

A tall, lattice-structured drilling rig stands on a hillside. The rig is the central focus, extending from the bottom of the frame towards the top. It has several horizontal sections and a small platform near the top. The background shows a town with buildings and a road, surrounded by rolling hills and mountains under a cloudy sky. The overall scene is a mix of industrial and natural landscape.

*Лекция 4*

**Породоразрушающий  
инструмент  
для бурения глубоких  
скважин**

# Рассматриваемые вопросы

1. Классификация породоразрушающего инструмента для бурения глубоких скважин
2. Породоразрушающий инструмент для сплошного бурения
3. Породоразрушающий инструмент для отбора керна

# **Породаразрушающий инструмент это инструмент предназначенный для передачи энергии горной породе с целью ее разрушения**

**Породаразрушающий инструмент классифицируется по следующим признакам:**

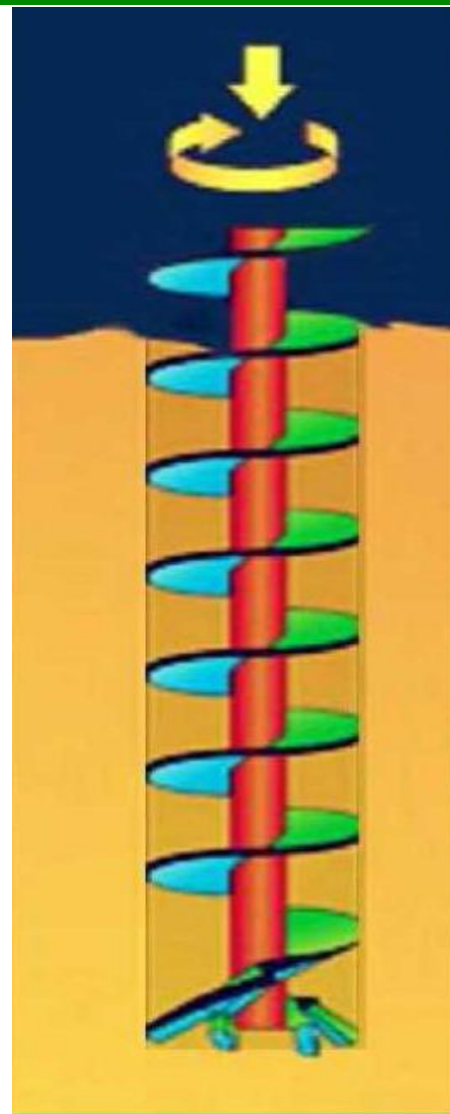
- по преобладающему механизму разрушения,**
- по назначению,**
- по конструкции,**
- по конструкции системы промывки.**

# По преобладающему механизму разрушения горной породы:

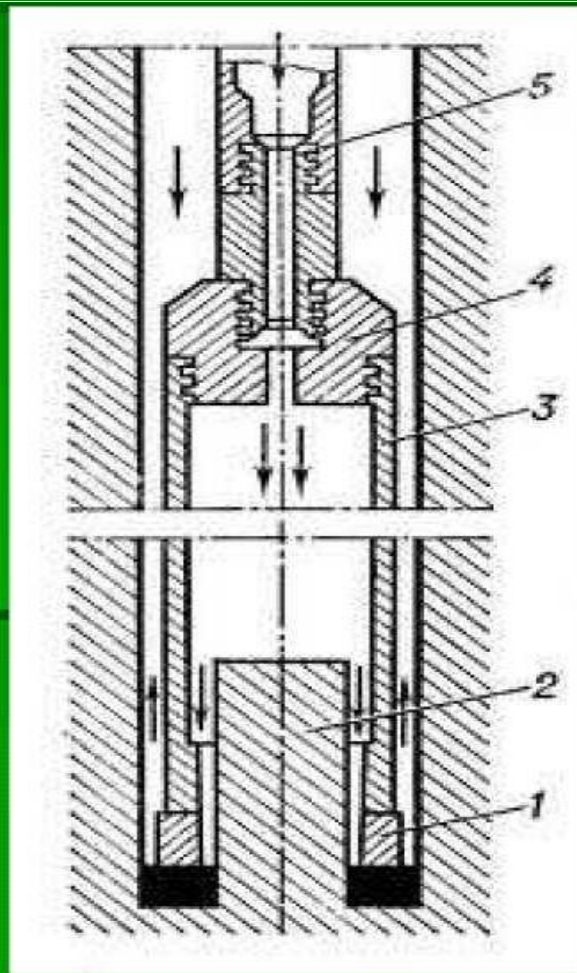
- ▶ режущего и режуще-скалывающего действия,
- ▶ скалывающего и дробяще-скалывающего,
- ▶ дробящего,
- ▶ истирающего действия.

# По назначению инструмент делится на :

□ инструмент для сплошного бурения (бурение без отбора керна);



# □ инструмент для бурения с отбором керна (колонковое бурение);



# □ инструмент (долота) специального назначения.

**Применяют для:**

- **разбуривания цементных стаканов в обсадных колоннах,**
- **искривления скважин,**
- **разрушения попавших на забой посторонних металлических предметов,**
- **расширения ствола скважины,**
- **выполнения различных вспомогательных работ**

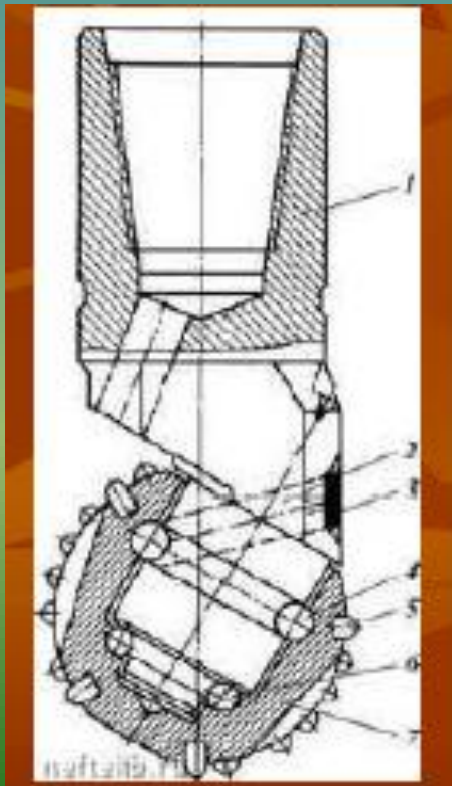
# По конструкции:

- ❖ *опорный (шарошечный)* имеет опору, на которой закреплена шарошка, независимо вращающаяся во время вращения долота по забою.
- ❖ *безопорный.* Имеет лопасти или матрицу, составляющие с корпусом одно целое



