

Курс

Технология и оборудование

горного производства

Лекция 15

ПОДЗЕМНЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ БУРЕНИЯ

ШПУРОВ И СКВАЖИН



Способы механического разрушения горных пород буровыми разрушающими инструментами

-резание,

-ударное разрушение,

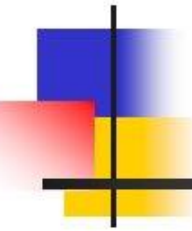
-резание с одновременным наложением статических или ударных нагрузок.



Классификация способов разрушения горных пород

по характеру деформации породы в месте контакта
ее с лезвиями инструмента различают

объемное
и
поверхностное
разрушение



Классификация способов разрушения горных пород

Наиболее эффективным является объемное разрушение, возникающее в том случае, когда величина удельного давления контакта лезвий инструмента на породу (осевого усилия) будет больше, чем твердость породы на вдавливание:

$$P \geq \sigma_{\text{кр}} S$$

где P - осевое усилие, Н;

$\sigma_{\text{кр}}$ - критическое напряжение породы от статического вдавливания, Н/мм²;

S — площадь контакта лезвий инструмента с породой, мм²;

Классификация проходческих комбайнов

Поверхностное разрушение происходит тогда, когда удельное давление контакта лезвий инструмента на породу будет меньше твердости породы на вдавливание

$$P \leq \sigma_{кр} S$$

т. е. когда осевого усилия недостаточно, чтобы инструмент внедрился в породу.



Способы бурения шпуров

При механическом способе разрушения горных пород в общем случае к инструменту прикладывается

осевая нагрузка (статическая P_c , ударная $P_{уд}$ или та и другая $P_c + P_{уд}$) и **крутящий момент** $M_{кр}$.

В зависимости от соотношения этих нагрузок различают следующие **способы бурения**:

- вращательное
- ударно-поворотное
- вращательно-ударное
- ударно-вращательное

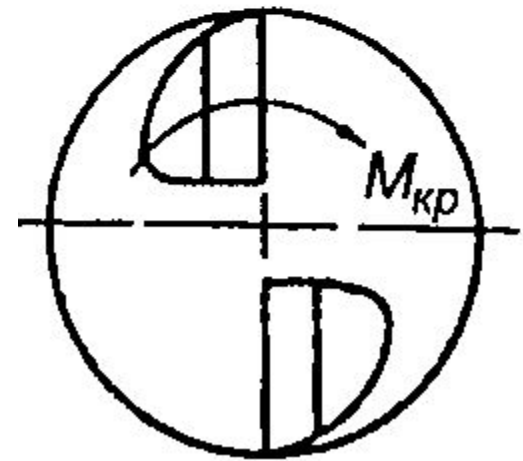
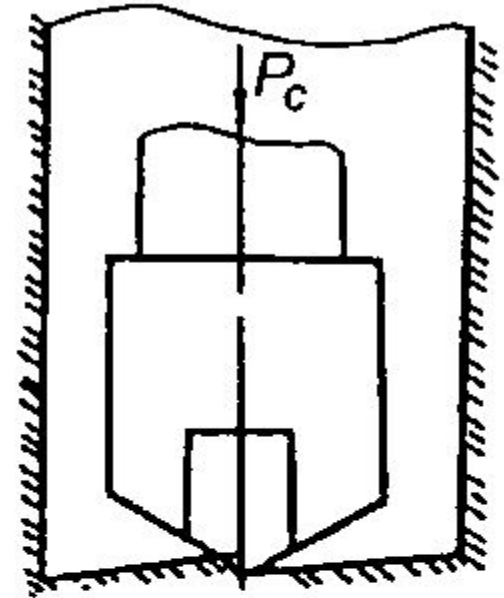


Вращательное бурение

Происходит, когда резец совершает вращательное движение при постоянном действии на него осевого усилия (давления) P_c , вызывающего внедрение инструмента в породу, и крутящего момента $M_{кр}$.

Эффективность вращательного бурения определяется при прочих равных условиях величиной осевого усилия P_c .

Обычно осевое усилие изменяется от 2,5 до 20 кН, а частота вращения - от 1,68 до 20 с⁻¹.



