

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Институт природных ресурсов
Кафедра бурения скважин



Технология бурения нефтяных и газовых скважин

*Курс
лекций*

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

Томск-2017 г.



Лекция №3

Буровые долота:

• Типы, классификация, устройство



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





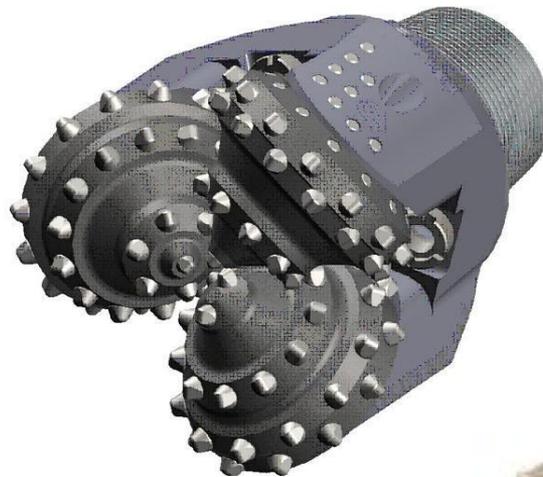
Классификации породоразрушающих инструментов

По назначению

для сплошного бурения

для колонкового бурения

специального назначения





Классификации породоразрушающих инструментов

По способу
разрушения горной
породы

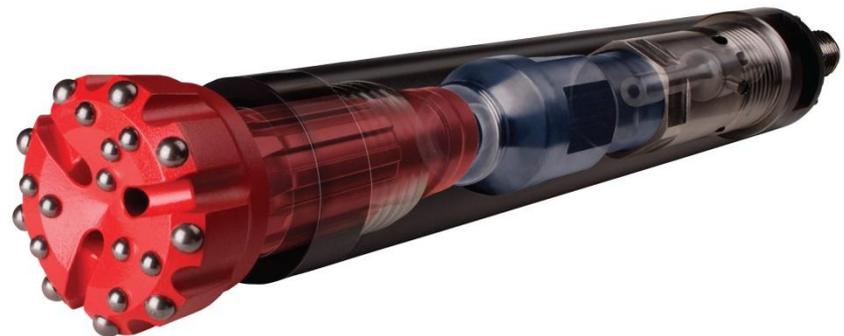
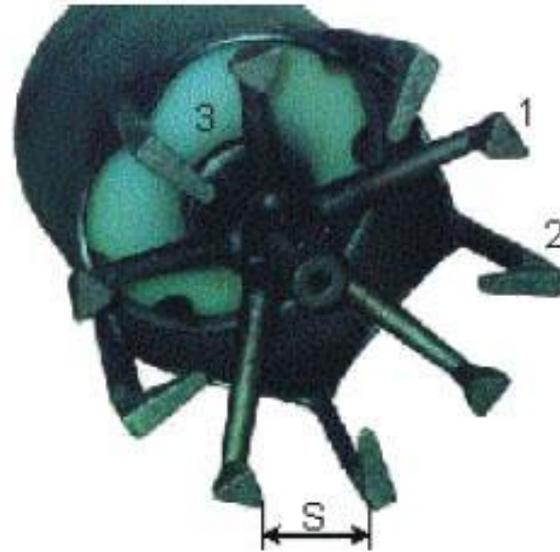
для вращательного
бурения

для ударного бурения

для электроимпульсного
бурения

для гидромониторного
бурения

прочие способы





Классификации породоразрушающих инструментов

По механизму разрушения горной породы

для вращательного бурения

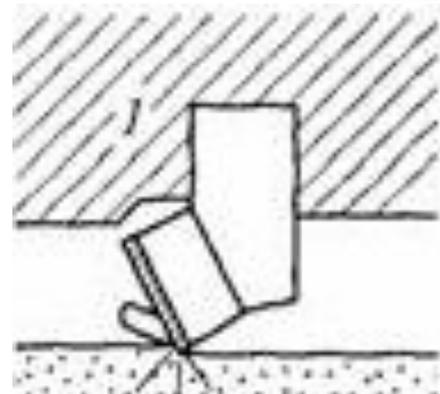
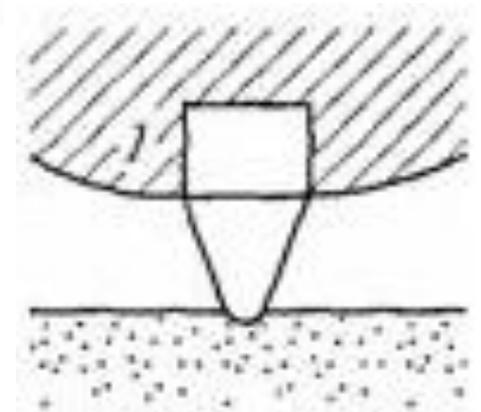
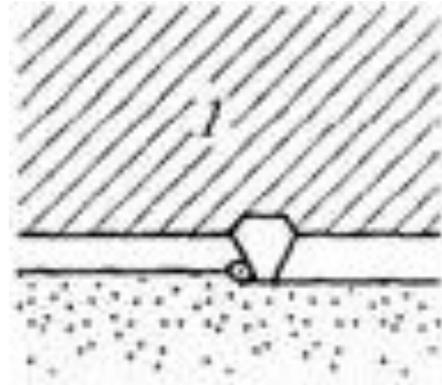
дробяще-скалывающего типа

