

БУРИЛЬНЫЕ МАШИНЫ

§ 1. КЛАССИФИКАЦИЯ БУРИЛЬНЫХ МАШИН И СПОСОБОВ БУРЕНИЯ

По назначению бурильные машины делятся на машины для :

- Образования шпуров* по углю и горным породам ,
- Проведения скважин** различного назначения:
 - разведочных,
 - вентиляционных,
 - дренажных,
 - дегазационных и др.

*Углубление (глубиной до 5 м при диаметре до 75 мм) в горной породе, бетоне для зарядов при взрывных работах.

- Шпур большего диаметра – скважина**,
- Длиной более 5 м — глубокая скважина.

Бурильные машины

По способу разрушения
горной породы

По способу:

Механический

Физический

Комбинированный

По роду потребляемой
энергии

По роду:

Электрический

Пневматический

Гидравлический

Комбинированный

По способу разрушения горной породы

1. Механический

- осуществляется непосредственное воздействие специального бурового инструмента на разрушаемую породу.

Ударно-поворотное

Вращательное

Ударно-вращательное

Вращательно-ударное

2. Физический -

на породу воздействуют газами, жидкостями, электрическим током, теплом ...

Огневое
(термическое)

Взрывное

Ультразвуковое

Гидравлическое

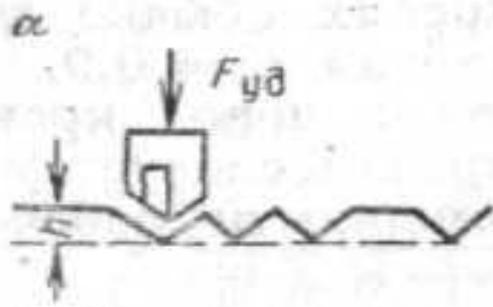
Электрогидравлическое

При

3.

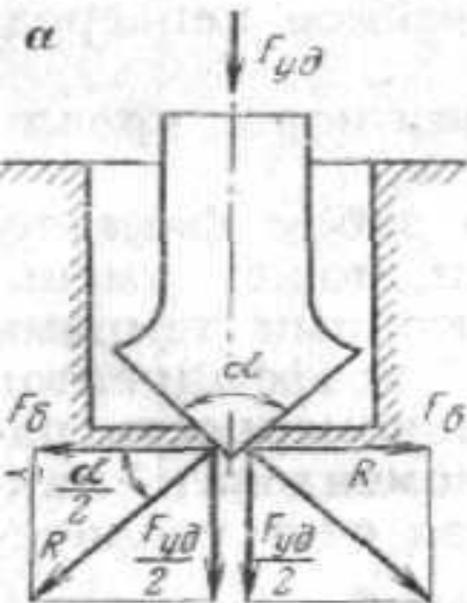
Комбинированном способе разрушения на породу воздействуют с помощью механического и физического способов одновременно.

1.1. Ударно-поворотное бурение



$$F_6 = \frac{F_{y\delta}}{2} \operatorname{tg} \left(90^\circ - \frac{\alpha}{2} \right)$$

$\alpha = 90 \div 120^\circ$ – угол заострения бура



Разрушение породы в забое шпура или скважины при ударно-поворотном бурении:

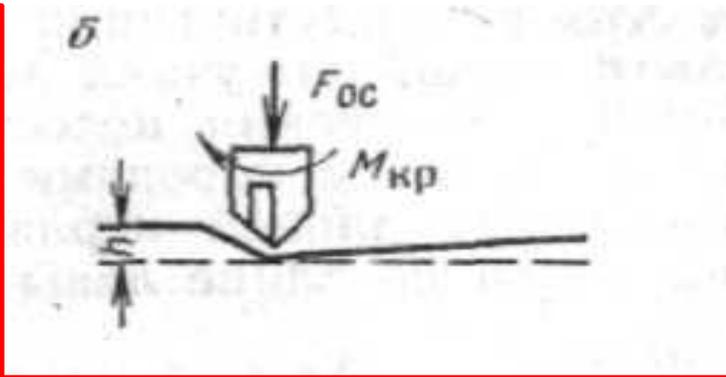
a — схема действия сил; b — забой шпура

Клиновидный инструмент \Rightarrow кратковременная, *значительная* ударная нагрузка $F_{y\delta}$ по оси. При этом *малы*:
- Осевое усилие прижатия инструмента,
- Крутящий момент.

После удара инструмент отскакивает от забоя и поворачивается механизмом на β ($10\text{—}20^\circ$).
 \Rightarrow Разрушение породы (борозды 1-1, 2-2, 3-3) глубиной h и скалывание ее под действием горизонтальной составляющей F_6

1.2. Вращательное бурение

Резец (осевое усилие подачи $F_{ос}$ и крутящий момент $M_{кр}$) движется поступательно, отделяя по винтовой линии срез толщиной h .
Ударные нагрузки отсутствуют.
Разрушение: резанием, смятием и раздавливанием.



«+»: Непрерывность => ↑ *производительность*;
разрушение породы крупным срезом =>
↓ *пылеобразования* и удельных энергозатрат;
Отсутствие вибрации.

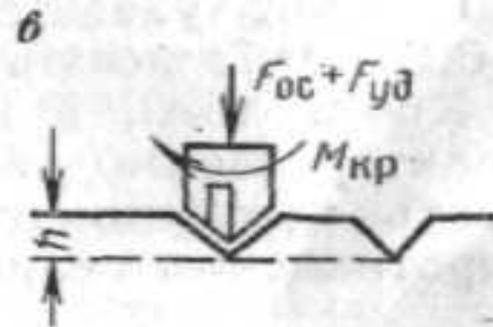
«-»: ограниченная по крепости пород область.

- Ручные и телескопные сверла,
- Бурильные станки,
- Длинноходовые бурильные машины,
- Буросблочные и буро-шнековые машины.