Вращательное бурение

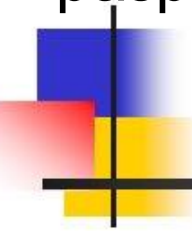
С энергетической точки зрения вращательное бурение является достаточно совершенным процессом, но **только при бурении мягких и средней крепости неабразивных пород (уголь).**

Преимущества:

- непрерывность процесса бурения;
- высокая производительность.

Недостатки:

- невозможность реализации объемного процесса разрушения для крепких и абразивных пород



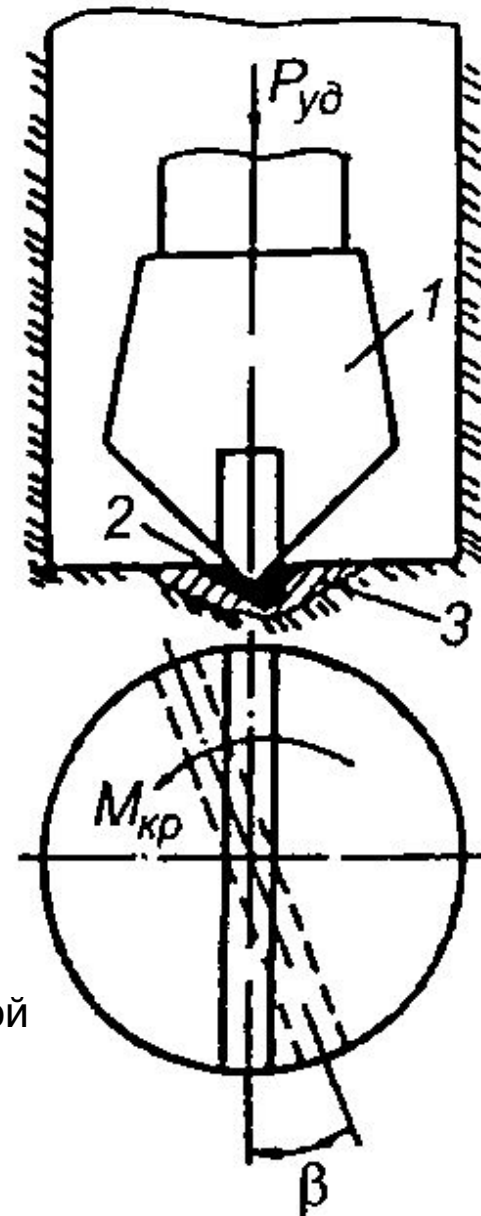
Ударное бурение

(ударно-поворотное бурение)

Осуществляется ударами с усилием $P_{уд}$ клиновидного инструмента по породе, наносимыми с определенной частотой по буровой штанге при поворачивании инструмента на определенный угол в период между ударами

Эффективность ударного бурения определяется при прочих равных условиях величиной энергии единичного удара P_c .

Обычно энергия единичного удара изменяется от 30 до 150 Дж



- 1 – инструмент
- 2 – зона раздробленной тонкоизмельченной породы
- 3 – зона трещиноватости

Ударное бурение

(ударно-поворотное бурение)

Преимущества:

- возможность создания значительной удельной нагрузки на инструмент;
- возможность бурения пород высокой крепости.

Недостатки:

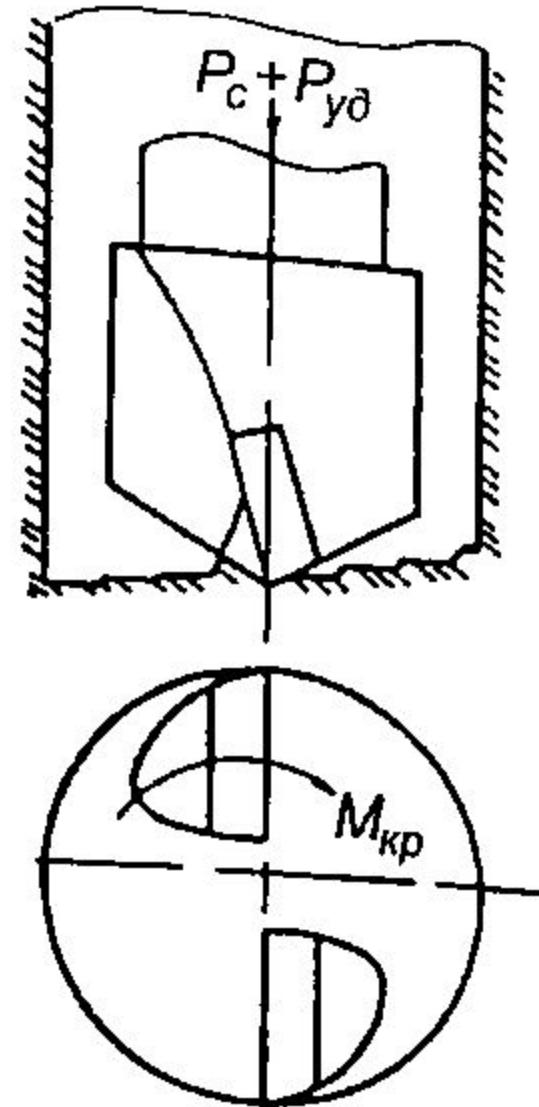
- периодичность воздействия инструмента на забой;
- прерывистый и более длительный процесс разрушения, чем при вращательном бурении;
- шум и вибрация бурового оборудования при работе;
- значительное пылеобразование.



Ударно-вращательное и вращательно-ударное бурение

Особенностью **вращательно-ударного** способа бурения является одновременная передача на породу непрерывно вращающимся разрушающим инструментом с крутящим моментом $M_{кр}$ осевого статического усилия P_c и периодических ударных импульсов $P_{уд}$, направленных по оси инструмента.

Энергия единичного удара от 41 до 80 Дж,
Осевое усилие до 12 000 Н,
Частота вращения инструмента до $2,5 \text{ с}^{-1}$,
Частота ударов в минуту 42 - 62.



Области рационального применения способов бурения

По критерию теоретической производительности при условии обеспечения заданной износостойкости рабочего инструмента при бурении шпуров рекомендуются следующие области применения способов бурения:

- вращательное бурение для неабразивных пород с $f < 8$;
- вращательно-ударное бурение для пород с $f = 8 \dots 16$;
- ударно-поворотное бурение для абразивных пород с $f > 16$.



Совокупность конструктивно объединенных бурильной головки, податчика, штанги и бурового инструмента представляет собой **бурильную машину**.

Бурильная головка создает крутящий момент с ударами или без них.

Податчик с помощью штанг обеспечивает перемещения бурильной головки и требуемые осевые усилия на буровом инструменте.

Бурильная машина придает буровому инструменту определенное направление и обеспечивает бурение шпура



Классификация бурильных машин

по типу бурильной головки

-вращательного,

-вращательно-ударного,

-ударно-вращательного,

-ударно-поворотного,

-универсального действия



Классификация бурильных машин

по массе

- легкие (до 10 кг),
- средние (20...60 кг),
- тяжелые (свыше 60 кг)