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

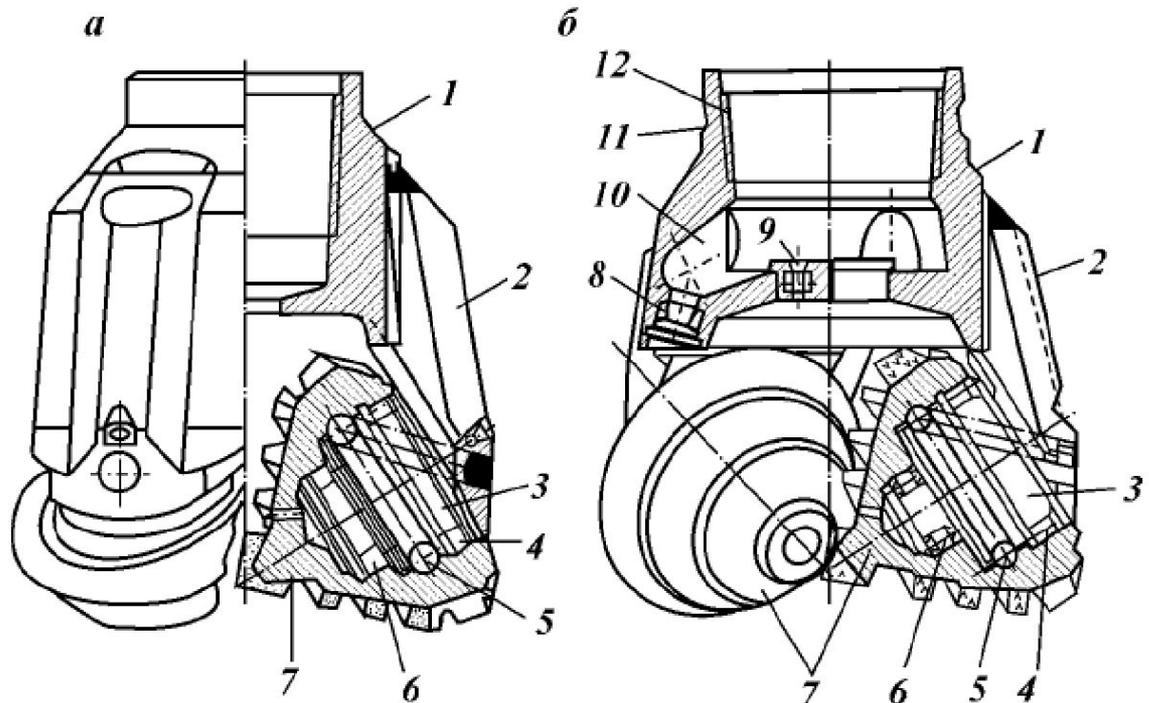




Типы ПРИ для вращательного бурения

Устройство шарошечного породоразрушающего инструмента

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

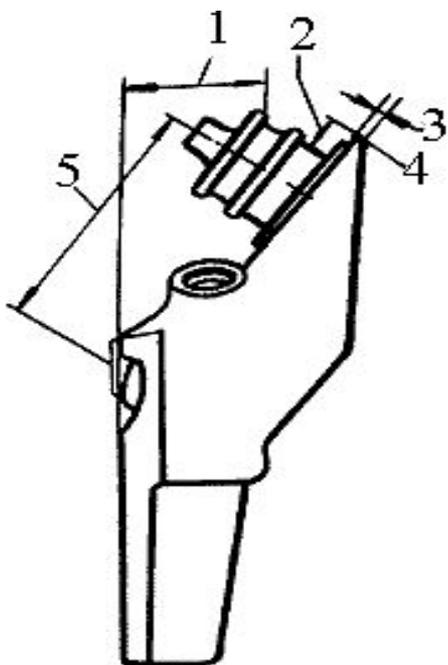




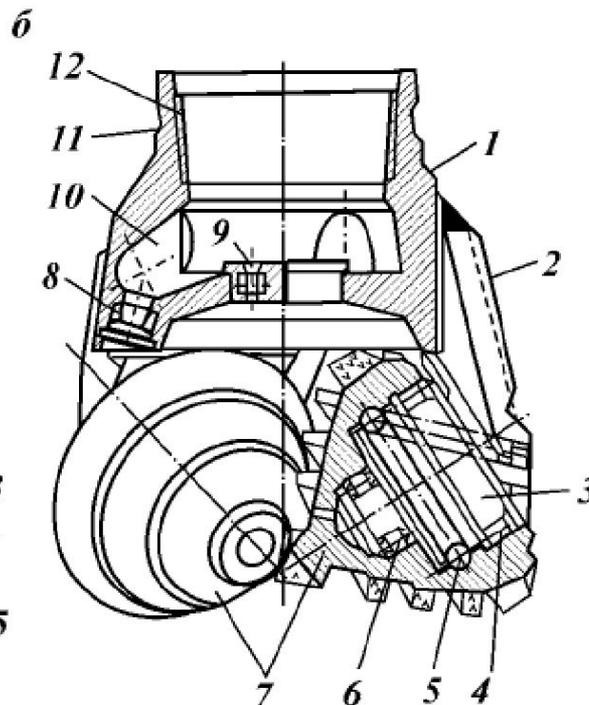
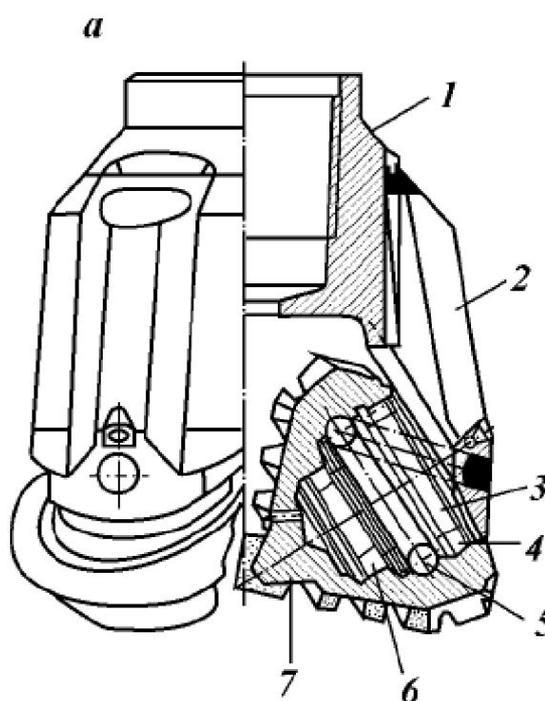
Типы ПРИ для вращательного бурения

Корпус шарошечного долота

СЕКЦИОННЫЙ



ЛИТОЙ





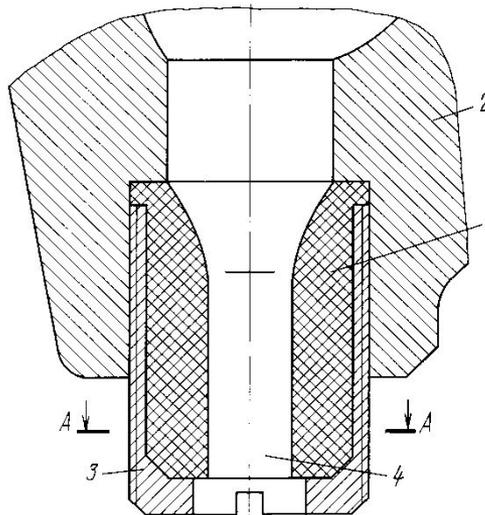
Типы ПРИ для вращательного бурения

Промывочные отверстия

центральные

комбинированная

боковые



металлические

керамические

Гидромониторные насадки

цанговое
крепление

резьбовое



Типы ПРИ для вращательного бурения

Номенклатура шарошечных долот
по ГОСТ 20692-75

Типы шарошечных долот по способу промывки

Ц	с центральной промывкой
Г	с боковой гидромониторной промывкой (гидромониторные)
ЦГ	с комбинированной промывкой (центральная и боковая)
П	с центральной продувкой
ПГ	с боковой продувкой



Типы ПРИ для вращательного бурения

Породоразрушающие
элементы

Что такое
вылет зубка?