1.3. Ударно-вращательное бурение

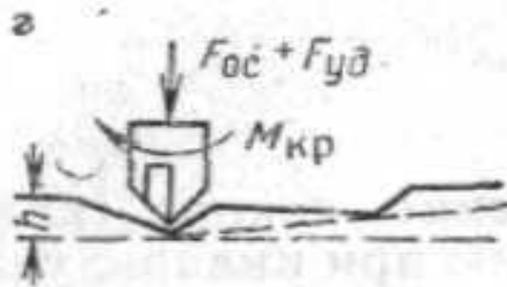
Разрушение породы происходит под действием:

- *большой* ударной нагрузки $F_{уд}$,
передаваемой клиновидному
инструменту (долоту),
- постоянно прижатому к забою с
относительно *небольшим* осевым
усилием $F_{ос}$
- при *непрерывном* вращении
инструмента под воздействием
небольшого крутящего момента $M_{кр}$.



Реализуется в буровых агрегатах, применяемых в рудной промышленности при бурении скважин \varnothing 85—150 мм и глубиной до 70 м в крепких и абразивных породах

1.4. Вращательно-ударное бурение



Разрушение породы происходит под воздействием значительных по величине :

- Осевой нагрузки $F_{ос}$,
- Ударной нагрузки $F_{уд}$,
- Крутящего момента $M_{кр}$.

Реализуется, в основном, на **тяжелых бурильных машинах для шпуров и скважин \varnothing до 100 мм.**

При таком сочетании усилий:

- основная часть энергии затрачивается на разрушение породы резанием;
- ударная нагрузка увеличивает глубину внедрения резца.

2.1. Огневой (термический)

- Из физических - получил наибольшее распространение.
- Для прожигания скважин \varnothing до 300 мм и глубиной до 30 м.
- Разрушение породы происходит за счет термонапряжений, возникающих при ее нагреве высокотемпературными газовыми струями (2000—2500 °С), со скоростью до 2000 м/с.
- Под действием этих напряжений тонкий слой породы растрескивается => под механическим воздействием газовых струй => разрушается на мелкие частицы, => которые транспортируются из скважин парогазовой смесью.
- Наиболее эффективная область применения:
 - породы, имеющие кремнистое основание,
 - породы с низким коэффициентом теплопроводности, которые растрескиваются раньше, чем начинается их плавление.

2.2. Взрывной

- С помощью патронов или взрывчатых веществ:

Жидких	Твердых
В промывочному жидкость, циркулирующую по спущенным до забоя скважины трубам, с определенной частотой подаются патроны с жидким или твердым ВВ, взрывающиеся от удара в забой.	По специальным трубкам из емкостей к дозирующим приспособлениям поступают жидкие компоненты ВВ (горючее и окислитель), которые затем подаются на забой и с помощью инициатора (сплава калия и натрия) взрываются.

В настоящее время находится в стадии проверки.

2.3. Ультразвуковой

- Совместное воздействие на горную породу:
 - высокочастотных ультразвуковых колебаний - на инструмент,
 - кавитационный* эффект промывочной жидкости.

Кавитация (лат. *cavita* — пустота) — процесс парообразования и последующей конденсации пузырьков пара, сопровождающийся гидравлическими ударами.

2.4. Гидравлический

- Струи воды \varnothing 0,8—1 мм, под высоким давлением до 200 МПа, со сверхзвуковой скоростью.

2.5. Электрогидравлический

Высокое напряжение на контакты, расположенные в забое скважины, заполненной водой => Пробой межэлектродного промежутка => Образование газового канала в месте пробоя => Давление в канале 600–1500 МПа => Разрушение породы.

2.3 - 2.5 находятся в стадии теоретических и экспериментальных исследований и в промышленности массово не применяются.

§2. МАШИНЫ УДАРНО-ПОВОРОТНОГО БУРЕНИЯ

Бурильные молотки (перфораторы)	Станки ударно-канатного бурения
Бурят шпур и скважины диаметром 20—150 мм и глубиной до 12 м и более.	Бурят скважины диаметром до 300 мм и глубиной до 40 м и более.

В породах средней крепости и крепких машины ударно-поворотного бурения предназначены для бурения:

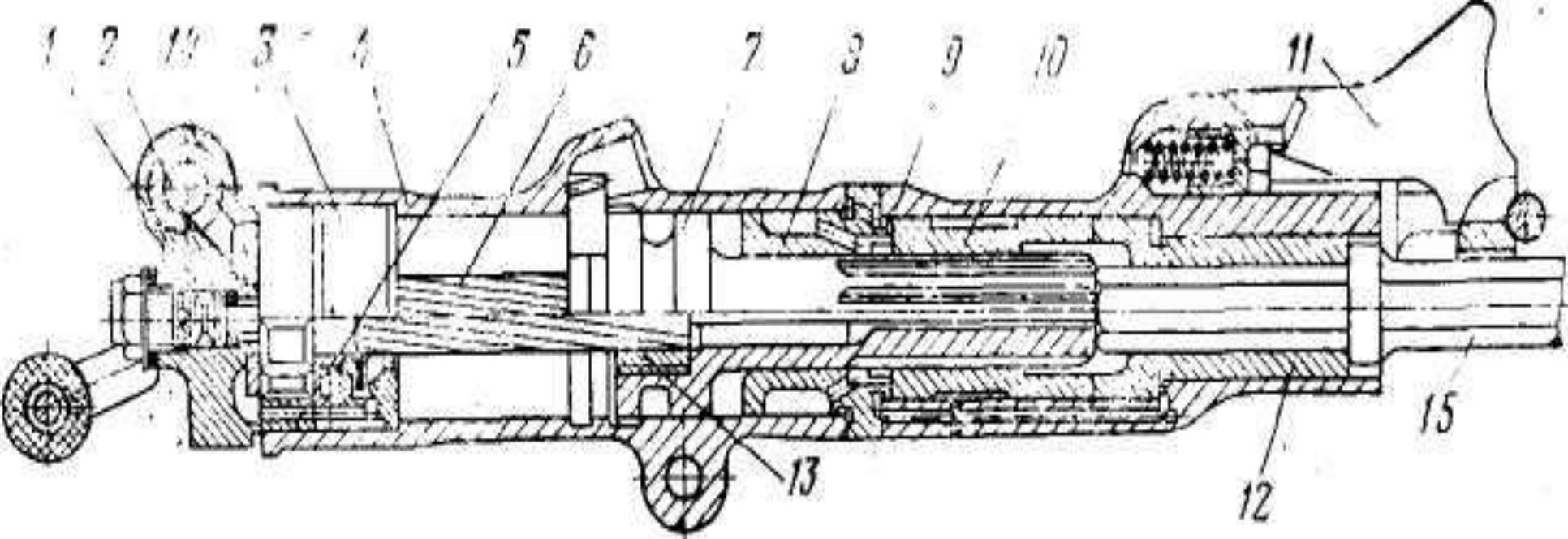
- шпуров диаметром до 50 мм и глубиной до 5 м,
- скважин диаметром до 150 мм.

