

# Строительство нефтяных и газовых скважин

*Технология разрушения горной породы в процессе проходки ствола скважины.*

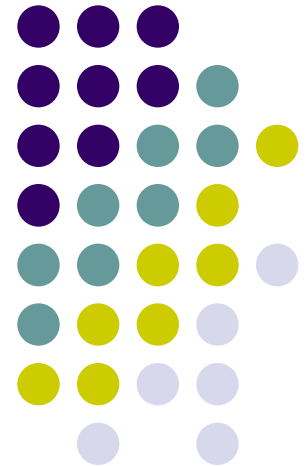
*Основные свойства горных пород и методы их определения.*

*Классификация горных пород.*

*Методы разрушения горных пород.*

*Породоразрушающий инструмент.*

*Классификация, назначение.*



к.т.н., доцент Берова Инна Григорьевна

# Породоразрушающий инструмент



Предназначен для формирования ствола скважины путем разрушения горной породы.

Эффективность разрушения горной породы (РГП) зависит от ее механических свойств и характера воздействия породоразрушающего инструмента.

*Классифицируется по:*

- назначению:
  - для сплошного бурения (долота);
  - для отбора керна (бурильные головки, колонковое долото);
  - для специальных работ (калибраторы, расширители и т.д)
- механизму разрушения горной породы:
  - дробяще-скалывающий (шарошечные);
  - режуще-скалывающий (лопастные, PDC, ДАП);
  - режуще- истирающий (алмазные, ИСМ)



По конструкции:

***Опорные*** (шарошечные долота)

На опоре закреплена шарошка - вращающаяся относительно корпуса часть долота, оснащенная вооружением.

***Безопорные*** (лопастные, алмазные, ИСМ, PDC)

Долото не имеет вращающихся частей

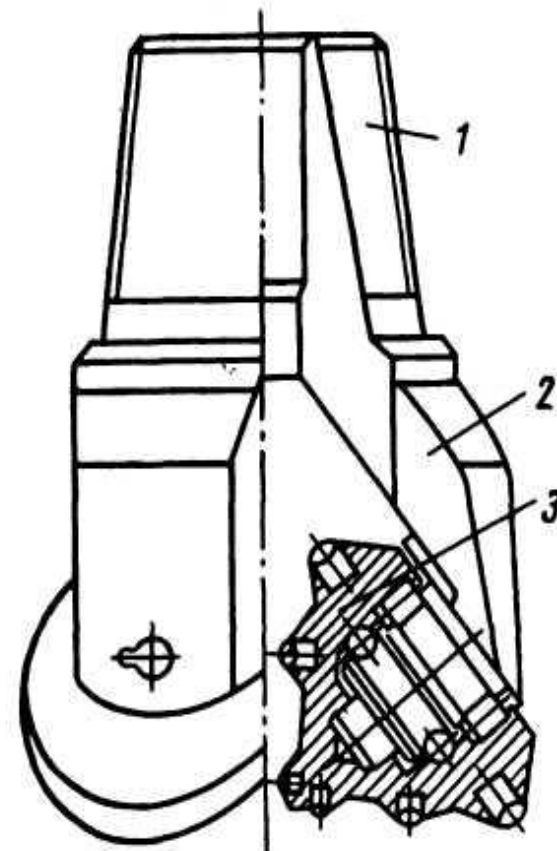
# Долота дробяще-скалывающего действия



В соответствии с ГОСТ 20692–75 шарошечные долота выпускаются 39 различных номинальных диаметров – от 46 до 508 мм.

Изобретено шарошечное долото в 1909 г. Юзом (США).

Изготавливаются в России по: ГОСТ 20692 – 75 (принятый ещё в СССР); ОСТ 26 – 02 – 1315 – 84 – Министерство нефтяного машиностроения и Министерство нефтяной промышленности; ТУ – 3664 – 874 – 057499180 – 98 - лицензия фирмы “DRESSER” (“R” в шифре – порядковый номер сборки). Размерный ряд включает 39 значений диаметров от 46 мм до 508 мм, 13 типов вооружения (М, МЗ, МС, МСЗ, С, СЗ, СТ, Т, ТЗ, ТК, ТКЗ, К, ОК).



## Шарошечное долото:

- 1 - корпус с резьбовой головкой;
- 2 – лапа с опорой;
- 3 – шарошка.