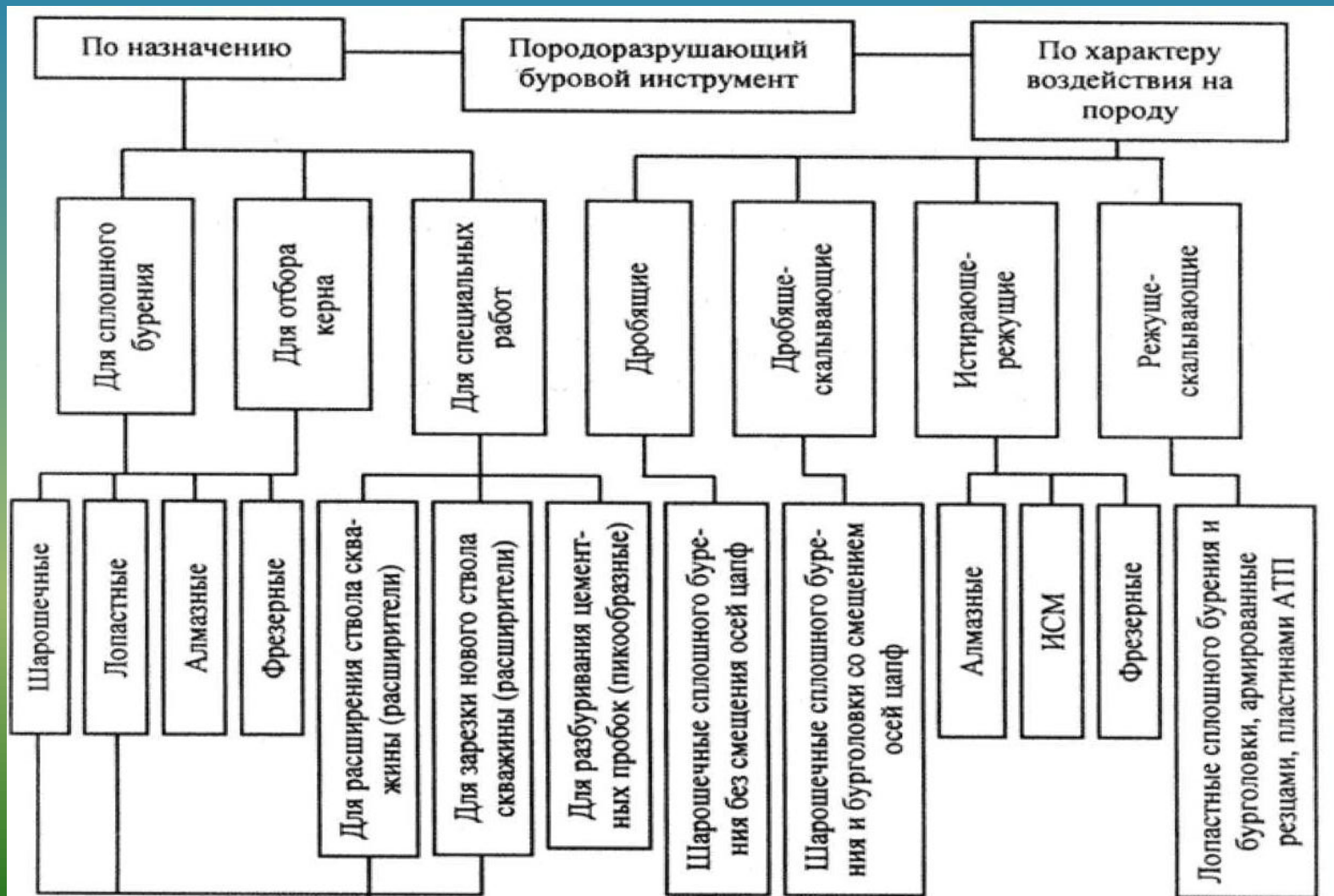
# По конструкции системы промывки

с центральной промывкой; →



с периферийной промывкой,

# Классификация породоразрушающего инструмента для бурения глубоких скважин



# Породоразрушающий инструмент для сплошного бурения

- *Долота лопастные*
- *Долота истирающе-режущие (ДИР)*
- *Долота шарошечные*
- *Долота алмазные*

# *Лопастные долота*

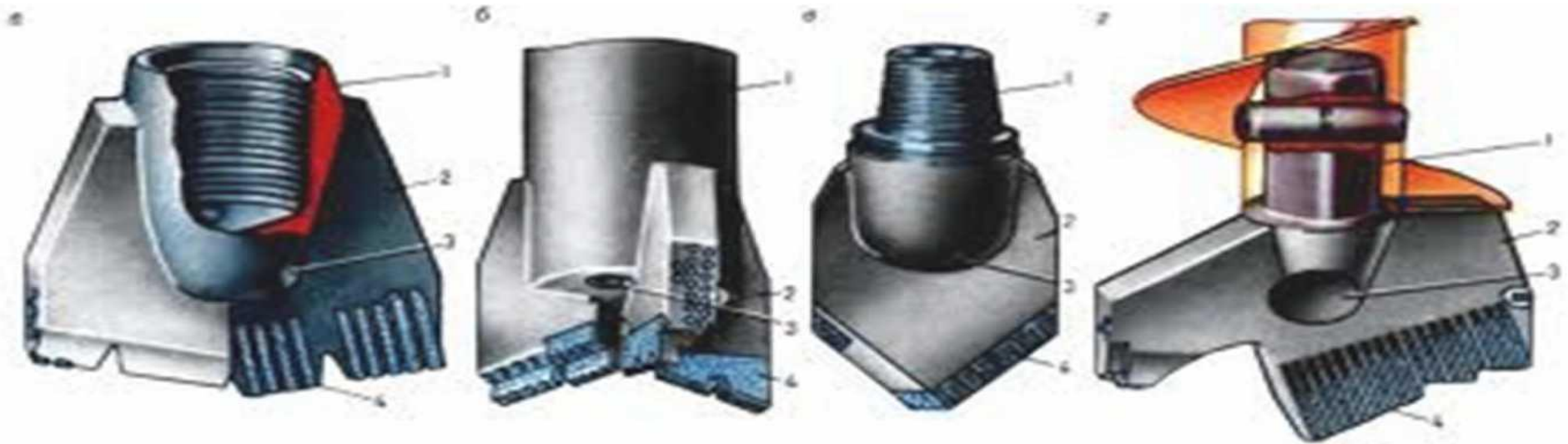
Относятся к инструменту режущего или режуще-скалывающего действия.

Предназначены для бурения в породах мягких и отчасти средней твердости.

Производят двух-, трех- и многолопастные долота:

- двухлопастные диаметрами от 76,0 до 165,1 мм
- трехлопастные - от 120,6 до 469,9 мм.