Бурильные молотки классифицируют

По виду потребляемой энергии	Пневматические
	Электрические
	Гидравлические
По способу удаления буровой мелочи из шпура или скважины	С промывкой
	С продувкой
	Отсасыванием
По частоте ударов (2000 ударов/мин.)	Обычного типа
	Быстроударные
По способу воздухораспределения	Клапанный
	Золотниковый
	Самораспределение
	Комбинированный
По способу установки и поддержания молотка	Ручные
	Колонковые
	Телескопные

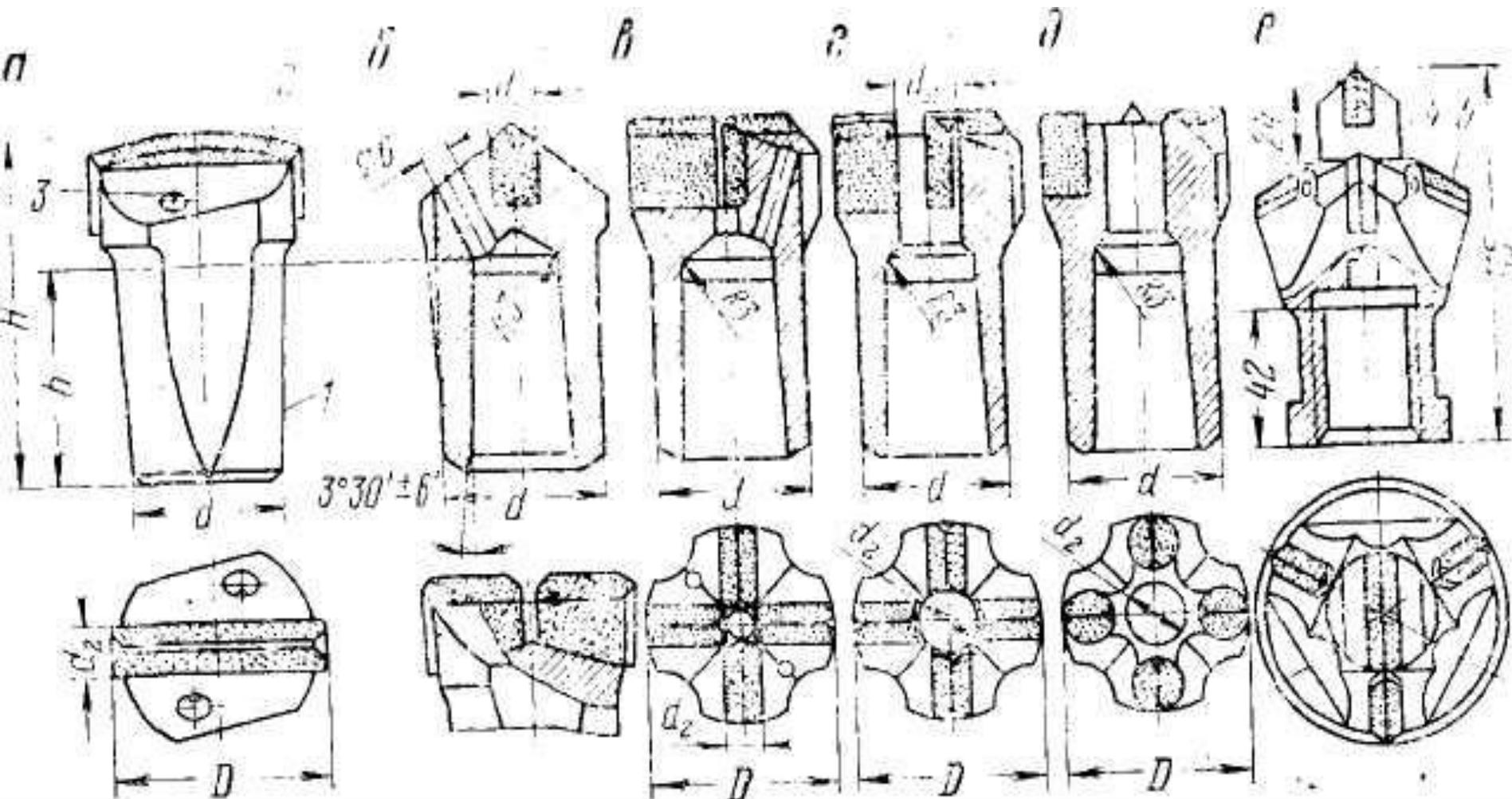
Ручной пневматический перфоратор У26





- Корпус ручного перфоратора ПР19, в свою очередь, состоит из головки 1, цилиндра 4 с направляющей втулкой 8 и патрона 9 с буродержателем 11. Ударно-поворотный механизм служит для нанесения ударов по буровому инструменту и его поворота. Он состоит из поршня-ударника 7 с поворотной гайкой 13, поворотного винта 6 с храповым устройством 5, поворотной буксы 10 и кранбуксы 12. Воздухораспределительное устройство 3 предназначено для попеременной подачи сжатого воздуха в наружную или заднюю полость цилиндра перфоратора. Механизм управления смонтирован в головке перфоратора и состоит из пускового крана 14 с рукояткой. Устройство 2 служит для выноса буровой мелочи и подавления пыли.