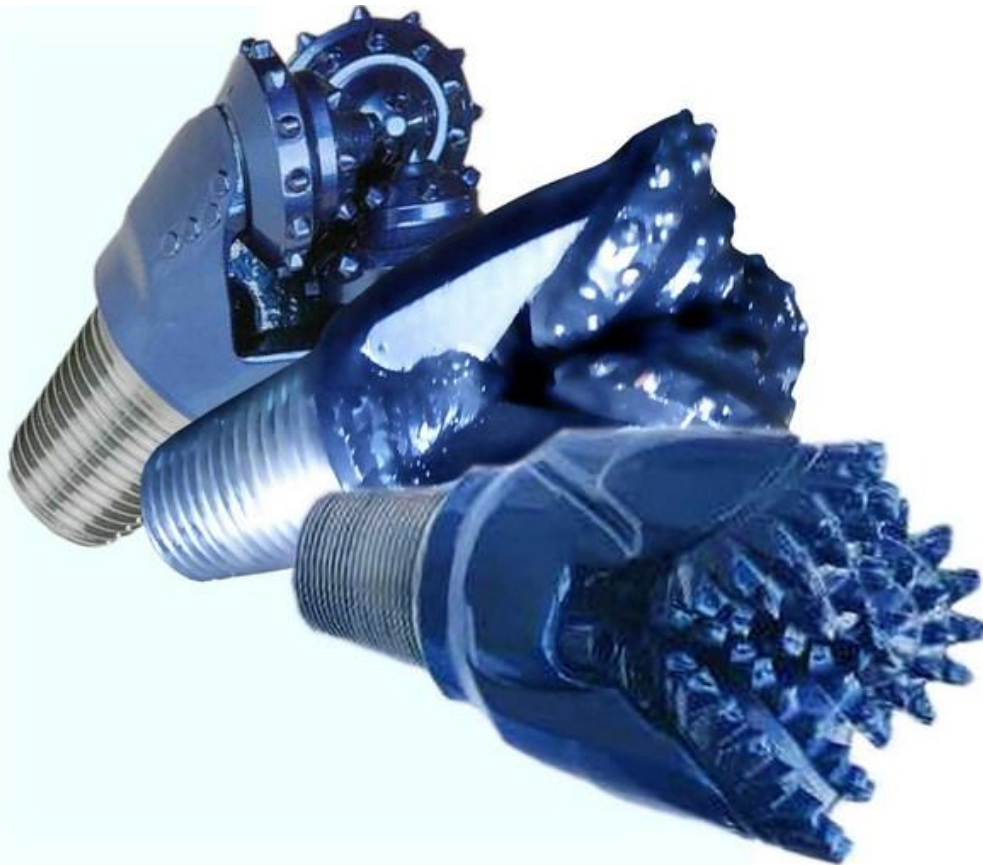
# Шарошечные долота



Существует 5 вариантов изготовления шарошечных долот:

## 1. Корпус

- корпусные, диаметром более 393,7 мм;
- секционные – диаметром менее 393,7 мм.



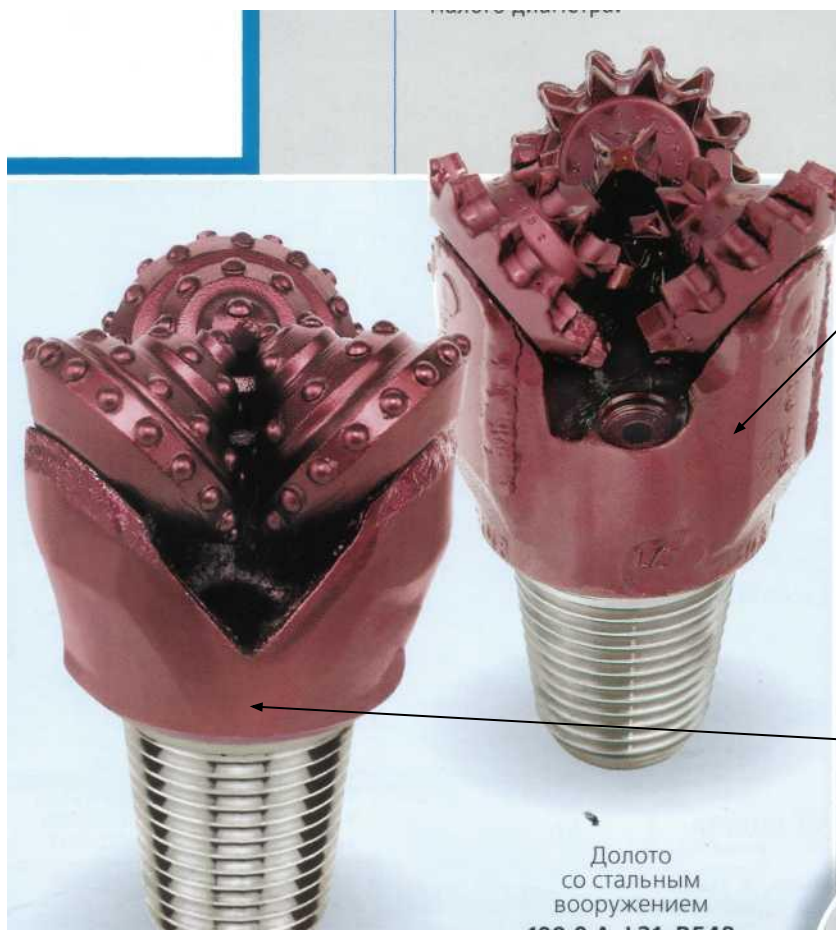
# Шарошечные долота



2. **Вооружение шарошек** - совокупность элементов, непосредственно разрушающих породу.

Тип вооружения: • *зубья*; • *зубки (штыри)*; • *комбинированное*

Количество шарошек: 1, 2, 3.