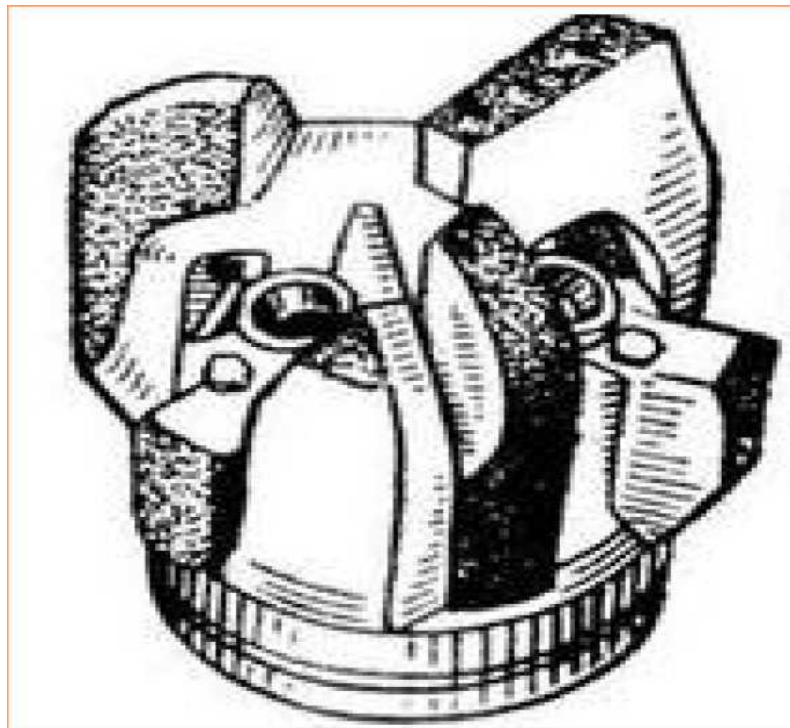
# Лопастные долота



**а - двухлопастное; б - трёхлопастное; в - пикообразное; г - шнековое;**

**1 - корпус; 2 - лопасть долота; 3 - промывочные каналы; 4 - армировка долот.**

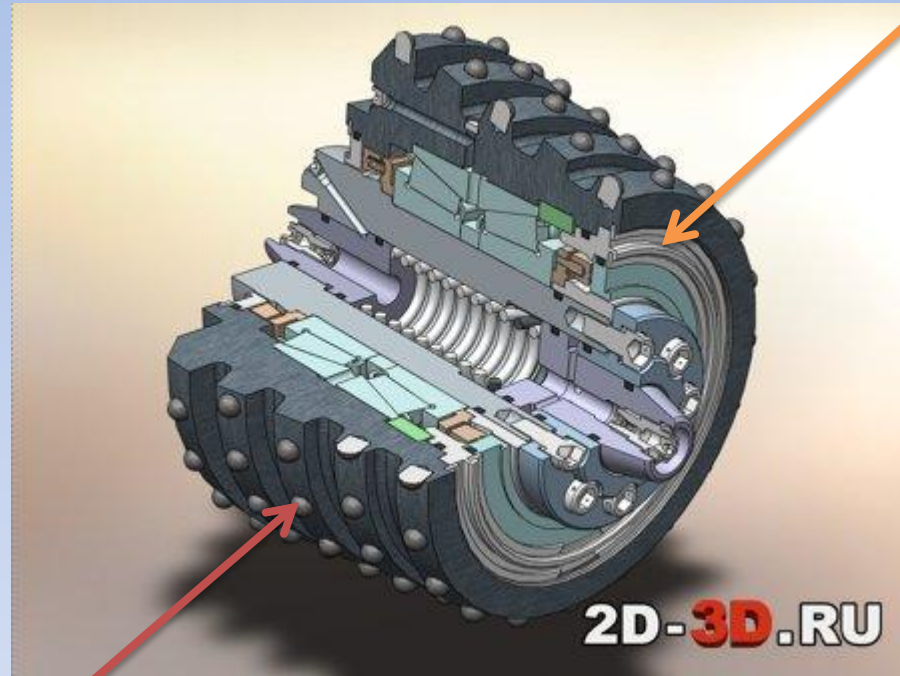
# *Долото истирающе-режущее типа «ИР»*





# Шарошечные долота

*Шарошечным* долотом называется породоразрушающий инструмент, у которого основным рабочим органом является шарошка.



Шарошка снабжена множеством породоразрушающих элементов, которые располагаются венцами.

**Шарошек в долоте может быть **несколько**.  
Венцы соседних шарошек расположены  
таким образом, что разрушают породу по  
всей поверхности**





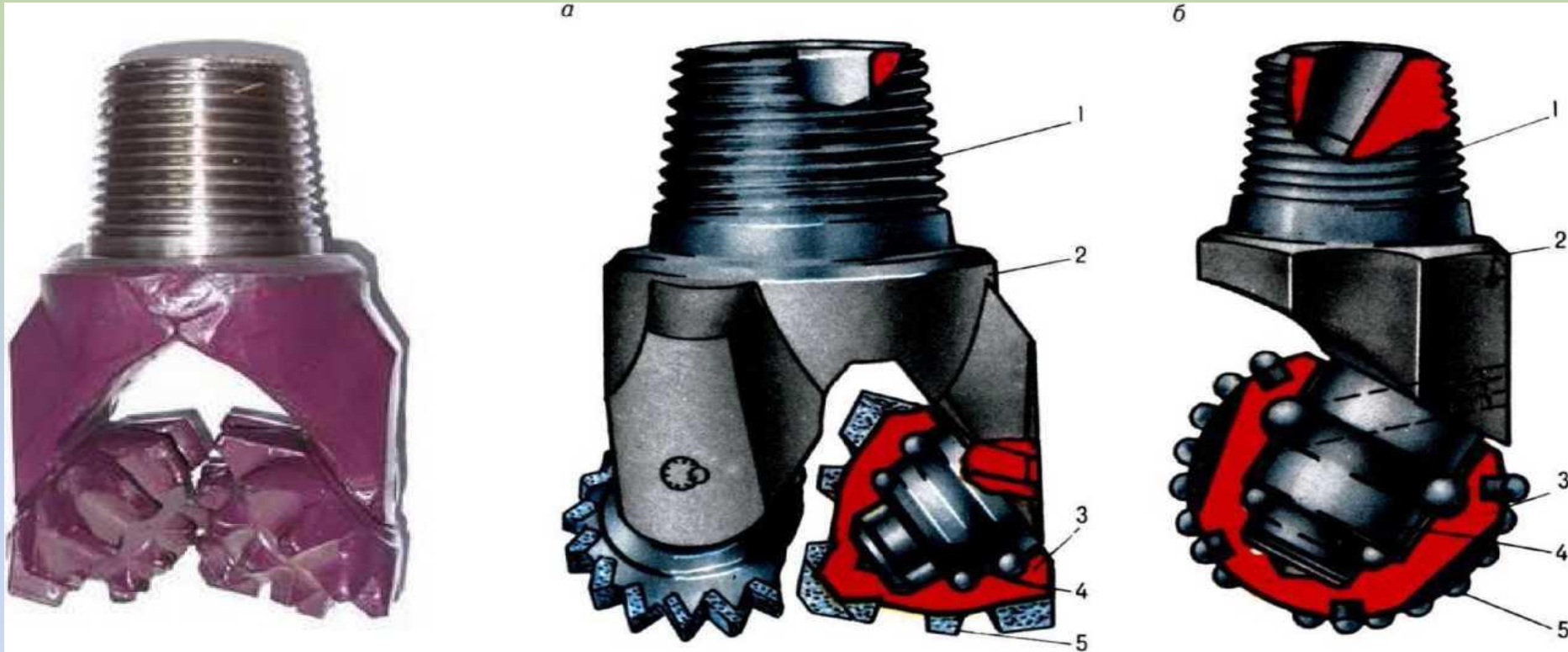
# Шарошечные долота

Наиболее распространены трехшарошечные долота; одно-и двухшарошечные долота производят в ограниченном количестве.



Изготавливают шарошечные долота 39 номинальных диаметров — от 46 до 508 мм

# Шарошечные долота

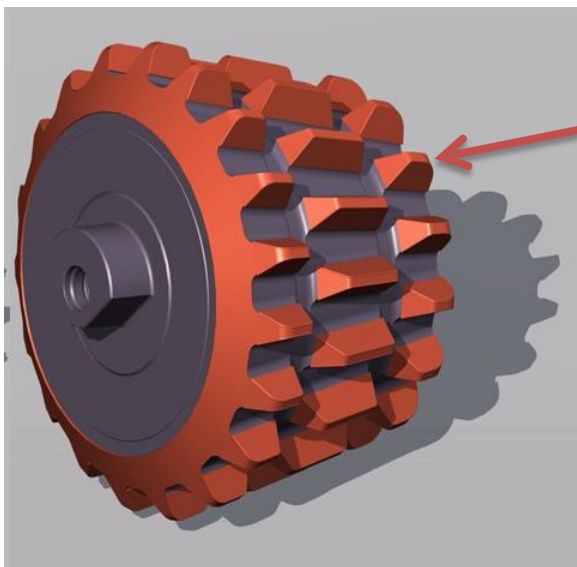


Двухшарошечное , а - трёхшарошечное; б -  
одношарошечное;

1 - наружная конусная соединительная резьба  
(ниппель); 2 -секция (лапа) долота; 3 - шарошки; 4 -  
опора долота; 5 - зубья шарошек.