- Сущность работы перфоратора заключается в том, что сжатый воздух с помощью воздухораспределительного устройства подается попеременно в правую или левую полость цилиндра, обеспечивая возвратно-поступательное движение поршню-ударнику 7. При движении вперед (рабочий ход) поршень-ударник наносит удар по буровому инструменту 15, а при обратном (холостом) ходе поворачивается на некоторый угол вокруг винта 6, поворачивая через буксу 10 и кранбуксу 12 буровой инструмент.

Рабочий инструмент (Буровые коронки)

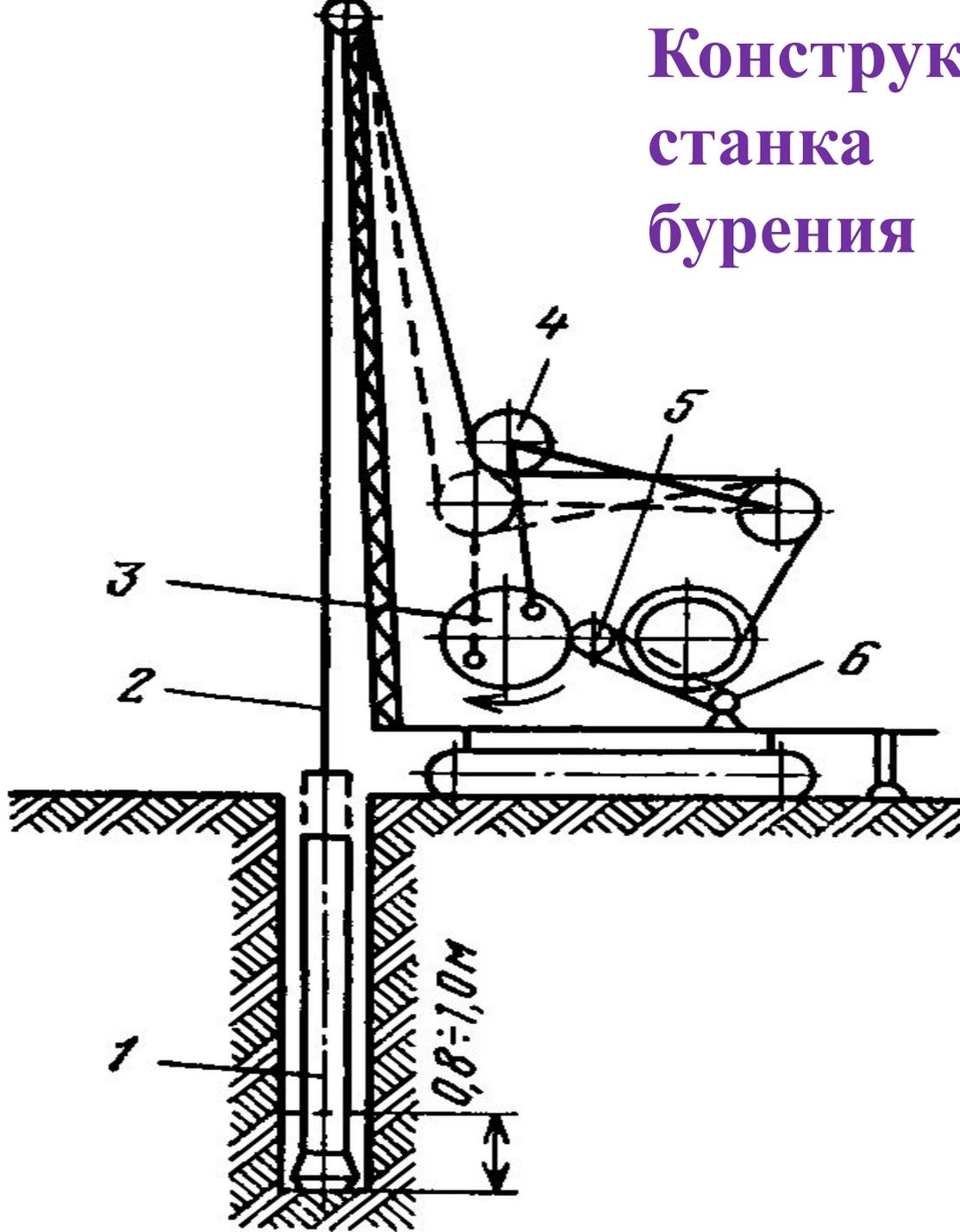


Долотчатые коронки (а, б).

Крестовые коронки (в—д).

Коронки с опережающим лезвием (е).

Конструктивная схема станка ударно-канатного бурения



Тяжелый (1—3 т.) буровой снаряд 1 подвешенный на канате 2. Кривошипно-шатунный механизм 3 с помощью оттяжного блока 4 периодически поднимает и опускает буровой снаряд, который лезвием долота, имеющим форму клина, наносит удары по породе забоя. Привод всех механизмов через главный вал 5 от двигателя 6 с помощью муфт и шкивов.