Долото со стальным вооружением и боковой гидромониторной промывкой

Долото с твердосплавным вооружением и центральной промывкой

Долото со стальным вооружением

100 0 1 131 0510

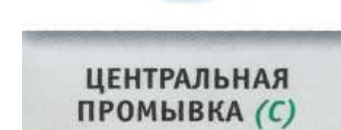
## Типы шарошечных долот и области их применения (ГОСТ 20692-75)

Общая характеристика горной породы	Характеристика механических свойств	Шифр долота	Исполнение вооружения шарошки
Мягкие породы	Неабразивные рыхлые, пластичные (слабые супеси, наносы, пластичные глины, мягкие известняки и т.д.)	М	Фрезерованные зубья
	Абразивные слабосцементированные (слабые песчаники, суглинки, мергели и т.п.)	МЗ	Вставные зубки
Мягкие породы с пропластками пород средней твердости	Неабразивные породы (каменная соль с пропластками ангидритов, тонко переслаивающиеся глины с пропластками слабых песчаников и т.п.)	МС	Фрезерованные зубья
	Абразивные слабосцементированные породы (с пропластками песчаников, сланцы мягкие с пропластками сланцев средней твердости и т.п.).	МСЗ	Вставные зубки
Средние породы	Неабразивные пластичные и хрупкопластичные породы (известняки средней твердости, слабые доломиты, плотные глины и т.п.)	С	Фрезерованные зубья
	Абразивные породы средней твердости (песчаники, алевролиты и т.п.)	СЗ	Вставные зубки
Средние с пропластками твердых	Неабразивные хрупкопластичные породы средней твердости с пропластками твердых (переслаивающиеся известняки, гипсы, доломиты, аргиллиты и т.п.)	СТ	Фрезерованные зубья
Твердые породы	Неабразивные твердые породы (аргиллиты, доломиты, твердые известняки и т.п.)	Т	Фрезерованные зубья
	Абразивные твердые породы (крепкие песчаники, окварцованные известняки, доломиты и т.п.)	ТЗ	Вставные зубки
Твердые с пропластками крепких	Неабразивные твердые породы с пропластками крепких (переслаивающиеся твердые известняки, доломиты, ангидриты и т.п.)	ТК	Комбинированное вооружение
	Абразивные твердые породы с пропластками крепких (мелкозернистые песчаники, кремнистые аргиллиты и т.п.)	ТКЗ	Вставные зубки
Крепкие породы	Крепкие породы (окремненные разновидности известняков, доломитов, кварциты, изверженные крепкие породы)	К	Вставные зубки
Очень крепкие породы	Скальные магматические породы (граниты, гнейсы, диабазы и т.п.)	ОК	Вставные зубки

# Шарошечные долота

## 3. Характер промывочных Отверстий

- Г – боковая гидромониторная промывка;
- Ц - центральная промывка;
- П – центральная продувка;
- ШГ – боковая гидромониторная продувка



## 4. Опоры шарошек

- А - опоры шарошек на концевых и периферийном подшипниках скольжения и одном подшипнике качения (<90 об/мин);
- Н - опоры шарошек на концевых подшипниках скольжения и двух подшипниках качения (250 – 450 об/мин);
- В - опоры шарошек на подшипниках качения (> 450 об/мин).

## 5. Наличие системы смазки опоры долота

- У - конструкция долота с герметизированными маслonaполненными опорой

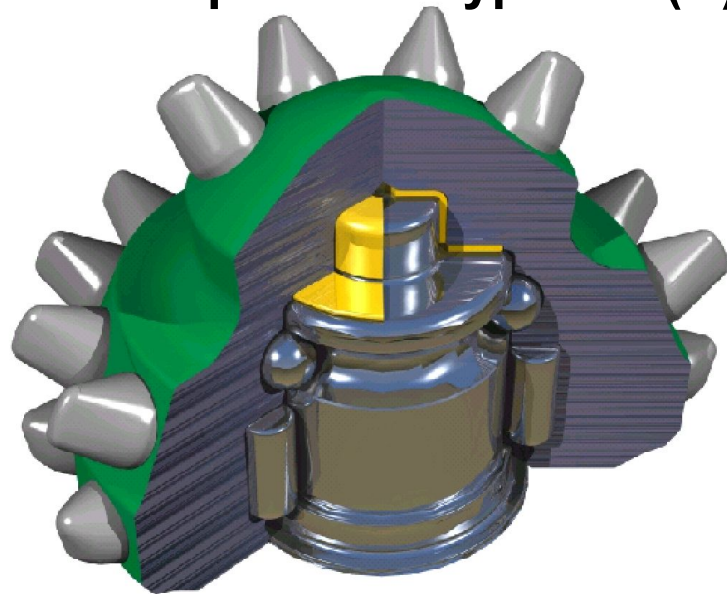


# Опоры шарошек

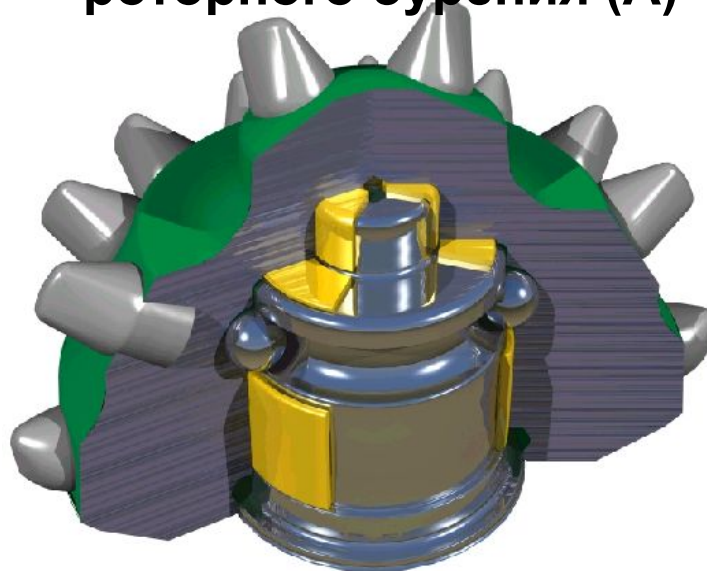
## Герметизированная опора качения (В)