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

Номенклатура шарошечных долот
по ГОСТ 20692-75

Классы шарошечных долот

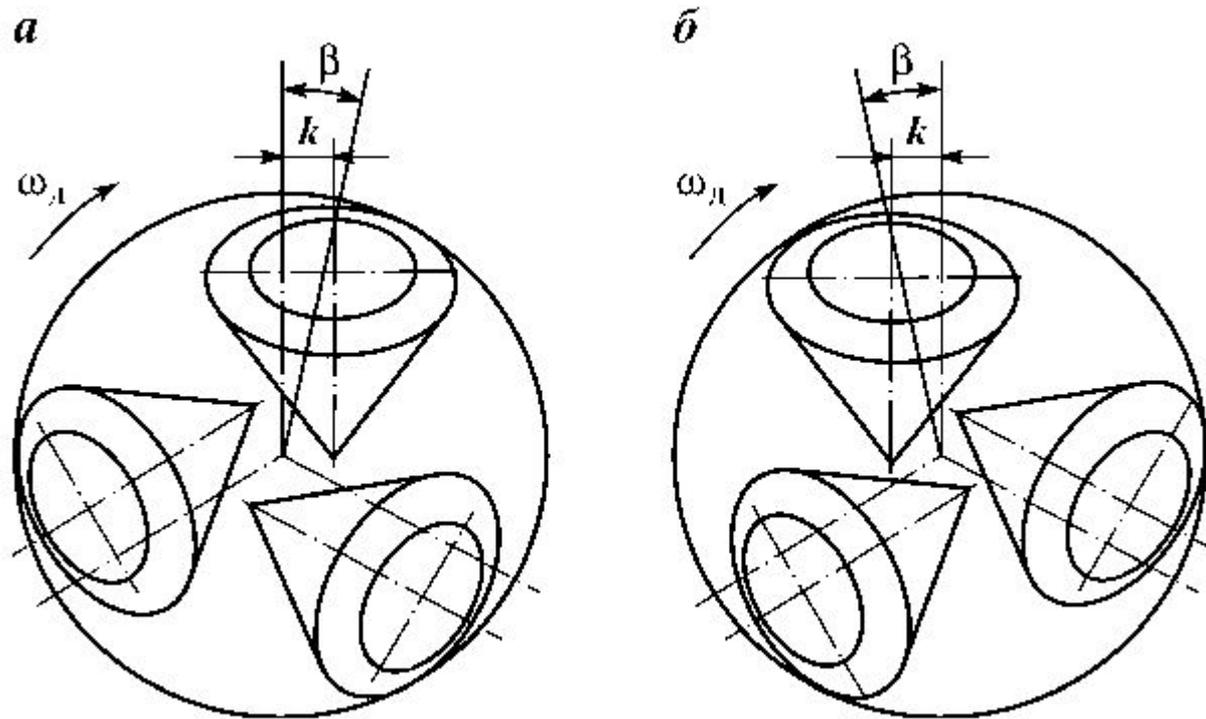
1-й класс долота с **фрезерованным** стальным вооружением для бурения малоабразивных пород (**М, МС, С, СТ, Т**);

2-й класс долота со **вставным** твердосплавным вооружением для бурения абразивных пород (**МЗ, МСЗ, СЗ, ТЗ, ТКЗ, К, ОК**).



Типы ПРИ для вращательного бурения

Шарошки



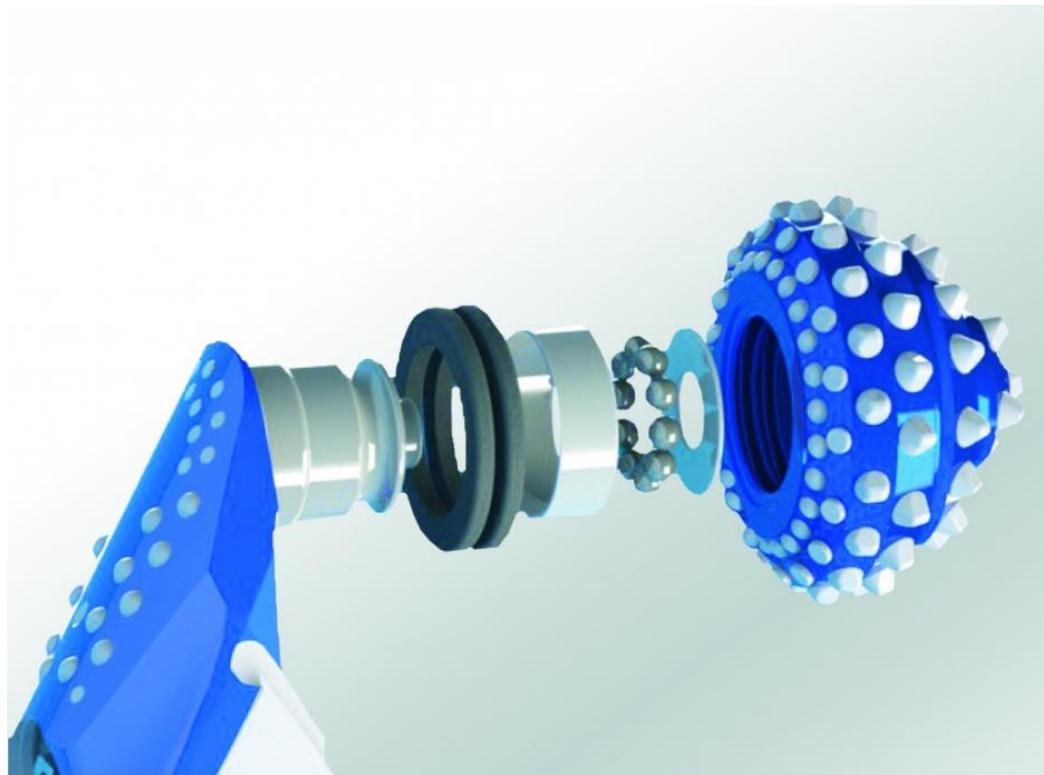
В чем причина смещения осей?