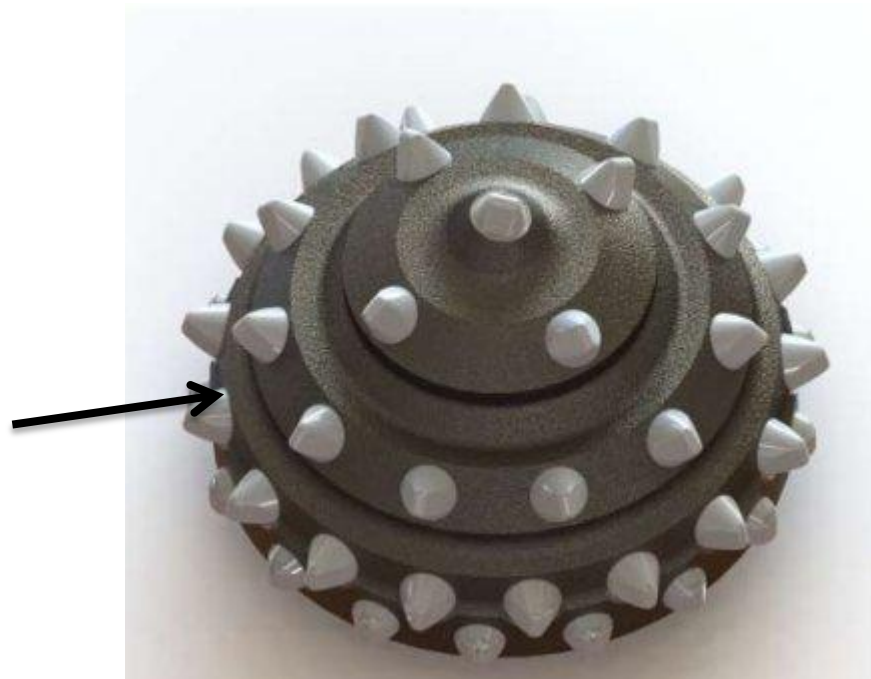
# Шарошечные долота

Применяют два способа оснащения шарошек породоразрушающими элементами:



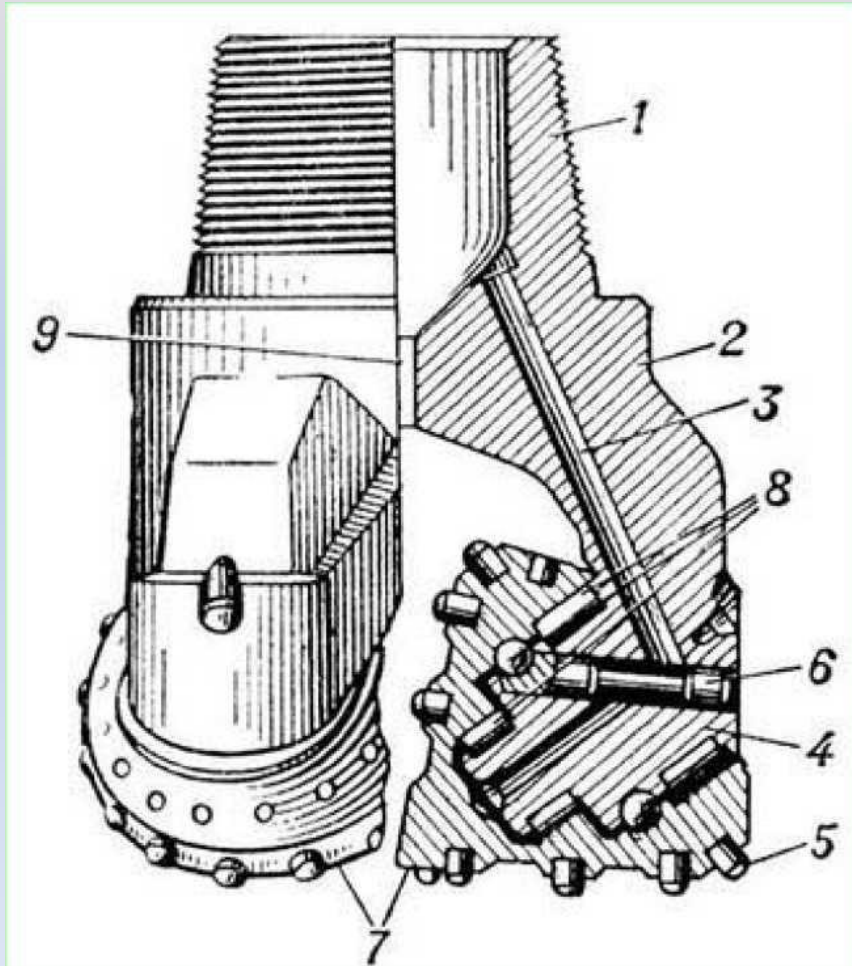
Фрезерование зубьев из тела шарошки с последующей наплавкой твердого сплава;

Установка твердосплавных зубков (штырей) в гнезда методом холодного прессования.



# Шарошечные долота

## Основные элементы шарошечного долота



1 - наружная конусная присоединительная резьба (ниппель);

2 - секция (лапа) долота;

3 - каналы в лапе и цапфе для продувки опоры;

4 - цапфа лапы;

5 - твердосплавные зубки с полусферической рабочей частью;

6 - замковый палец;

7 - шарошки;

8 - подшипники качения;

9 - центральный канал для продувки забоя и шарошек



# Классификация шарошечных долот

Тип	Области применения	Исполнение
<b>М</b>	Бурение мягких пород	С фрезерованными зубьями
<b>МЗ</b>	Бурение мягких абразивных пород	Со вставными зубками
<b>МС</b>	Бурение мягких пород с пропластками пород средней твердости	С фрезерованными зубьями
<b>МС З</b>	Бурение мягких абразивных пород с пропластками пород средней твердости	Со вставными зубками
<b>С</b>	Бурение пород средней твердости	С фрезерованными зубьями
<b>СЗ</b>	Бурение абразивных пород средней твердости	Со вставными зубками
<b>СТ</b>	Бурение пород средней твердости с пропластками твердых пород	С фрезерованными зубьями
<b>Т</b>	Бурение твердых пород	С фрезерованными зубьями
<b>ТЗ</b>	Бурение твердых абразивных пород	Со вставными зубками
<b>ТК</b>	Бурение твердых пород с пропластками крепких пород	С комбинированным вооружением
<b>ТКЗ</b>	Бурение твердых абразивных пород с пропластками крепких пород	Со вставными зубками
<b>К</b>	Бурение крепких пород	Со вставными зубками
<b>ОК</b>	Бурение очень крепких пород	Со вставными зубками

# Условные обозначения шарошечных долот и их расшифровка



Вид долота (количество шарошек): I, I, III

Тип промывки:

- Ц - центральная промывка,
- Г - боковая гидромониторная промывка,
- П - продувка.