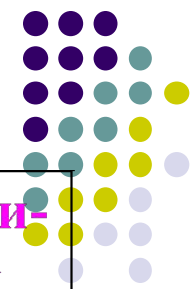


Герметизированная опора для низкооборотного бурения (Н)



Герметизированная опора для роторного бурения (А)





## ШИФРЫ УСЛОВНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ДОЛОТ

Число шарошек	Диаметр долота, мм	Тип долота	Система промывки	Вид опор	Герметизация опор
III	190,5	МЗ	Г	А	У
III	215,9	ТКЗ	Г	Н	У
III	215,9	С	Г	Н	-
III	269,9	М	Г	В	-
III	295,3	Т	Ц	В	-

\* Тип долота определяет конструкцию вооружения шарошек

*III 215,9 ТКЗ-ГНУ* - трехшарошечное долото диаметром 215,9 мм для бурения твердых абразивных пород с про-пластками крепких; боковая гидромониторная промывка; опоры шарошек на концевых подшипниках скольжения и двух подшипниках качения, с герметизацией и смазкой

# Безопорные долота



- *Лопастные:*
- *Матричные*



Долото PDC с алмазосодержащими композиционными вставками диаметром 215,9 мм для бурения мягких с пропластками средней твердости пород (количество лопастей – 5, количество промывочных узлов - 7)

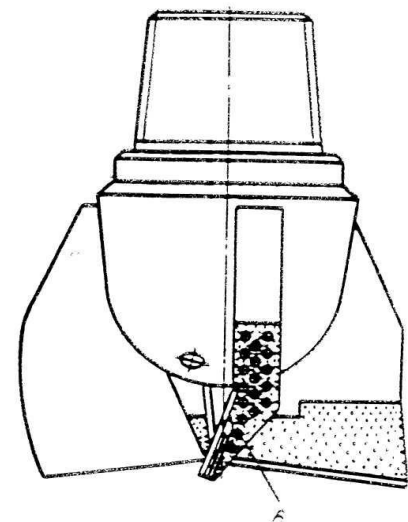
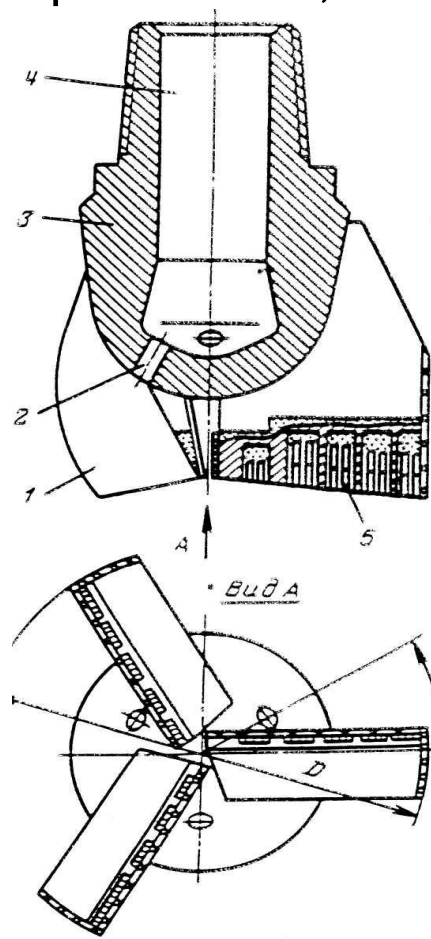
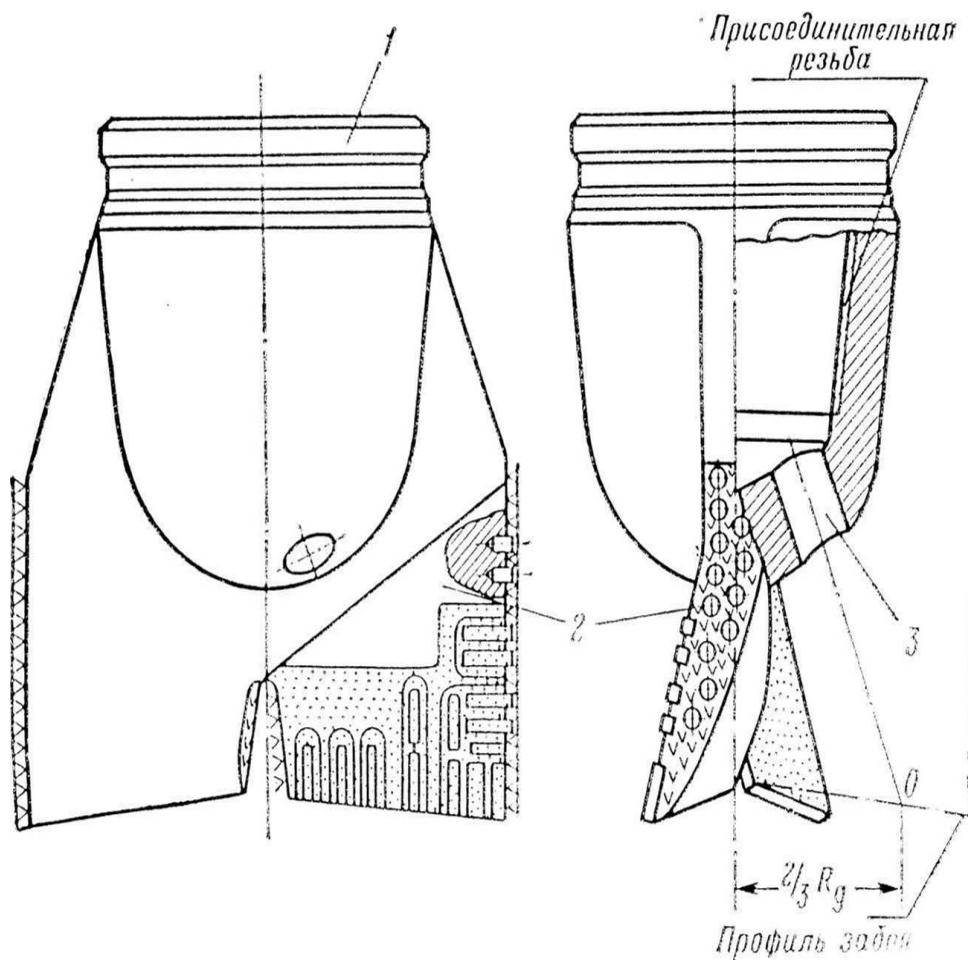
Долото с алмазосодержащими композиционными вставками диаметром 214,3 мм для бурения твердых пород (количество лопастей – 0, количество промывочных узлов - 3)