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

Номенклатура шарошечных долот по ГОСТ 20692-75

Серии шарошечных долот по конструкции опорного узла

АУ	Низкооборотные долота (до 150 об/мин) для бурения роторным способом или с использованием низкооборотных забойных двигателей. Маслонаполненные опоры герметизированы резиновыми кольцами круглого сечения, выполнены на двух радиальных и одном или двух упорных подшипниках скольжения, с шариковым (замковым) подшипником качения.
НУ	Среднеоборотные долота (до 300 об/мин) для бурения винтовыми забойными двигателями и роторным способом. Маслонаполненные опоры герметизированы торцевыми резинометаллическими манжетами или радиальными резиновыми кольцами, выполнены на подшипниках качения - большом роликовом и шариковом (замковом), а также на одном радиальном и одном упорном подшипниках скольжения.
Н	Среднеоборотные долота (до 400 об/мин) предназначены для бурения низкооборотными турбобурами, винтовыми забойными двигателями, редукторными электробурами или роторным способом. Опоры выполнены открытыми, на подшипниках качения – большом роликовом и шариковом (замковым), а также на одном радиальном и одном упорном подшипниках скольжения.
В	Высокооборотные долота (до 600 об/мин) предназначены для бурения высокооборотными турбобурами или электробурами. Опоры выполнены открытыми, на подшипниках качения -