§ 3. МАШИНЫ ВРАЩАТЕЛЬНОГО БУРЕНИЯ

Машина вращательного бурения	Область применения
Ручные сверла	Шпуры по углю и породам средней и ниже крепости
Колонковые сверла	->>-
Для разведочных и взрывных скважин	По породам любой крепости
Буросблочные	Подземных вертикальных и наклонных выработок диаметром 1000—1500 мм по мягким и средней крепости породам

Ручные сверла

подразделяют

Классификация	Разновидность
<i>По способу подачи бурового инструмента на забой</i>	С ручной подачей
	С механической подачей
<i>По роду потребляемой энергии</i>	Электрические (типа ЭР, СЭР, ЭМ)
	Гидравлические (СГР)
	Пневматические (СПР, СПМ)
<i>По типу управления</i>	С непосредственным управлением
	С дистанционным управлением

Ручное электрическое сверло СЭР.1



Ручное гидравлическое сверло СРГ-13



Ручное пневматическое сверло

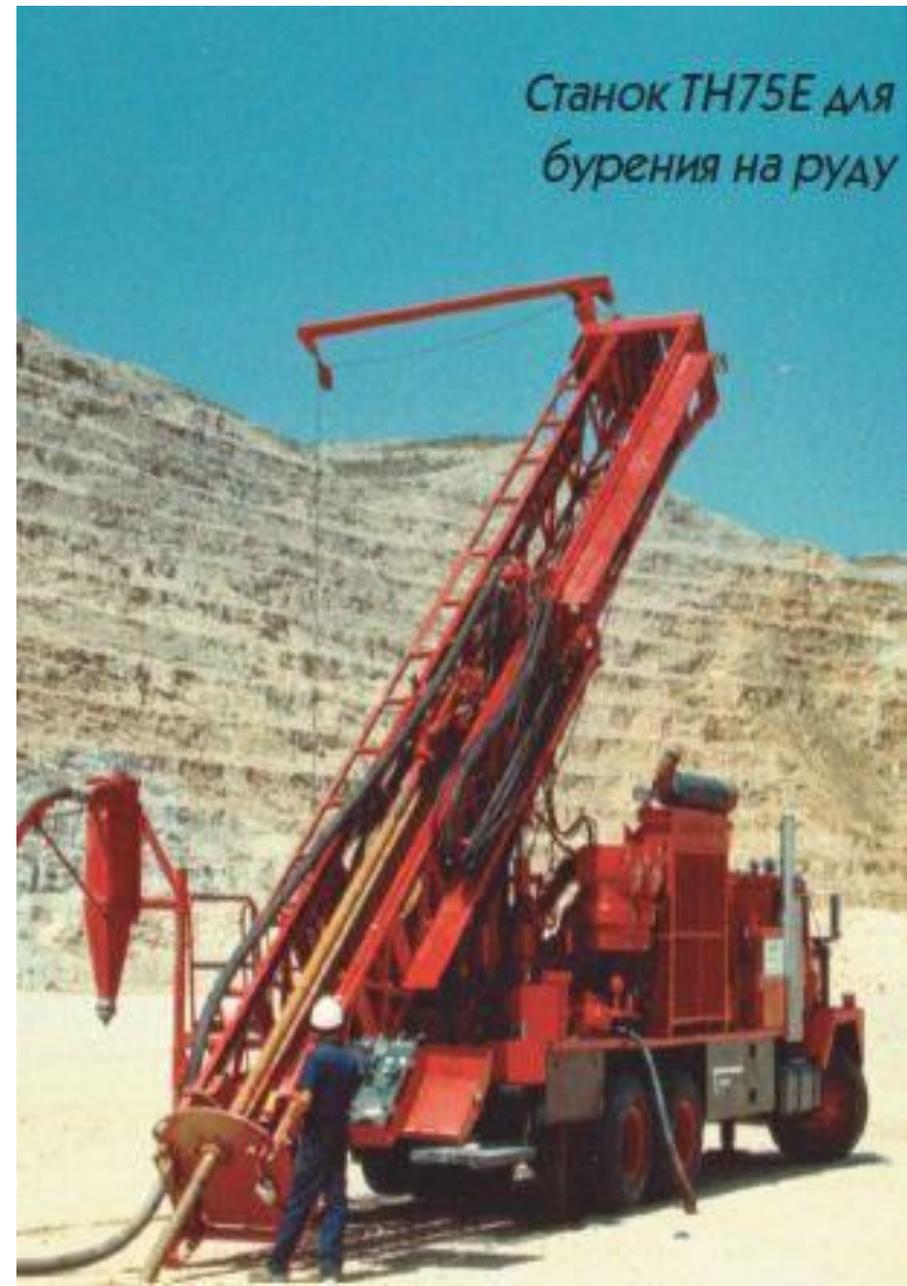
СП-8



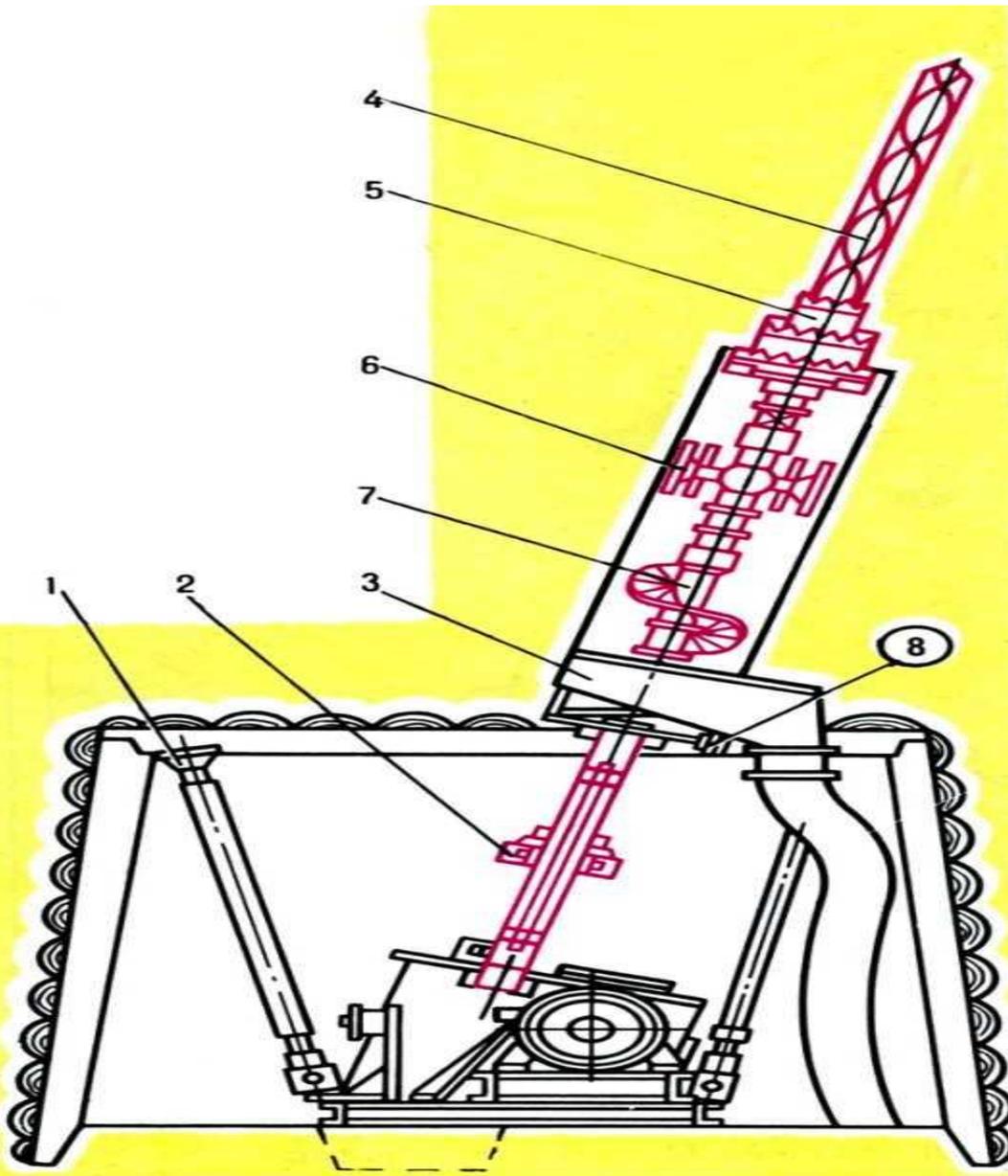
Колонковое сверло



Для разведочных и взрывных скважин



Буробоечная машина

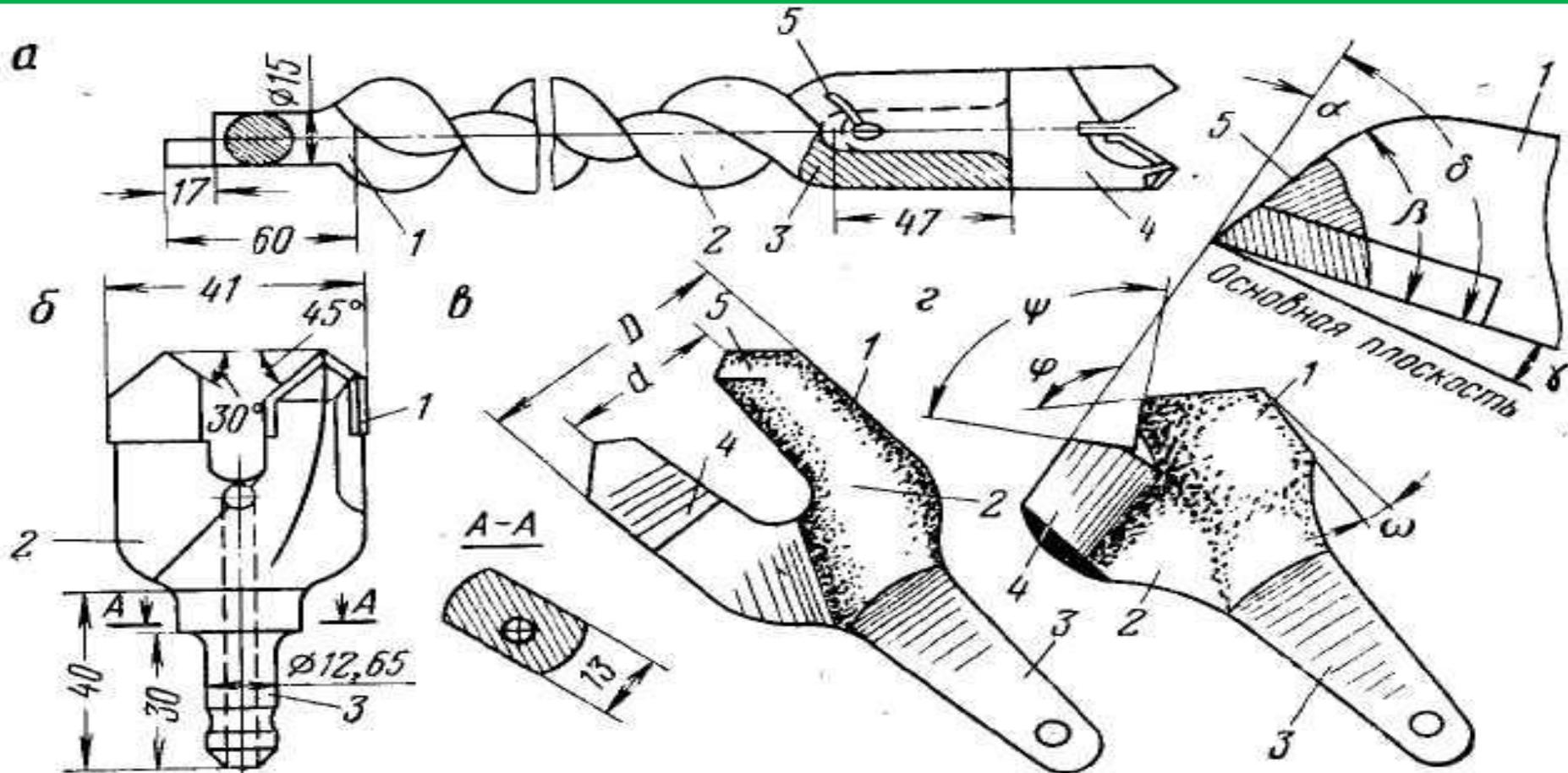


- 1 - распорная стойка;
- 2 - патрон;
- 3 - герметизатор;
- 4 - забурник;
- 5 - расширитель хода;
- 6 - опорный фонарь;
- 7 - буровая штанга со шнеком;
- 8 - подхват.

Рабочий инструмент

Витые или сплошные буровые штанги и резцы. Буровая штанга (а) состоит из хвостовика 1, тела 2, головки 3 с отверстием для закрепления резца 4 и крепежного штифта 5

Съемные буровые резцы (б—г): корпус 2, хвостовик 3, перья 1, заканчивающихся режущими лезвиями 5.