# Долота с фиксированным вооружением

**Лопастные** долота относятся к инструменту режущего или режуще-скалывающего действия. Предназначены для бурения в породах мягких и отчасти средней твердости (М и МС).

Выпускаются 2-х и 3-х лопастными, диаметром от 120,6 мм до 489,9 мм. 2Л (76 – 161,1 мм), 3Л (120,6 – 469,9 мм)



- 1 – лопасти;
- 2 – промывочные отверстия;
- 3 – корпус;
- 4 – внутренняя полость;
- 5 – твёрдоспл. пластины;
- 6 – твёрдоспл. штыри.

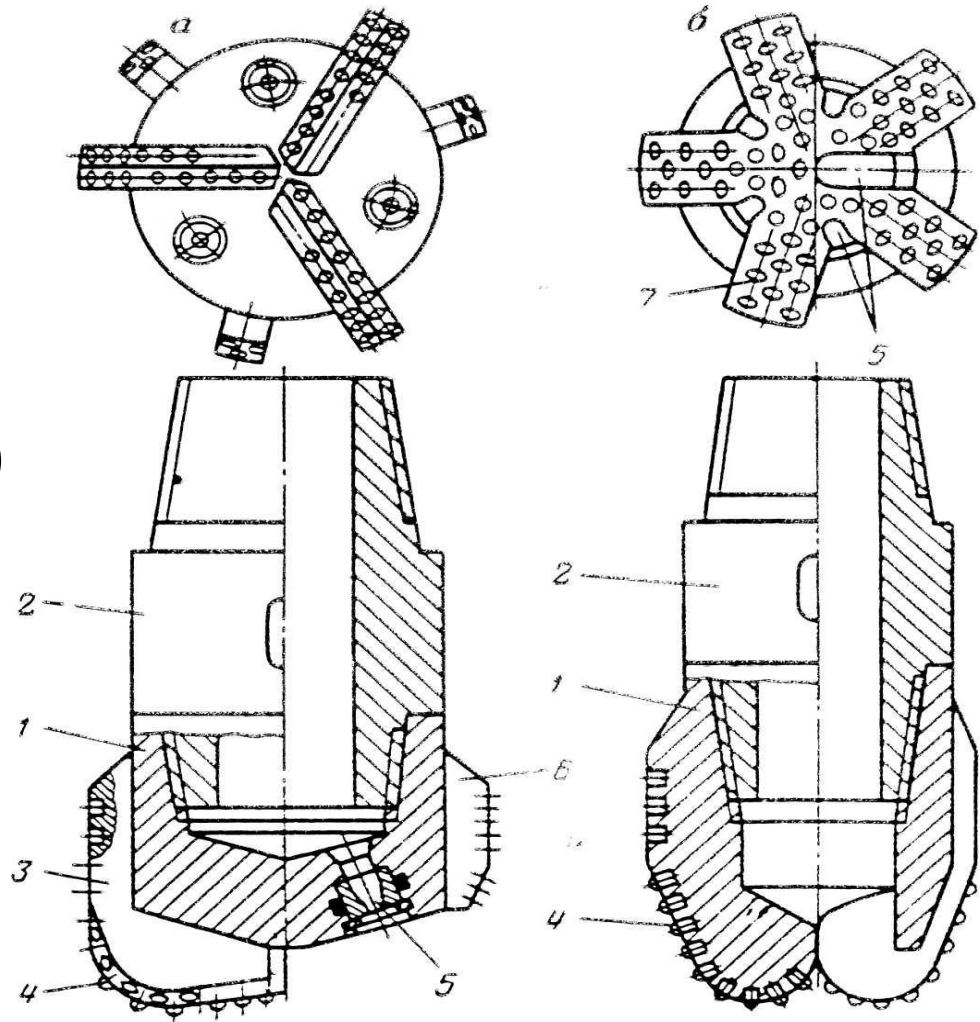
# Короткопастные долота



**Долота ИСМ** (Институт сверхтвердых материалов, Киев) оснащены зубками из сверхтвердого материала «Славутич».

**ИСМ (ИР)** – для бурения пород **М, МС, С, Т** малой и средней абразивности.

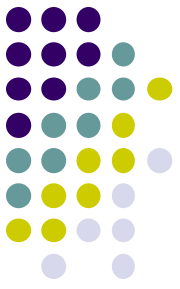
Диаметры – **163,5 мм, 188,9 мм, 214,3 мм, 242,1 мм, 267,5 мм, 292,9 мм, 317,6 мм, 346,8 мм, 391,3 мм.**



# Долота ИСМ



# Долота ИСМ



ИСМ радиального  
типа



ИСМ торцового типа



# Алмазные долота



**Алмазные классические (ИР)** – для бурения пород **С, СТ и Т** малой, средней и высокой абразивности.

Диаметры – **165,3 мм, 188,9 мм, 214, 3 мм, 267, 5 мм, 292, 8 мм.**

Природные алмазы: **ювелирные и технические.**

Технические – **борт, баллас и карбонадо.**

В производстве долот используют только **карбонадо.**

Зёрна алмазов разных размеров:

Крупные – **2 – 3 мм** (от **3 до 12** зёрен на карат);

Мелкие – до **1000** зёрен на карат.

## ***Классификация:***

- **по форме рабочей поверхности** (радиальные, ступенчатые, спиральные);