Типы ПРИ для вращательного бурения

Лопастные породоразрушающие инструменты

долота



буровые
головки





Типы ПРИ для вращательного бурения

Лопастные породоразрушающие инструменты

Режущего действия

М

МС

Режуще-скалывающего действия

С

СЗ

СТ

Т

МЗ

МСЗ

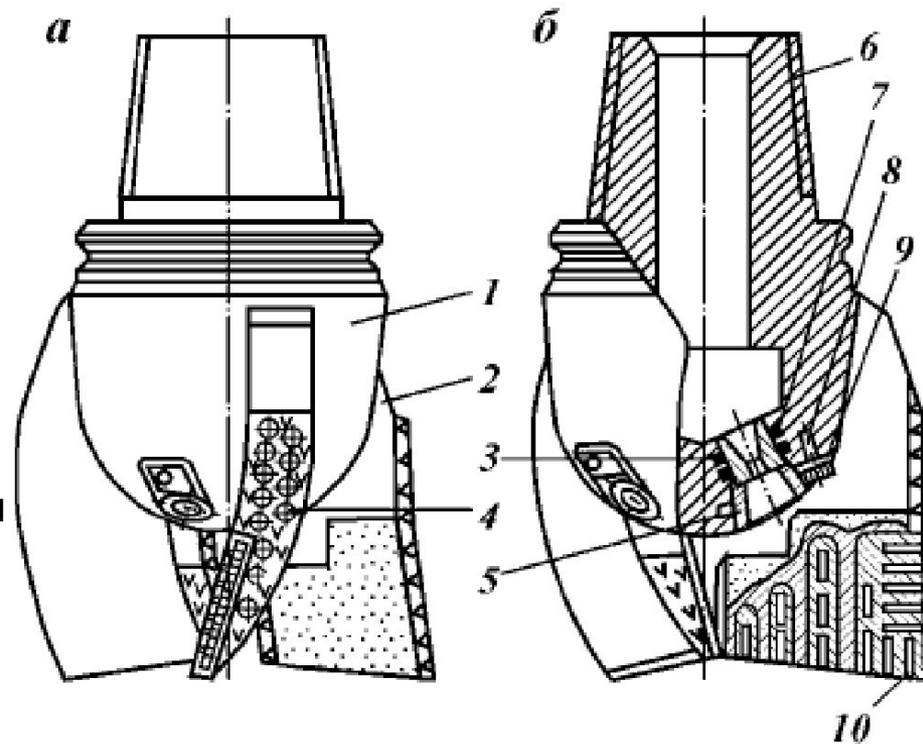




Типы ПРИ для вращательного бурения

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



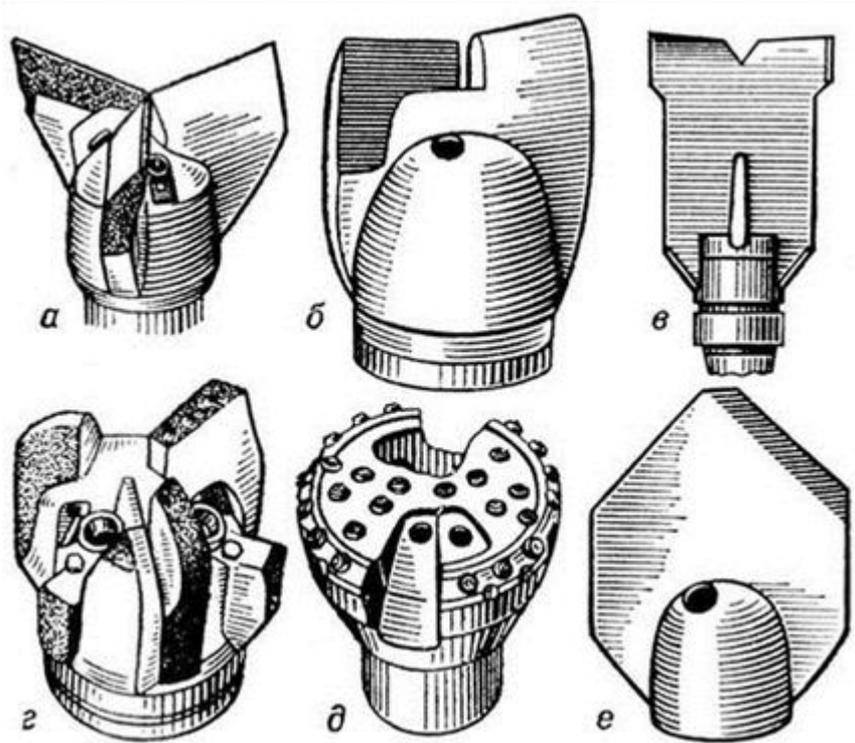
Типы ПРИ для вращательного бурения

Корпус лопастного долота

секционный

литой

кованный





Типы ПРИ для вращательного бурения

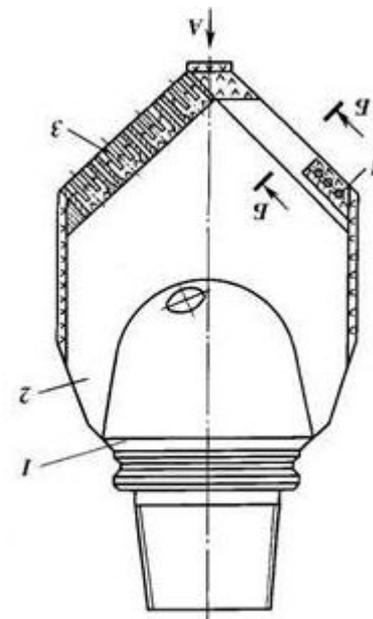
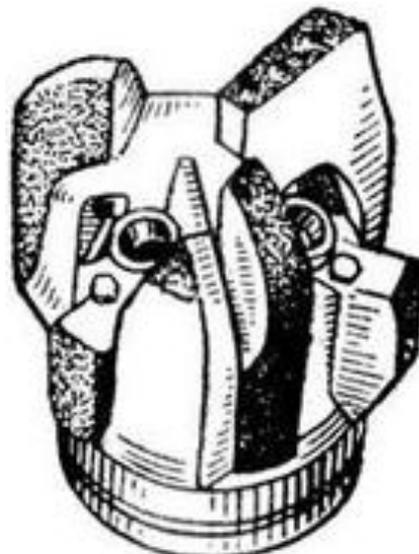
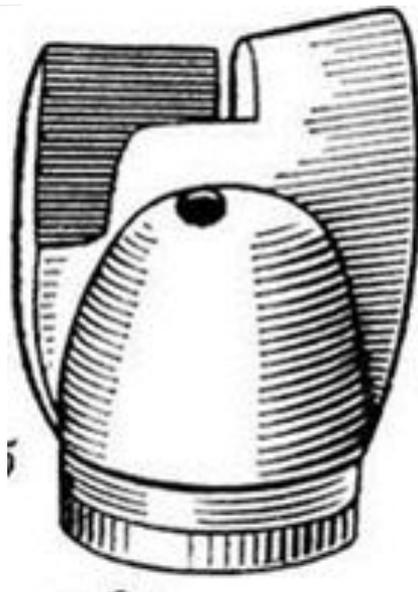
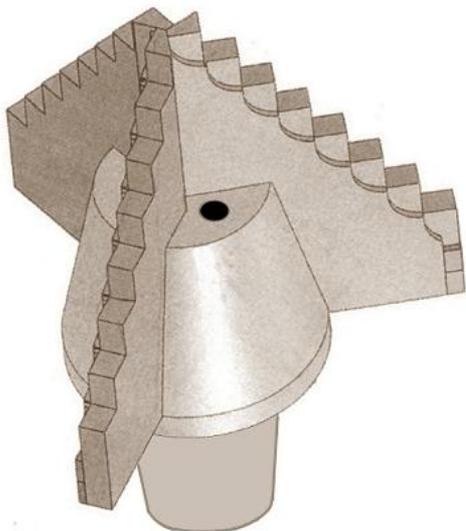
Типы лопастных долот

Трехлопастные
Тип 3Л
118-445 мм

Двухлопастные
Тип 2Л
76-161 мм

Многолопастные
е
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

Вставны
е

Приваренны
е

Квадратные

Восьмигранные

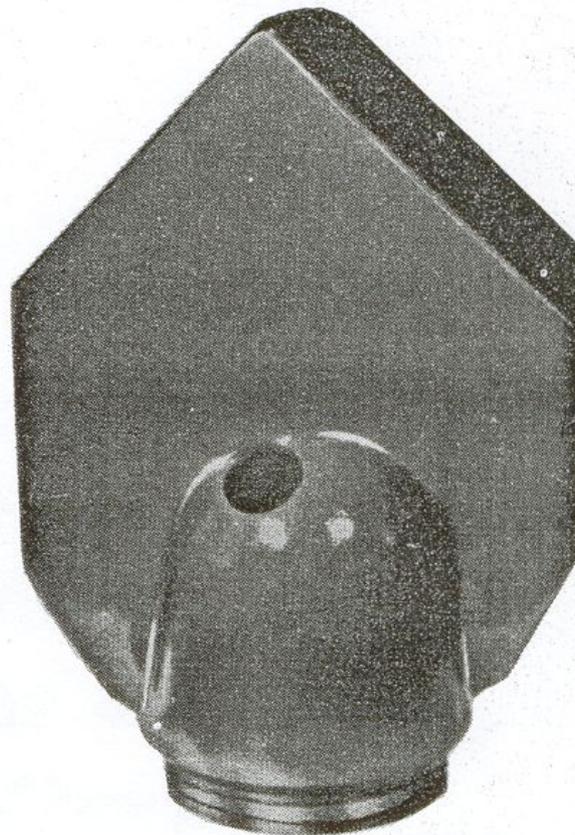
Цилиндрические





Типы ПРИ для вращательного бурения

Промывочные отверстия
и гидромониторные
насадки

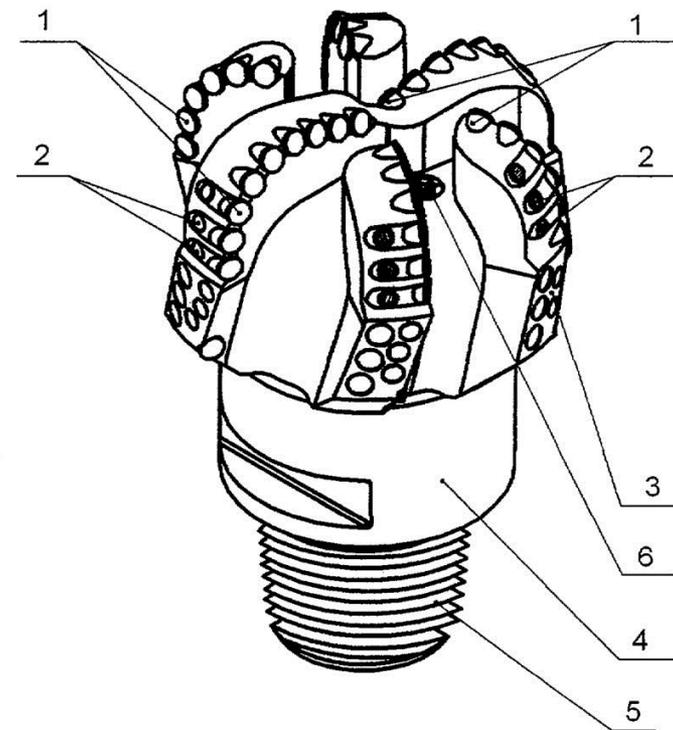
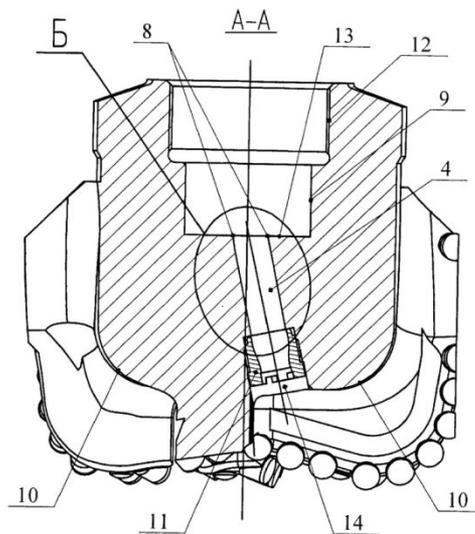