§4. УДАРНО-ВРАЩАТЕЛЬНОГО И ВРАЩАТЕЛЬНО-УДАРНОГО БУРЕНИЯ

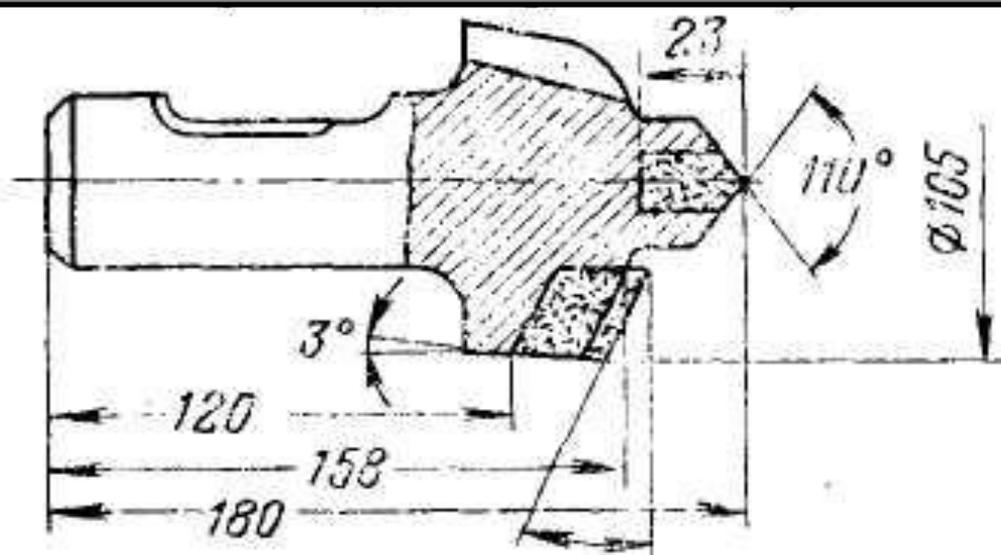
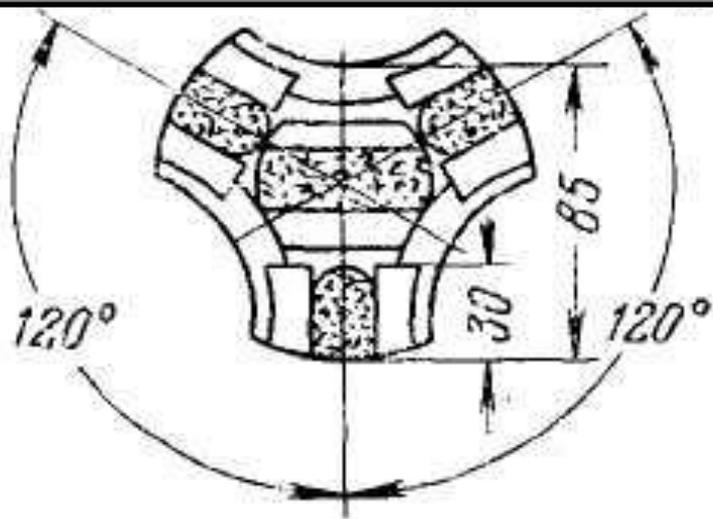
- Для бурения в породах *средней крепости* и *крепких*.
- Основано на *объединении* основных свойств ударного и вращательного *воздействия* на породу.
- *Внедрение инструмента* - под действием удара, *скалывание* (срезание) породы - за счет крутящего момента.
- По преобладанию затрат энергии на основное разрушение:
 - ударно-вращательное,
 - вращательно-ударное бурение.
- **Ударно-вращательные.** Погружной ударный механизм (*пневмоударник*) вместе с *буровой коронкой* - в скважине.
- **Вращательно-ударные** - *ударный механизм* вместе с *вращателем* - вне скважины.