- **по происхождению алмазов** (природные и синтетические);
- **по количеству алмазов в матрице** (однослойные, импрегнированные).



# Алмазные долота



Стальной корпус и матрица. Матрица изготавливается методами порошковой металлургии (спекание в печи при  $t = 1300^\circ \text{C}$ ) в защитной среде (водородная печь) смесь карбида вольфрама с кобальтом. Зёрна должны выступать над матрицей на  $1/5 - 1/4$  диаметра. Пескоструйная обработка.

Крупные алмазы – однослойные. Мелкие – импрегнированные (толщина слоя с алмазами 5 – 6 мм).

Рабочие органы алмазных долот – секторы матрицы, оснащённые алмазами.

Шифр: Д – алмазное (diamond – алмаз);

Л – лопастное (узкие секторы);

К – ступенчатый профиль секторов;

Р – гладкие секторы или мелкие торовидные

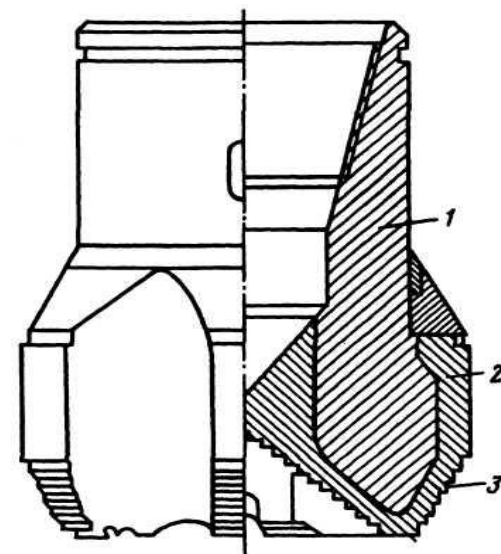
И – импрегнированная матрица;

С – алмазы синтетические;

Порода (С, СТ, Т);

Последняя цифра – номер модификации долота.

ДЛС 188,9С2; ДК 214,3С6; ДИ 214,3Т3.



Алмазные долото:  
1 – корпус,  
2 – матрица;  
3 – алмазные зерна

# Алмазные долота



**Алмазное долото  
с импрегнированной матрицей**



**Однослойное алмазное долото**

# Долота PDC

PDC (IP) (P – polycrystalline, D – diamond, C – composition)

АТП (IP) (А – алмазные, Т – твёрдосплавные, П – пластины)



Форма пластины: круглая – Стратапакс;  
Треугольная – Балласет.

Диаметр – 1/2” – 2”.

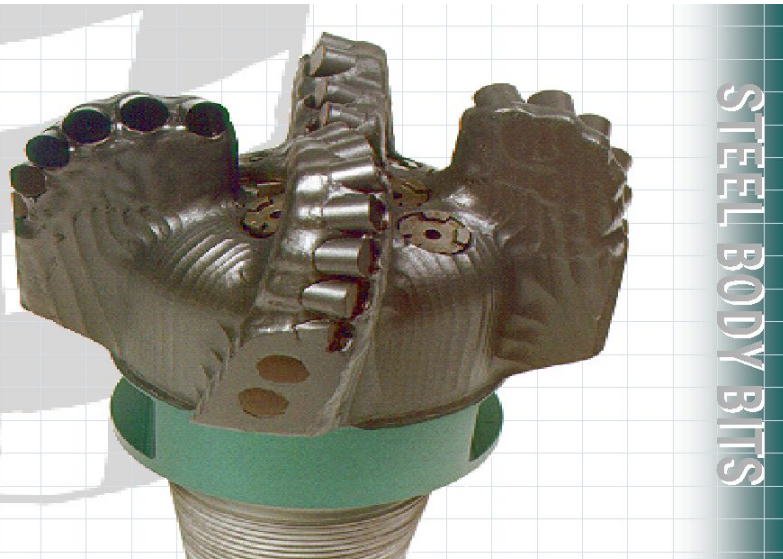
Толщина алмазного слоя – 0,5 – 0,7 мм.