Вид опоры шарошек:

- В - подшипники с телами качения,
- Н - один радиальный подшипник скольжения (остальные - подшипники с телами качения),
- НУ - один радиальный подшипник скольжения (остальные - подшипники с телами качения), маслonaполненная опора герметизирована,
- А - два и более подшипника скольжения,
- АУ - два и более подшипника скольжения, маслonaполненная опора герметизирована

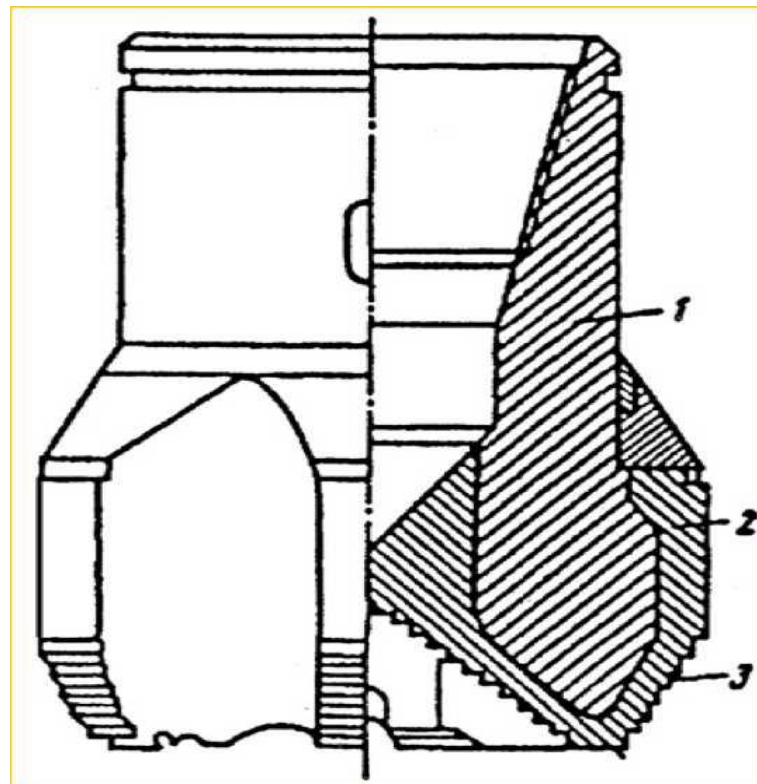
# Алмазные долота

Это породоразрушающий инструмент, у которого в качестве рабочих элементов используются алмазные зерна размером - от 2 до 15 зерен/кар.



**Конструктивно алмазное долото состоит из:**

- 1 - корпуса с соединительной резьбой,**
- 2 - твердой матрицы,**
- 3 - алмазных зерен.**



**Выпускают алмазные долота 28 размеров с номинальным диаметром от 91,4 до 391,3 мм**



Тип алмазного долота определяется формой торцевой части (**спиральная**, **радиальная**, **ступенчатая с торовидными выступами**) и конструкцией промывочных каналов.



**Радиальные**



**Ступенчатые**



**Спиральные**

# Изготовление алмазных долот

На изготовление алмазного долота диаметром 141,2 мм расходуется около 40-45 г алмазов, диаметром 188,9 мм 65-80 г, диаметром 214,3 мм - 80-90 г, диаметром 267,5 мм - около 130 г.

Исходным материалом для матрицы является вольфрам, карбид вольфрама и медь.

Исходный материал засыпают в пресс-форму на дне которой предварительно в определенном порядке расположены алмазы и проводят холодное прессование, а затем форму помещают в печь.

# 3 Породоразрушающий инструмент для отбора керна

Это породоразрушающий инструмент, который разрушает горную породу лишь по кольцевому забою и оставляет в центре нетронутый целик породы (**колонку**).

Бурение с применением такого породоразрушающего инструмента называется колонковым и предназначено для получения из скважины образцов горных пород (**керна**).



# Породоразрушающий инструмент для отбора керна делится на:

## 1. Бурильные головки

- Шарошечные бурильные головки
- Алмазные и твердосплавные бурильные головки

## 2. Коронки для колонкового бурения

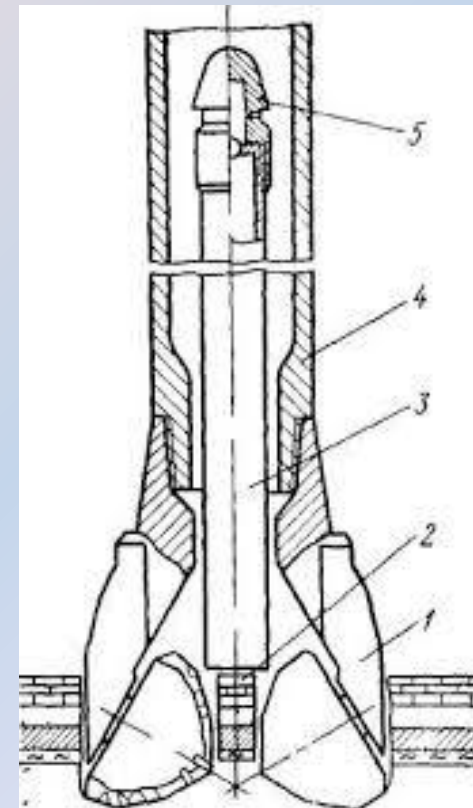
# Шарошечные бурильные головки

Применяются для получения и извлечения керна на поверхность.

Выпускаются двух типов:

1. со съемным кернопремником, который при помощи специального каната, маленькой вспомогательной лебедки и ловителя извлекают на поверхность без подъема труб.

2. с несъемным керноприемником (для подъема керна на поверхность приходится поднимать всю бурильную колонну)



# Шарошечные бурильные головки с несъемным кернопремником





# Обозначения шарошечных бурильных головок

**КС-187,3/40СТ**

**К-187,3/80СТ**

**К** - для керноприемных устройств без съёмного керноприемника;

**КС** - для керноприемных устройств со съёмным керноприемником;

**40** и **80** - диаметр керна, мм;

**СТ** - тип разбуриваемых пород (**МСЗ** - для отбора керна мягких малообразивных пород с пропластками пород средней твердости; **СЗ** - для отбора керна пород средней твердости; **СТ** - для отбора керна пород средней твердости с пропластками твердых пород; **ТКЗ** - для отбора керна **твердых абразивных с прослоями крепких пород**).

# Алмазные и твердосплавные бурильные головки





# Обозначения алмазных и твердосплавные бурильные головки

## КАП133,3/67МС

Первая буква обозначения "К" указывает на вид инструмента и его назначение для бурения с отбором керна.

Вторая, третья, четвертая буквы указывает на конструктивные особенности и способ армирования рабочей части инструмента:

Р - мелкие торовидные выступы на торцевой рабочей поверхности;

К - крупные торовидные выступы на торцевой рабочей поверхности;

Т - ступенчатая форма торцевой поверхности;

И - импрегнированный способ армирования;

АП - армирование алмазно-твердосплавными пластинами;

С - армирование алмазами в виде трехгранных призм в бурильных головках;

В - долото зарезное;

С - алмазы синтетические;

Ф - долото фрезерное.

# Обозначения алмазных и твердосплавные бурильные головки

## КАП133,3/67МС

Цифры обозначают номинальные наружный и внутренний диаметры бурильной головки (в мм);

Буквы после размера указывают назначение головки по типу разбуриваемых горных пород:

М - для бурения мягких пород;

МС - для бурения мягких пород с пропластками пород средней твердости;

С - для бурения пород средней твердости;

СТ - для бурения пород средней твердости с пропластками твердых;

Т - для бурения твердых пород.