Типы ПРИ для вращательного бурения

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

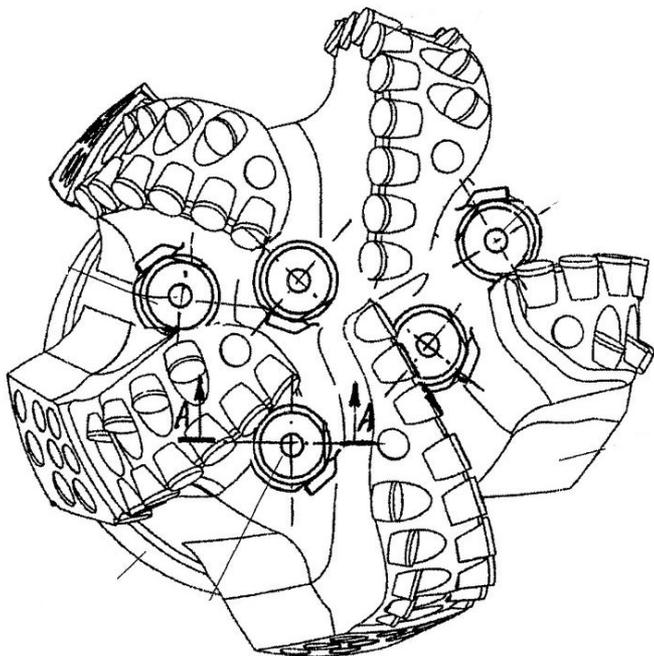




Типы ПРИ для вращательного бурения

Промывочные отверстия и гидромониторные насадки

- керамические
- твёрдосплавные
- комбинированные





Типы ПРИ для вращательного бурения

Алмазные породоразрушающие инструменты

долота



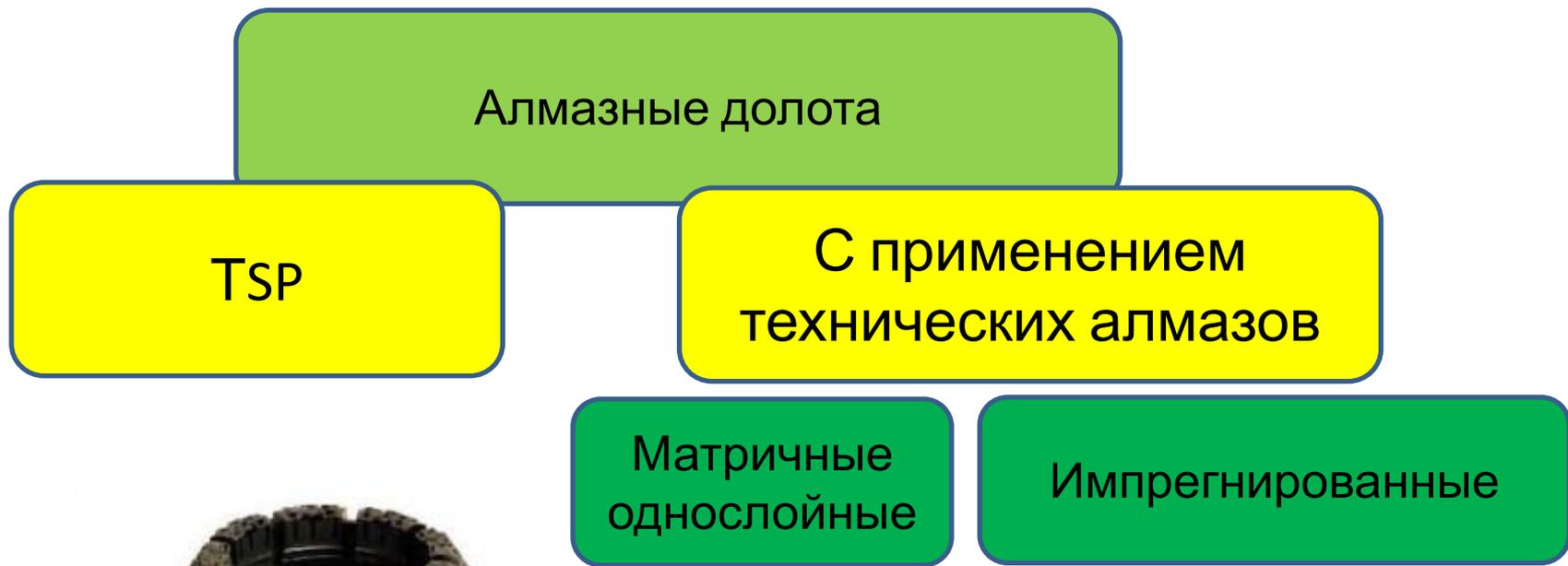
буровые головки



Алмазные долота в **20-30** раз более износостойчивые, чем шарошечные. **37**



Типы ПРИ для вращательного бурения



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.

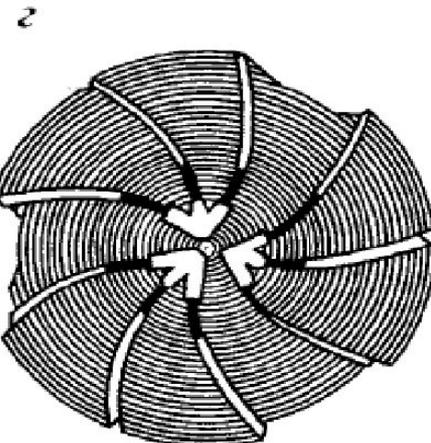
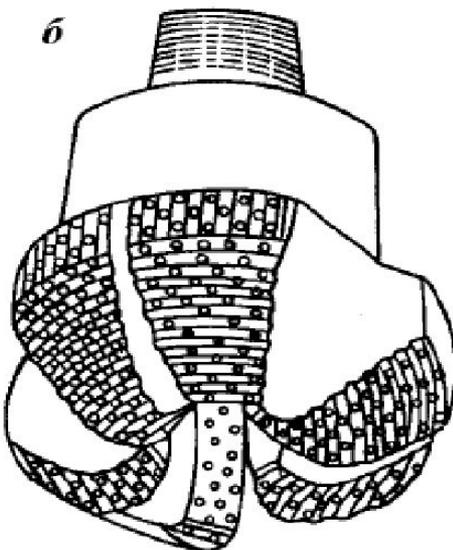
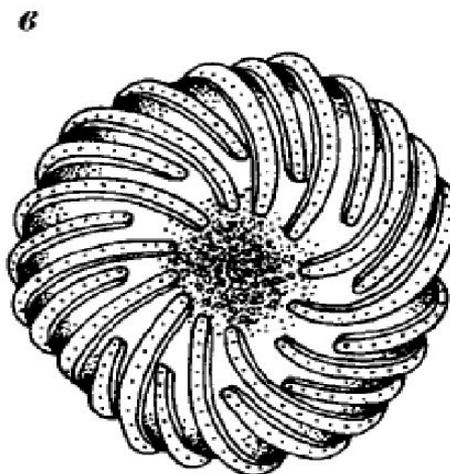
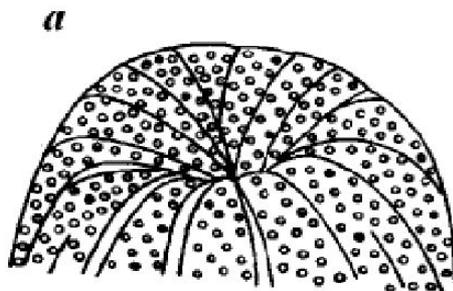




