ПРИ для вращательного бурения

Расширители

расширители раздвижной
многошарошечный





Типы ПРИ для вращательного бурения

Расширители

одношарошечное долото-
расширитель





Типы ПРИ для вращательного бурения

Расширители

долота эксцентричные

долота бицентричные





ТЕМА 2.

Проектирование и расчет буровых долот для сооружения скважины



Деление горных пород разреза на пачки по буримости

- твердость и абразивность пород пачки существенно не отличаются;
- толщина пачки не должна быть меньше проходки на долото;
- пачка разбуривается долотами одного типоразмера;
- пачка непрерывна.

Реперных долот

Способ Бинхема

Последовательных
разбиений по
статиграфическим
подразделениям



Определение твердости и абразивности горных пород пачке

$$H = \sum_{i=1}^n H_i m_i / M$$

$$A = \sum_{i=1}^n A_i m_i / M$$

где H_i и A_i - категории твердости и абразивности породы i -й разновидности;

m_i – толщина i -го прослоя породы, м;

M – толщина выделенной пачки пород, м.

Твердость – способность горной породы противостоять внедрению в нее породоразрушающего инструмента.

Абразивность – способность горной породы изнашивать породоразрушающий инструмент.



Определение твердости и абразивности горных пород пачке

Буримость горной породы — способность горной породы сопротивляться проникновению в неё бурового инструмента, или интенсивность образования в породе шпура (скважины) под действием усилий, возникающих при бурении. Буримость породы характеризуют скорость бурения (мм/мин), реже — продолжительность бурения 1 м шпура (мин/м).

Буримость:

- 12 категорий
- 5 групп (М, МС, Т, К, ОК)

Абразивность:

- 12 категорий
- 3 группы(малоабразивные – I-IV категории. абразивные – V-VIII категории, высокоабразивные - IX-XII категории)



Определение твердости и абразивности горных пород пачке

Классификация горных пород по показателям твердости и пределу текучести по штампу

Группа	Категория	$P_{шт}$, МПа	P_o , МПа
Мягкие	1	<100	<40
	2	100-250	40-110
	3	250-500	110-250
Средней твердости	4	500-1000	250-550
	5	1000-1500	550-850
Твердые	6	1500-2000	850-1200
	7	2000-3000	1200-1900
Крепкие	8	3000-4000	1900-2500
	9	4000-5000	2500-3500
Очень крепкие	10	5000-6000	3500-4200
	11	6000-7000	4200-5100
	12	>7000	>5100



Выбор долот по пачкам горных пород

Характеристики областей применения шарошечных долот

Тип долота	A	H _{дв}
М	2,4	4,4
МС	3,0	5,5
С	3,7	6,2
СТ	4,5	7,7
Т	5,6	7,9
МЗ	3,2	4,9
МСЗ	4,5	7,7
СЗ	4,2	7,6
ТЗ, ТКЗ	6,2	9,3
К	7,3	10,2

Выбранное долото должно:

- соответствовать твердости и абразивности горных пород;
- обеспечивать наиболее эффективное разрушение породы на забое скважины;
- быть одинаковым по стойкости вооружения и опоры для шарошечных долот;
- обеспечивать минимальную стоимость метра скважины.



Выбор долота по экономическим показателям проходки

Стоимость метра проходки по затратам, зависящая от времени, рассчитываемая по формуле:

$$C_m = \left(\frac{1}{V_M} + \frac{t_{cn} + t_n}{h} \right) C_{\delta} + \frac{C_d}{h}$$

где C_m – стоимость одного метра проходки, руб;

C_d – стоимость долота, руб;

C_{δ} – себестоимость одного часа работы буровой установки, руб;

t_{cn} – нормативные затраты времени на спуско-подъемные операции, отнесенные к рейсу, час;

t_n – нормативные затраты времени на подготовительно-заключительные операции, отнесенные к рейсу, час;

V_M – механическая скорость бурения, м/час;

h – проходка на долото, м.



Проектирование специального породоразрушающего инструмента

На проектирование специального породоразрушающего инструмента не существует отдельных регламентов.

Поэтому выбор расширителей, керноотборного инструмента, фрезеров и райберов, калибраторов производится на основании следующих **критериев**:

- типоразмер;
- тип разрушаемых горных пород;
- соответствие запроектированным режимным параметрам бурения;
- опыт сооружения скважин в данных условиях.





Проектирование породоразрушающего инструмента

Проектирование буровых долот/буровых головок

По параметрам буримости горных пород

По опыту уже пробуренных скважин

Проектирование специального породоразрушающего инструмента

Интервал, м		Шифр долота
от	до	



Вопросы для самоконтроля

1. Что такое породоразрушающий инструмент?
2. Что такое буровое долото?
3. Классификация ПРИ по назначению.
4. Классификация ПРИ по способу разрушения горной породы.
5. Классификация ПРИ по механизму разрушения горной породы.
6. Типы ПРИ для вращательного бурения.
7. Типы алмазных долот.
8. Типы лопастных долот.
9. Типы специальных ПРИ.
10. В чем отличие бурового долота от буровой головки?
11. Типы шарошечных буровых головок.
12. Конструкция шарошечного долота.
13. Типы вооружения шарошек.
14. Как определить первую шарошку на долоте.
15. Типы подшипниковых узлов в шарошечных долотах.
16. Конструкция лопастного долота.
17. Типы корпусов лопастных долот.
18. Типы вооружения лопастных долот.
19. Конструкция долота PDC.
20. Типы промывки шарошечных долот.



Вопросы для самоконтроля

21. Типы корпуса долот PDC.
22. Что такое долота TSP?
23. Отличия импрегнированных и матричных алмазных долот.
24. Типы профилей алмазных долот.
25. Что такое долота ИСМ?
26. Что такое гибридное долото?
27. Что такое фрезер?
28. Что такое райбер?
29. Что такое расширитель?
30. Какие расширители бывают?
31. Какие калибраторы бывают?
32. Что такое калибратор?
33. Типы буровых фрезеров.
34. В чем отличие фрезера-райбера от долота-фрезера?
35. Типы буровых головок.
36. Конструкция керноотборного снаряда.
37. Типы кернорвателей.
38. Типы керноприемных устройств.
39. Последовательность проектирования буровых долот для строительства скважины.
40. Чем определяется себестоимость метра проходки на долото?

Спасибо за внимание!!!