# Коронки для колонкового бурения

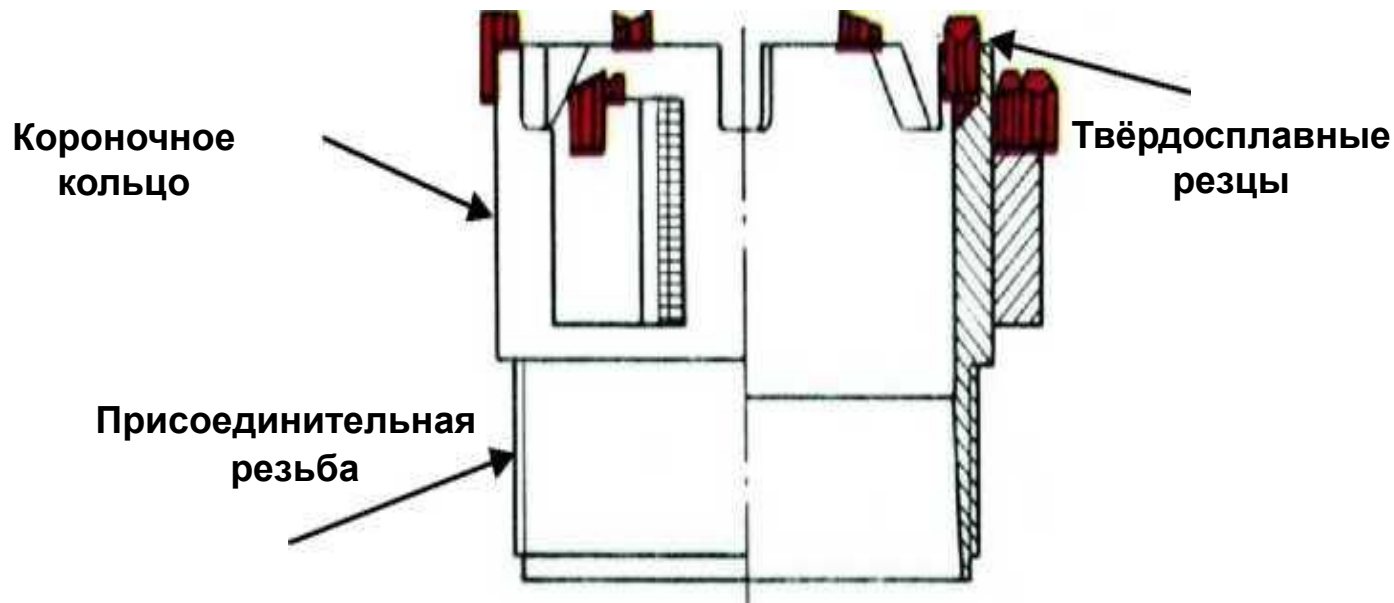
Коронка это породоразрушающий инструмент представляющий собой короночное кольцо, армированное резцами из твердых сплавов (*твердосплавные коронки*) или алмазными зернами (*алмазные коронки*).



# Твердосплавные коронки

Предназначены для бурения осадочных и некоторых метаморфических и изверженных пород, относящихся к I-VII категориям по буримости. Кроме того, твердосплавными коронками успешно бурятся бескварцевые породы VIII, IX категорий

Форма и размеры твердосплавных резцов зависят от физико-механических свойств буримых пород.



## По форме твездосплавные резы делятся на:

- **восьмигранные резцы,**
- **прямоугольные пластинчатые резцы,**
- **прямоугольные резцы квадратного сечения,**
- **тонко пластинчатые резцы,**
- **пластинчатые резцы с переменным по высоте сечением**
- **круглые**



По назначению резцы твердосплавных коронок подразделяются на **основные** и **подрезные**.

**Основные** резцы выпускаются под торец корпуса короночного кольца, а также выступают за наружную и внутреннюю боковые поверхности, перекрывая поперечное сечение торца коронки. Выпуск резцов на сторону делается для образования при бурении кольцевых зазоров между керном и колонковой трубой, а также между колонковой трубой и стенками скважины, необходимых для нормальной циркуляции промывочной жидкости и выноса шлама



***Твердосплавная коронка с основными резцами***

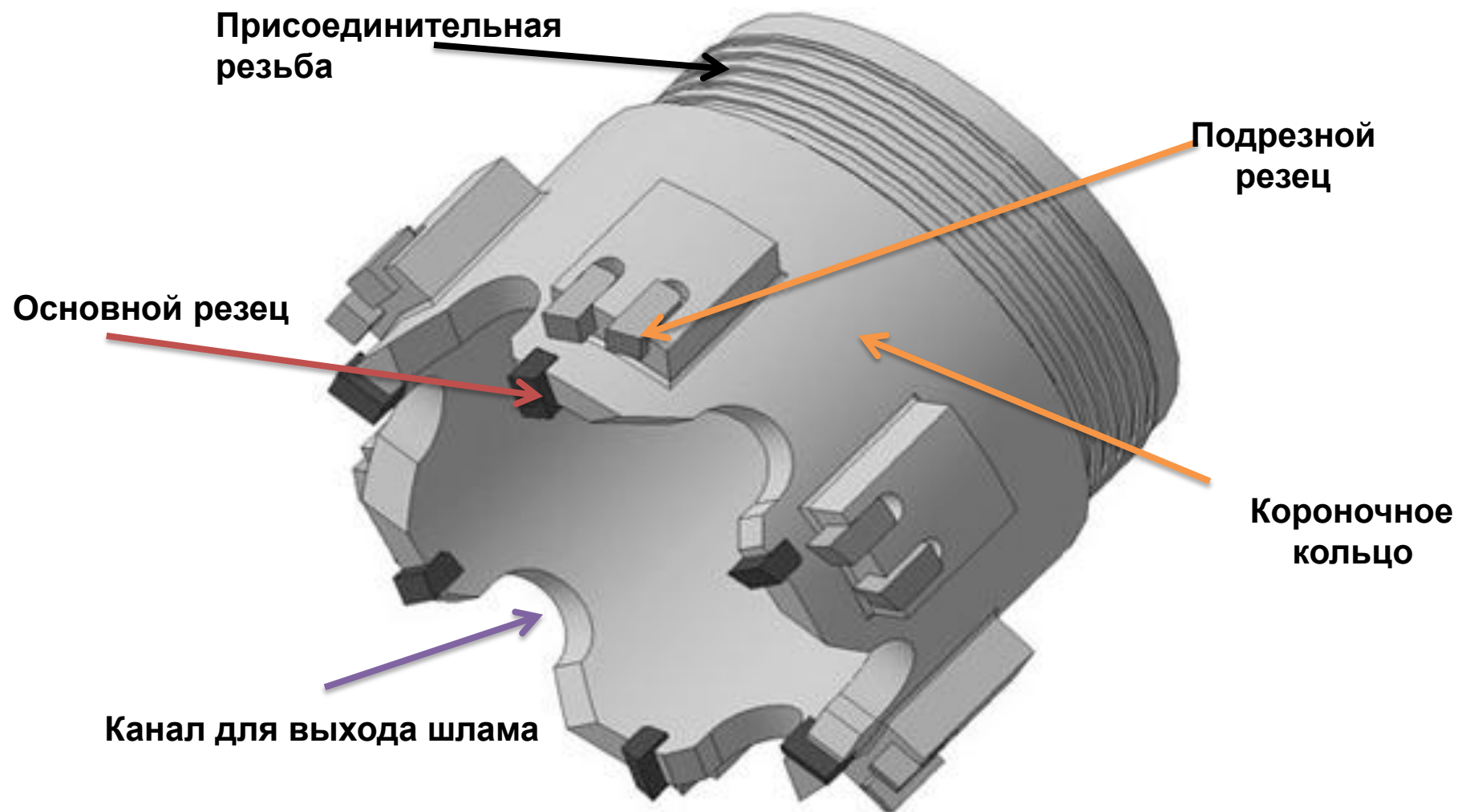
***Подрезными*** резцами дополнительно укрепляются наружная и внутренняя поверхности корпуса коронки при бурении абразивных пород для предупреждения быстрого износа коронки на конус и обеспечения калибровки скважины.

Резцы в коронке могут быть расположены параллельно к оси вращения коронки или наклонно к ней (в направлении вращения коронки или против направления вращения).

Для уменьшения гидравлических потерь при движении промывочной жидкости на боковой поверхности короночного кольца и нижней части его корпуса вырезаются промывочные каналы.