СП ЗАО «Удмурдские долота», г. Ижевск.

ОАО «Волгабурмаш», г. Самара.

НПП «Буринтех», г. Уфа.

*Общий вид отработанного долота PDC*



Долото PDC новое, готовое к работе



# Бурильные головки

Используются в составе **колонкового набора** (колонкового долота).

Бурильные головки трех типов:

- **лопастные** (работают без вибраций, просты в изготовлении, обеспечивают лучшую сохранность керна. Эффективны при роторном бурении мягких пород с несъемным керноприемником).

- **шарошечные** (используются, когда к керну повышенный требований не предъявляется. Для снижения вибрации необходимо изменить технологию бурения для обеспечения снижения частоты вращения и ослабить динамические нагрузки. Следовательно, желательно их использовать только при роторном способе при минимальной частоте вращения долота и небольшом расходе п.ж.).

- **матричные (алмазные).**

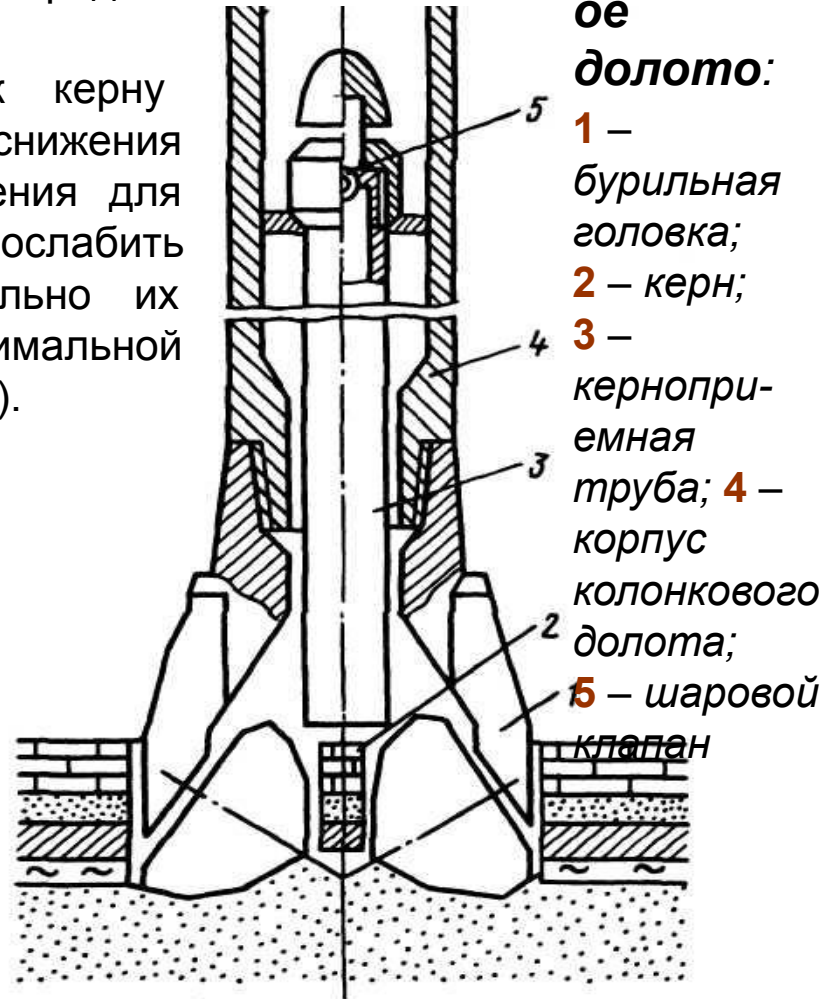
Основными параметрами КУ являются:

- Высота керноприема - расстояние от зонь образования керна до кернорвателя;

- Коэффициент керноприема – отношение диаметра керна к высоте керноприема.

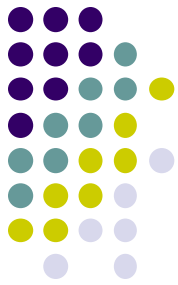
Чем меньше высота и чем больше коэф керноприема, тем лучше конструкция бурильной головки и лучше условия керноприема.

Самые надежные – алмазные бур.головки худшие – шарошечные, но из-за стоимости они наиболее используемые.