Типы ПРИ для вращательного бурения

Устройство алмазного долота

- корпус
- промывочное окно
- сектор
- резьба



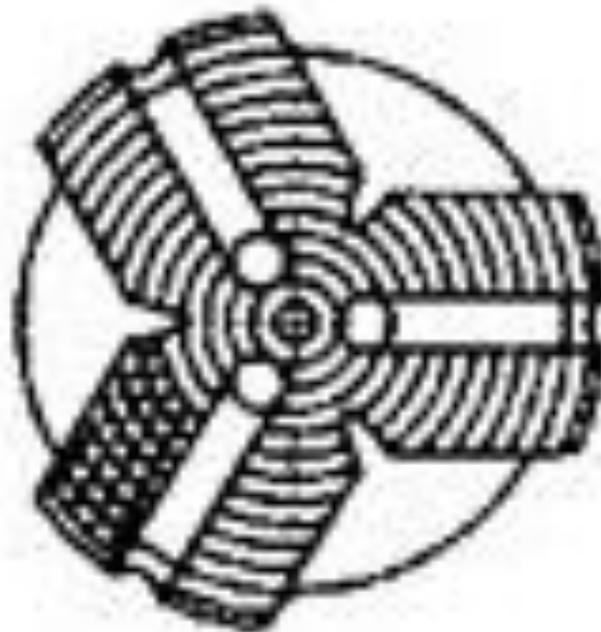
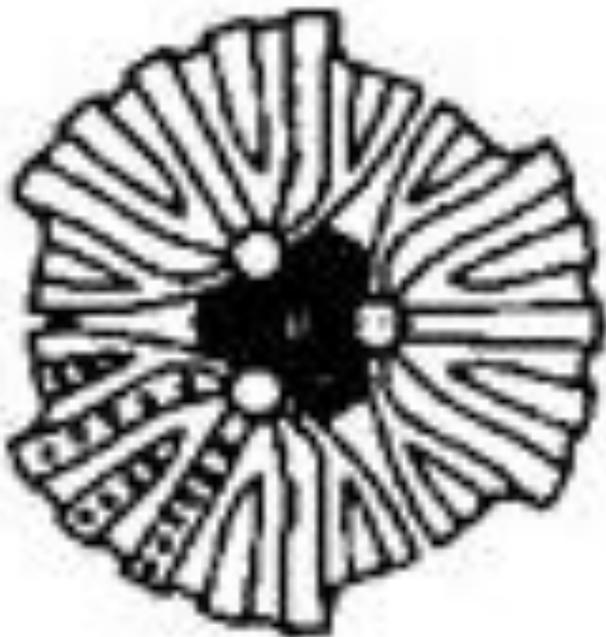


Типы ПРИ для вращательного бурения

Профиль алмазного долота

торцевое

секторное





Типы ПРИ для вращательного бурения

Породоразрушающие инструменты
ИСМ

долота

буровые
головки





Типы ПРИ для вращательного бурения

Породоразрушающие элементы

Славутич



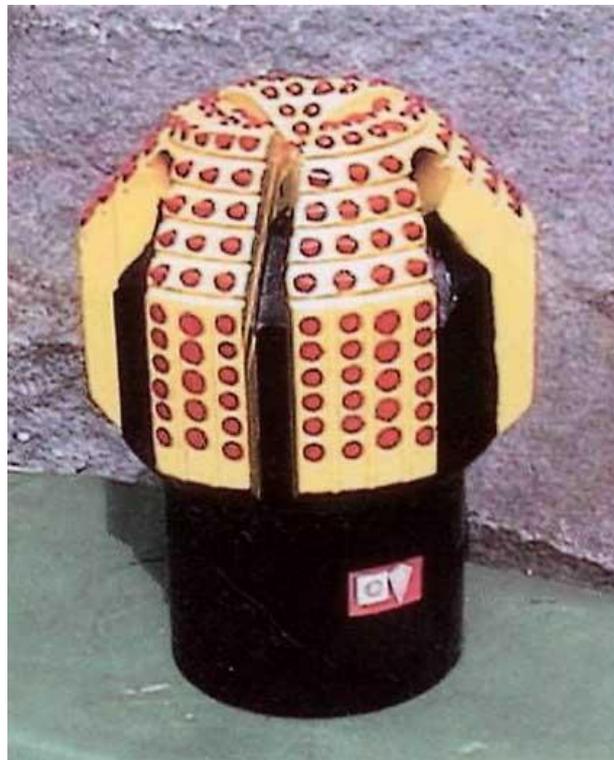
Сверхтвердый материал, разработанный ИСМ НАН Украины, уступает природным алмазам по износостойкости, но превосходит их по прочности. Изготавливается в виде штабиков или пластин любой формы.



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

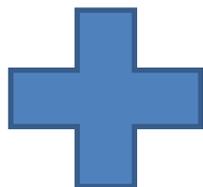
расширители





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.