# Твердосплавная коронка с основными и подрезными резцами



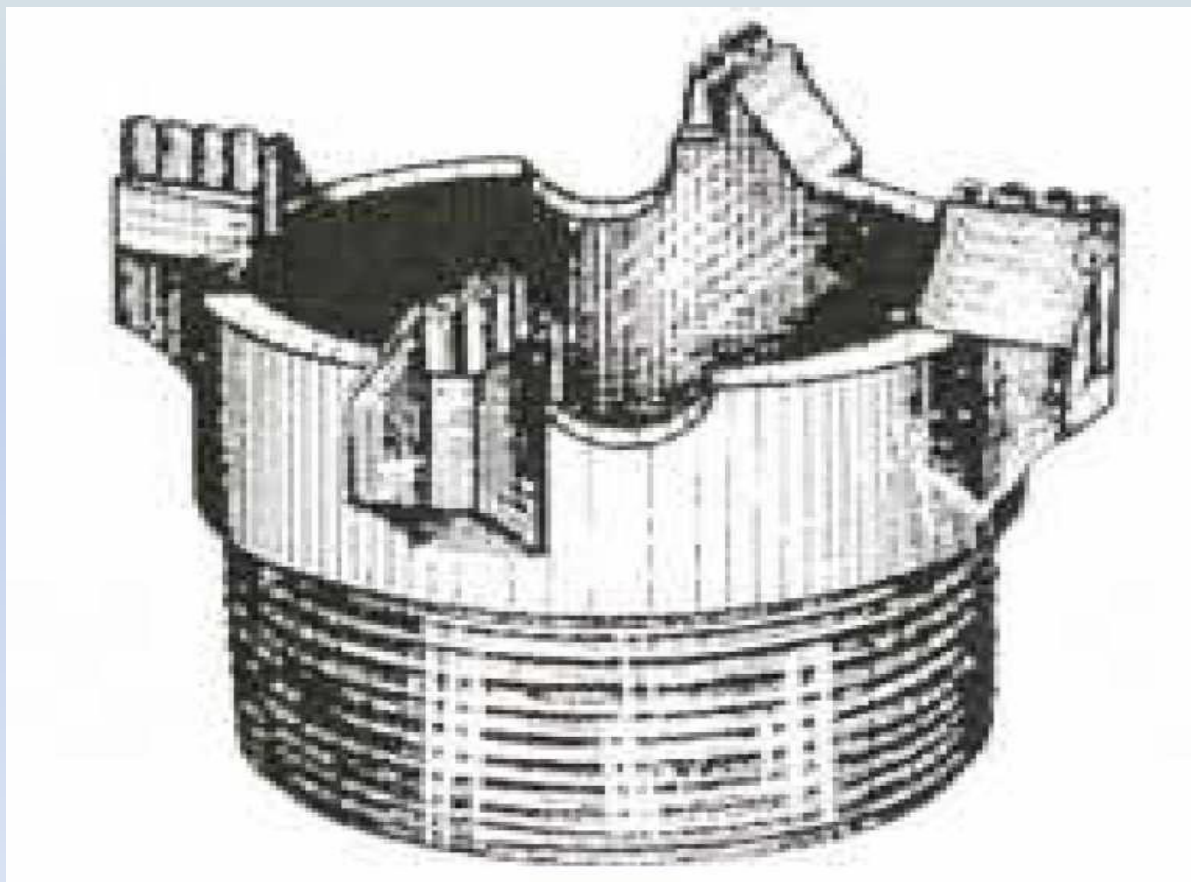
## По форме коронки делятся на:

***Ребристые***, применяются для бурения мягких, неоднородных по твердости, а также вязких набухающих в промывочной жидкости пород.

К боковой поверхности таких коронок приварены 3-4 ребра, армированные твердосплавными резцами.

Ребра создают увеличенный зазор между колонковой трубой и стенками скважины, обеспечивая свободный проход промывочной жидкости.

# ***Ребристая твердосплавная коронка типа М***



***Мелкорезцовые коронки*** предназначены для бурения малоабразивных монолитных и перемежающихся или трещиноватых горных пород IV-VIII категорий по буримости (аргиллиты, алевролиты, глинистые и филлитовые сланцы, доломиты, известняки, базальты и др.).

Коронки армируются пустотелыми восьмигранными резцами. В качестве подрезных резцов используются вставки, имеющие форму четырехгранной призмы.

# ***Мелкорезцовые твердосплавные коронки типа СМ***



***Мелкорезцовые коронки с ориентированно вставленными резцами типа СТ***  
**предназначены для бурения малоабразивных трещиноватых и перемежающихся пород IV-VI категорий по буримости (известняки, доломиты, сланцы с твердыми включениями и т. д.).**

# *Мелкорезцовая коронка с ориентированно вставленными резцами типа СТ*





# ***Самозатачивающиеся коронки типа СА***

**Применяются для бурения абразивных пород VI— VIII, а иногда IX категорий по буримости. Характерной особенностью таких коронок является применение рабочих элементов, состоящих из твердосплавных резцов и опорных пластин с небольшой площадью поперечного сечения, что обеспечивает самозатачивание резцов при истирании опорных пластин.**

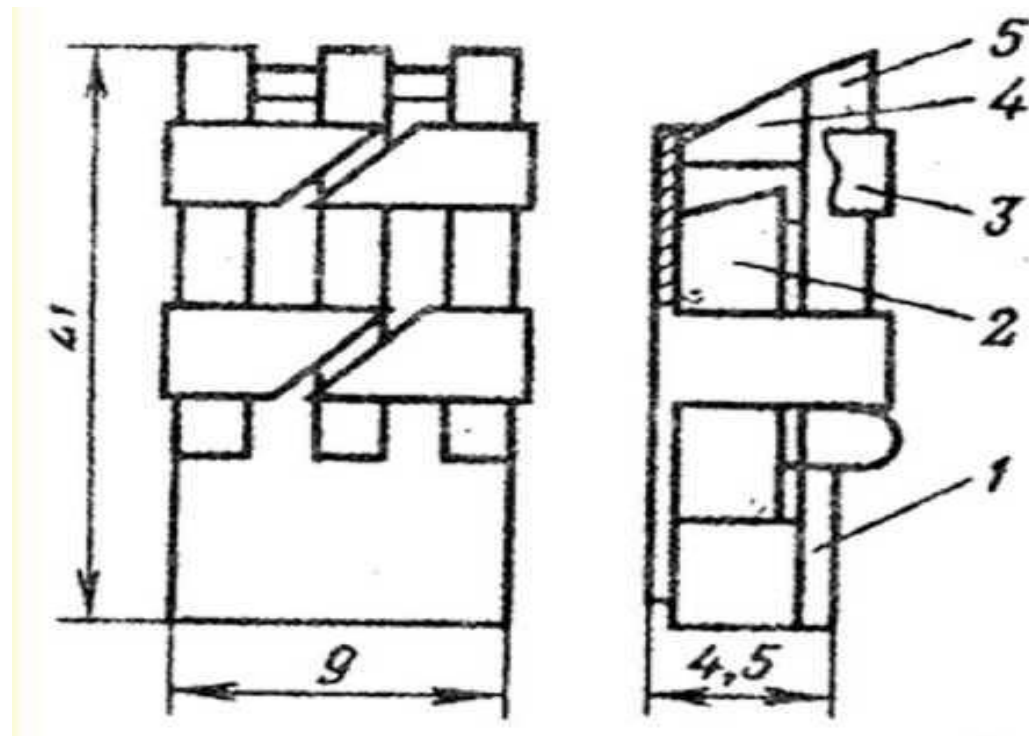
# Принцип самозатачивания коронки

Он заложен в конструктивном исполнении вставки резца твердого сплава.