**Колонков  
ое  
долото:**

- 1** – бурильная головка;
- 2** – керн;
- 3** – керноприемная труба;
- 4** – корпус колонкового долота;
- 5** – шаровой клапан

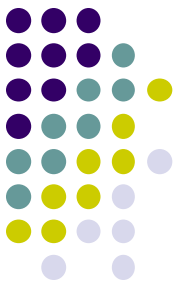


# Бурильные головки



Для бурения с отбором керна предназначены колонковые турбобуры типа КТД, имеющие полый вал, к которому через переводник присоединяется бурильная головка. Внутри полого вала размещается съёмный керноприёмник. Верхняя часть керноприёмника снабжена головкой с буртом для захвата его ловителем, а нижняя – кернорвателем, вмонтированным в переводник. Для выхода бурового раствора, вытесняемого из керноприёмника по мере заполнения его керном, вблизи верхней части керноприёмника имеются радиально расположенные отверстия в его стенке, а несколько ниже их – клапанный узел. Последний предотвращает попадание выбуренной породы внутрь керноприёмника, когда он не заполняется керном, и в это время клапан закрыт.

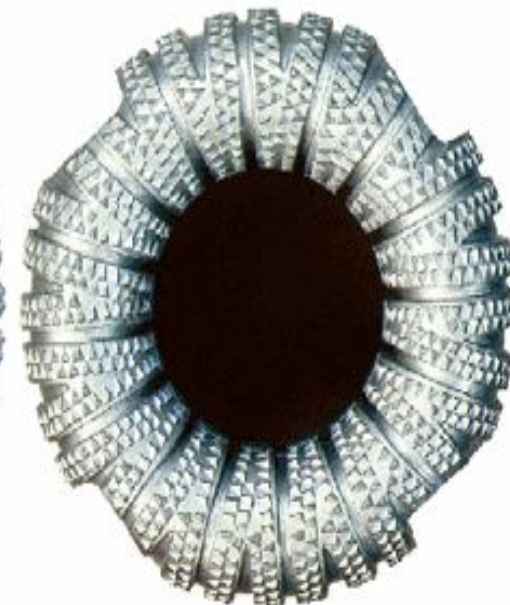
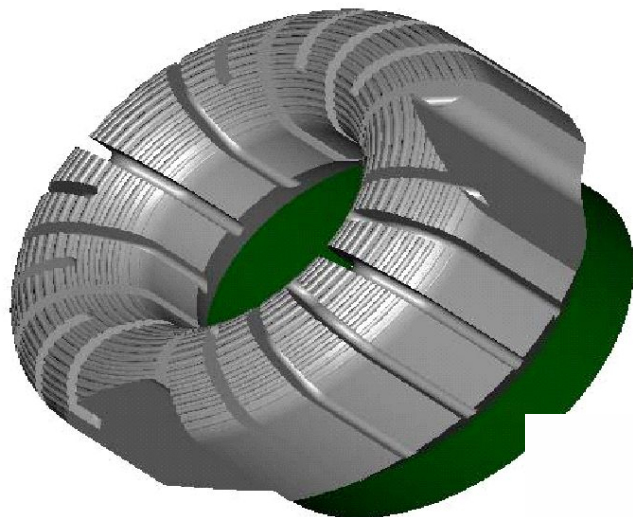
# Бурильные головки



**Выпускаются для роторного бурения со съемным (Р1) и несъемным (Р2) керноприемником и для турбинного бурения со съемным (Т1) и несъемным (Т2) керноприемником .**

Т1 и Т2 представляют собой видоизмененный турбобур и рассчитан на бурение турбинным способом, при котором формирование керна крайне затруднено, % его выноса редко превышает 20-30%, качество керна низкое (даже в ОК и Т), следовательно, чаще используется роторный способ бурения для отбора керна.

# *Импрегнированные бурильные головки*

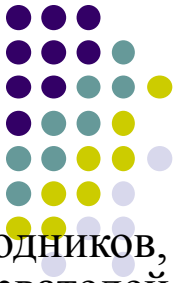


# Алмазные бурильные головки PDC





# КЕРНОПРИЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА



## КЛАССИФИКАЦИЯ КЕРНОПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ:

Существует 4 типа КУ в зависимости от твердости г.п.

- **КУ «Недра»** - состоит из корпуса, верхнего и нижнего переводников, кернаприемника, центрирующей муфты, кернадержателя, комплекта кернаорвателей, узлов подвески с винтом, гайкой, фиксатором и обратного клапана с седлом и шариком. Это устройство – секционное, каждая секция имеет длину 5 м, секции кернаприемника собираются при помощи муфты. Используется только при роторном бурении.
- **КУ «Силур»** - имеет меньший диаметр корпуса, выпускается с несъемным кернаприемником и используется при низкооборотном бурении.
- **КУ «Кембрий»**- имеет более большой диаметр кернаприемного отверстия, выпускается с несъемным кернаприемником для низкооборотного бурения.
- **КУ «Плутон»** - используется только при бурении рыхлых и пористых пород. Кернаприемник представляет собой эластичную камеру.

В «Недрах» кернаприемник изолирован от потока п.ж. и вращается вместе с корпусом снаряда. Длина снаряда 17500мм, может быть 1 или 3 секции, используется с алмазными бурильными головками.

### *Обозначения:*

- КС 220/50 СТ – Кернаприёмник съёмный, наружный диаметр 220мм, диаметр керна 50мм для пород СТ.
- КТД3-240 – колонковое турбодолото (КТД), трехсекционное (3), наружный диаметр 240/48.
- КТД4С – 4-хсекционное, 269/60, со съёмным кернаприемником.

**В бурильных головках не используют гидромониторную промывку.**