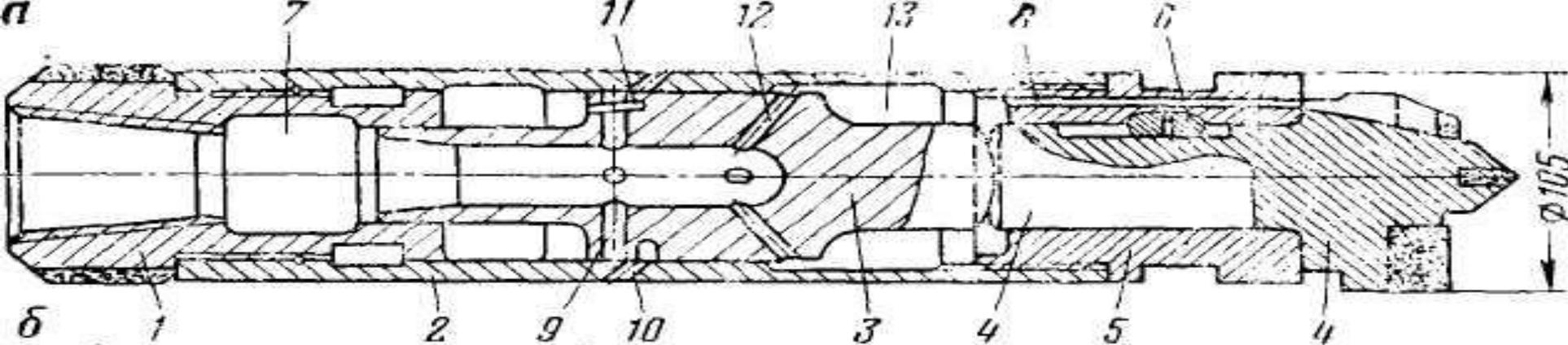
4.1. Машины ударно-вращательного бурения

- Буровая машина - погружной пневмоударник (в скважине), которому через штанги передаются вращение и подача от установленных вне скважины вращателя и податчика.

ИНСТРУМЕНТ

В качестве бурового инструмента пневмоударников наибольшее распространение получили долотчатые, крестовые и трехлезвийные буровые коронки с опережающим лезвием





Пневмоударник П1-75

В цилиндре 2, перемещается поршень 3, в переднюю головку 5 вставлена буровая коронка 4, закрепляемая шпонкой 6, задняя головка 1.

При холостом ходе поршня 3 сжатый воздух поступает через заднюю головку и каналы 12 в переднюю полость 13 цилиндра. Из задней полости 7 цилиндра в это же время происходит выхлоп по проточке 11 и выхлопным отверстиям 10.

При рабочем ходе поршня впуск сжатого воздуха в заднюю полость цилиндра происходит по каналам 9, в то время как из передней полости происходит выхлоп.

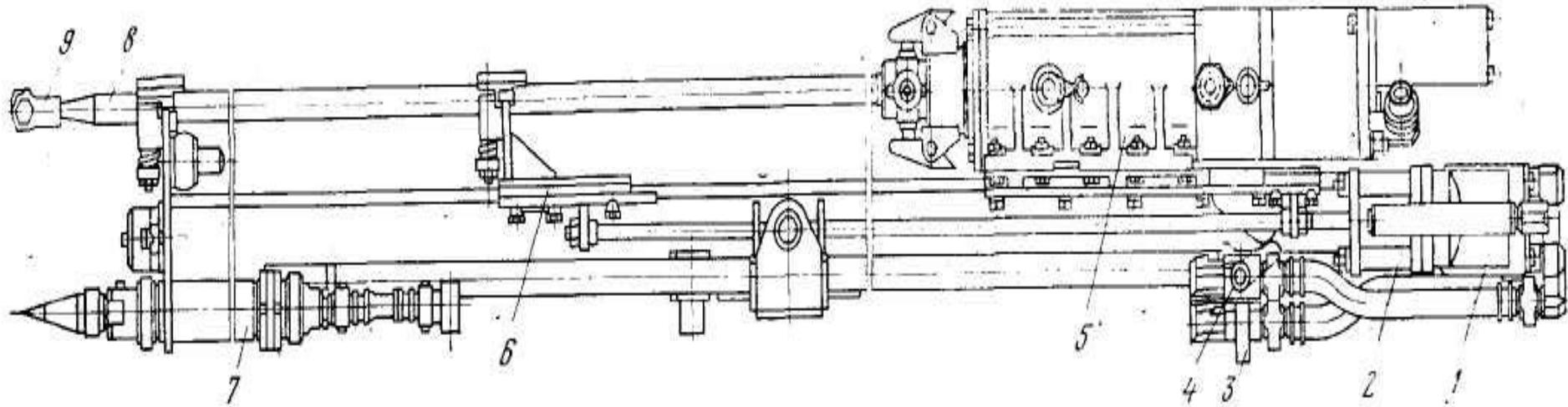
Продувка - отработанным воздухом через продувочный канал 8

4.2. Машины вращательно-ударного бурения

- Применяются в основном для бурения шпуров и скважин при *проведении выработок большого сечения*.
- Основная **отличительная черта** - *большой крутящий момент, развиваемый специальным вращателем, работающим независимо от ударного механизма, но смонтированным в одном корпусе*.

Признак	Особенности
По частоте ударов	Ударов в минуту 5000—7000 и 2500—4000
По энергии удара	До 50 Дж и 60—80 Дж
По числу скоростей	Одно-, двух- и трех-скоростные
По конструкции привода подачи	С автоматическим регулированием и без регулирования осевого усилия

Пневматическая машина вращательно-ударного бурения БУ1



Состав: пневматический двигатель 1, редуктор подачи 2, клапан 3, кран концевого выключателя 4, бурильная головка 5, подвижной люнет 6, распорный домкрат 7, буровая штанга 8 и буровая коронка 9.

Бурильная головка 5 перемещается с помощью механизма подачи по направляющей балке и производит бурение, после чего автоматически или вручную отводится в начальное положение. Подвижной люнет 6 служит для поддержания прямолинейности штанги 8 в процессе бурения шпура.