Режущая вставка состоит из мягкой опорной пластины 4 к которой крепятся твердосплавные основные резцы 5 с помощью мягкой ленты 3.

При бурении мягкая опорная пластина изнашивается быстрее обнажая твердосплавные резцы

- 1 - установочная пластина;
- 2 - подрезные резцы;
- 3 - оберточная мягкая лента;
- 4 - опорная пластина;
- 5 - основные резцы.



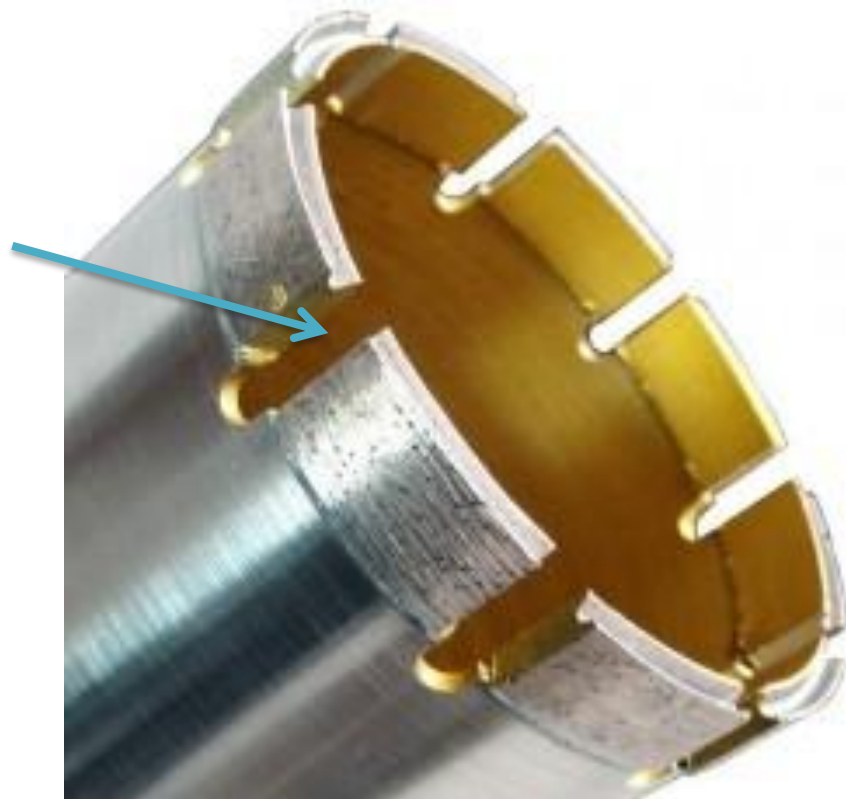
# ***Самозатачивающиеся коронки типа СА***



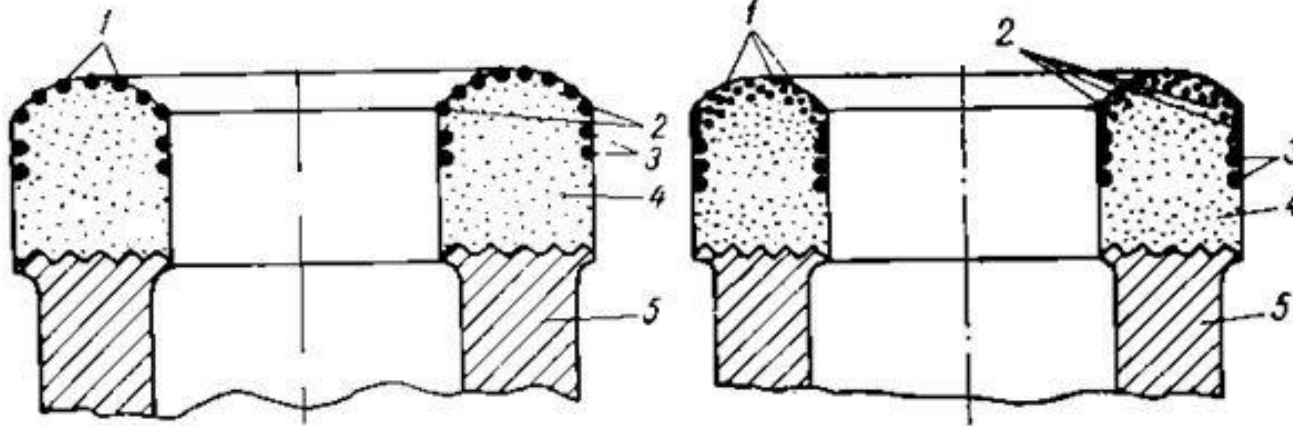
# Алмазные коронки

**Алмазная коронка** представляет собой короночное кольцо, к торцу которого прикреплена алмазосодержащая матрица с рассредоточенными в ней мелкими зернами алмазов.

На торцевой и боковых поверхностях матриц имеются от 2 до 8 промывочных каналов (в зависимости от назначения и диаметра коронки).

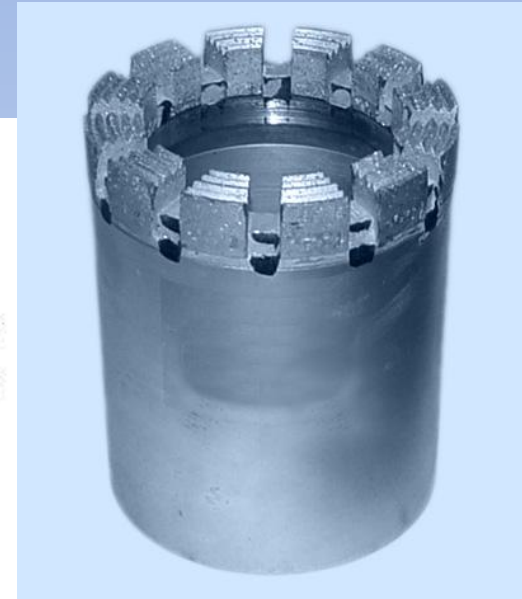


# Схемы конструкций алмазных коронок



**а**

**б**



**в**

**а - однослойные, б - многослойные, в – импрегнированные (коронки с плоской торцевой частью).**

**1 - объемные алмазы, 2 - подрезные алмазы, 3 – матрица, 4 - корпус коронки, 5 - матрица, насыщенная мелкими алмазами.**

## **4 Породоразрушающий инструмент для специальных работ**

**К породоразрушающему инструменту  
специального назначения относятся:**

- вспомогательный (расширители,  
калибраторы),**
- долота для прохода цементных  
пробок.**



**Калибраторы и расширители** предназначены - для выравнивания стенок скважины до номинального диаметра и калибровки ее ствола.



Шарошечные



Лопастные



PDC



# Долота для прохода цементных пробок

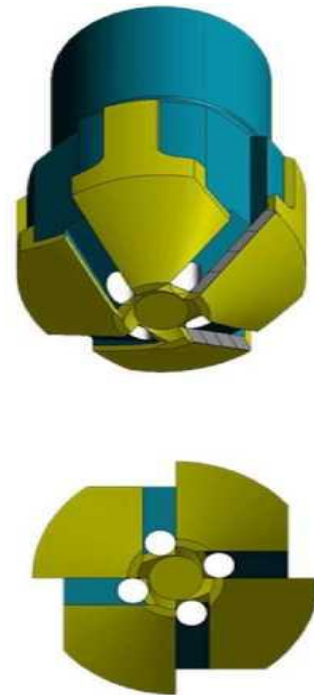
предназначены для разбуривания оснастки хвостовиков, цементных мостов, песчаных пробок и прочих операций в обсаженном стволе скважины.



**PDC**



**Лопастное**



**Долото-фрезер**