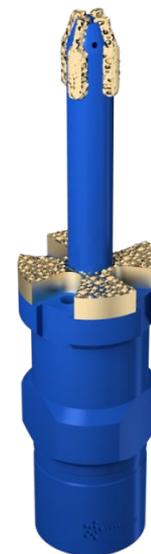
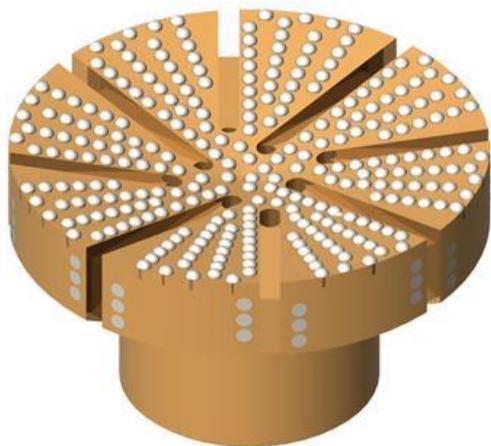




Типы ПРИ для вращательного бурения

Конструкция

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





Типы ПРИ для вращательного бурения

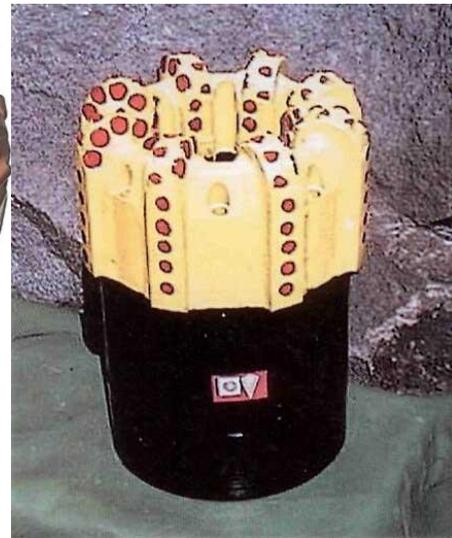
Буровые головки

шарошечные

лопастные/PDC

алмазные

ИСМ



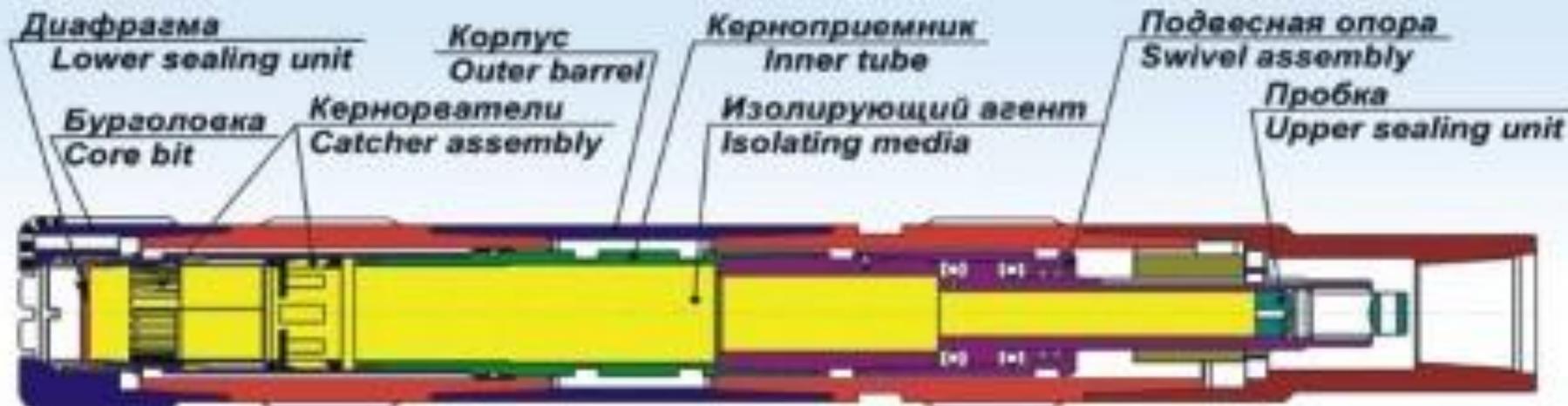


Типы ПРИ для вращательного бурения

Керноотборный снаряд

Для отбора
неизолированного
керна

Для отбора
изолированного
керна





Типы ПРИ для вращательного бурения

Керноотборный снаряд

Со съёмным
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

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

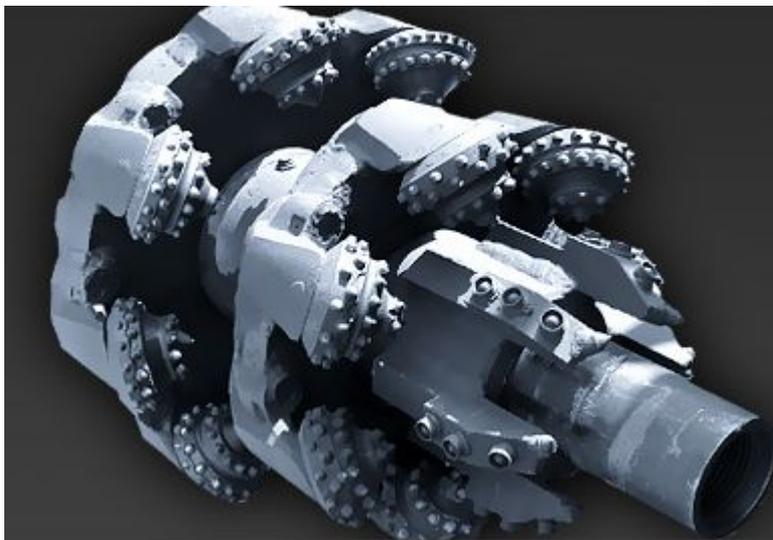
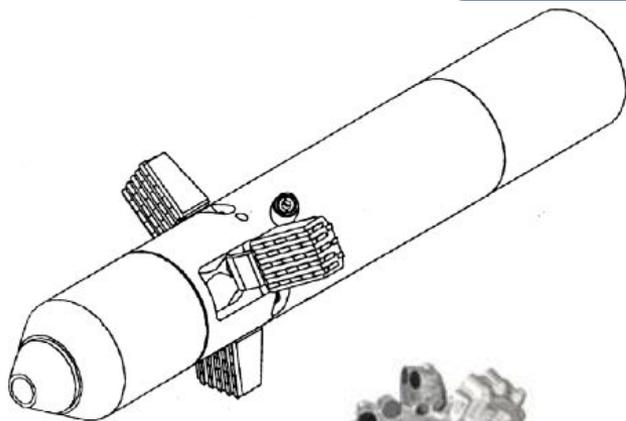
пикообразные
(П6Л)

расширитель-
калибратор
(РКЛ)



Типы ПРИ для вращательного бурения

Расширители





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. Шифры шарошечных долот по ГОСТ 20692-75.
17. Конструкция лопастного долота.
18. Типы корпусов лопастных долот.
19. Типы вооружения лопастных долот.
20. Конструкция долота PDC.



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?



Литература для самоподготовки

- Булатов А.И., Проселков Ю.М., Шаманов С.А. Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин, 2003 – **С. 618-652.**
- Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Бурение нефтяных и газовых скважин, 2002 – **С. 46-80.**
- Абубакиров В.Ф., Архангельский В.Л., Буримов Ю.Г., Малкин И.Г., Межлумов А. О., Мороз Е.П. Буровое оборудование, 2000, т.2 – **С. 3-85.**

Спасибо за внимание!!!