Классификация бурильных машин

по способу установки

-ручные,

-колонковые,

-механические, устанавливаемые на манипуляторах кареток



Классификация бурильных машин

по роду потребляемой энергии

-электрические,

-пневматические,

-гидравлические,

-комбинированные



Классификация бурильных машин по типу податчика с

-реечной,

-цепной,

-канатной,

-винтовой,

-гидравлической,

-пневматической

-комбинированной подачей



Классификация бурильных машин

по способу очистки шпура

-промывка водой или воздушно-водяной смесью,

-продувка и отсос пыли,

-очистка шпура витой штангой



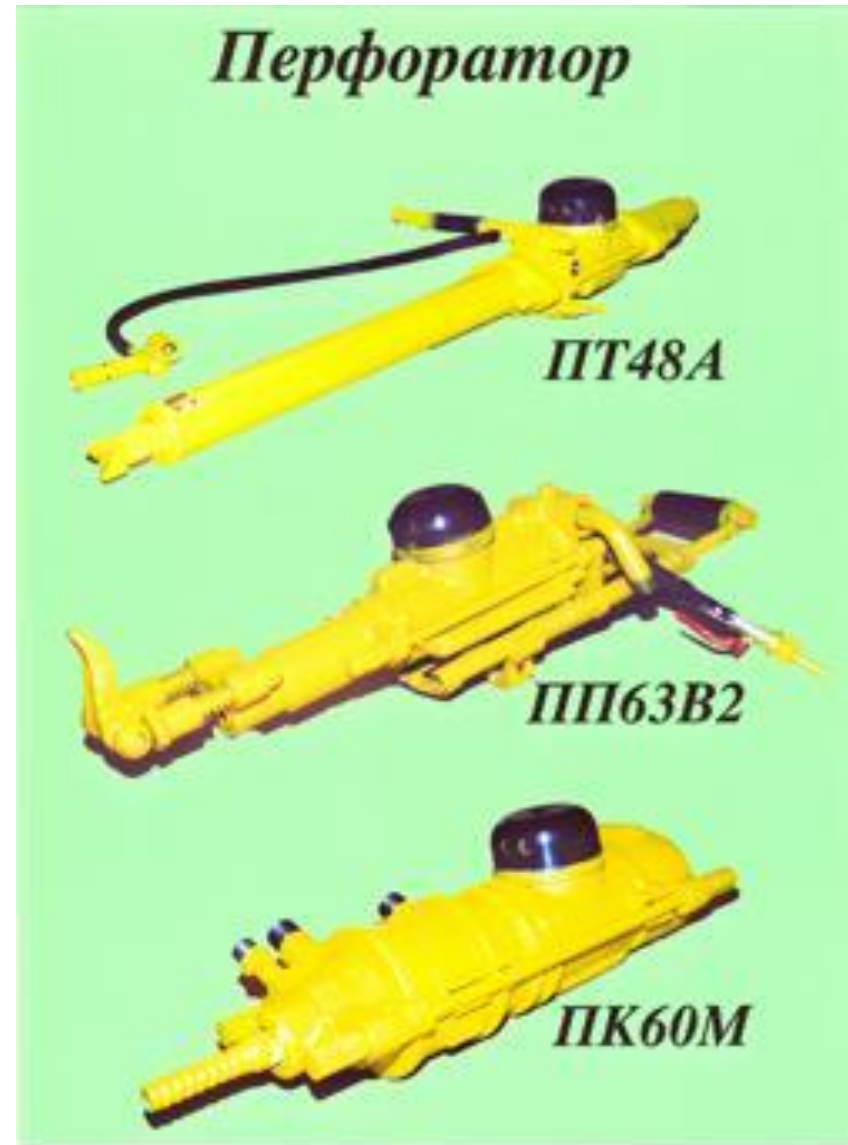
Бурильные машины ударно-поворотного бурения (перфораторы)

Перфораторы позволяют бурить шпурь и скважины диаметром 20-150 мм в породах практически любой крепости



Бурильные машины ударно-поворотного бурения (перфораторы)

пневматические
переносные перфораторы
для бурения шпуров;



Бурильные машины ударно-поворотного бурения (перфораторы)

Пневматические колонковые перфораторы, имеющие большую массу, выпускаемые в комплекте с податчиками этих машин на забой и предназначенные для бурения шпуров и скважин;



Бурильные машины ударно-поворотного бурения (перфораторы)

**телескопные
пневматические
перфораторы** для бурения
восстающих шпуров и
скважин (с отклонением от
вертикали до 45°) с
собственным
пневматическим
податчиком,
обеспечивающим рабочее
перемещение перфоратора
на забой



Бурильные машины ударно-поворотного бурения (перфораторы)

Исполнительным органом перфораторов является бур, состоящий из буровой штанги и рабочего инструмента - съемной коронки



Бурильные машины ударно-поворотного бурения (перфораторы)

Основные параметры перфораторов:

- энергия единичного удара 30...200 Дж;
 - частота ударов 30...50 с⁻¹;
- угол поворота инструмента между ударами 10...20 град;
 - осевое усилие подачи 1,15-2,0 кН

Энергия удара ограничивается в основном прочностью материала буровых штанг и твердого сплава коронок



Бурильные машины вращательного бурения (горные сверла)

ручные сверла (с электро- и пневмоприводом)



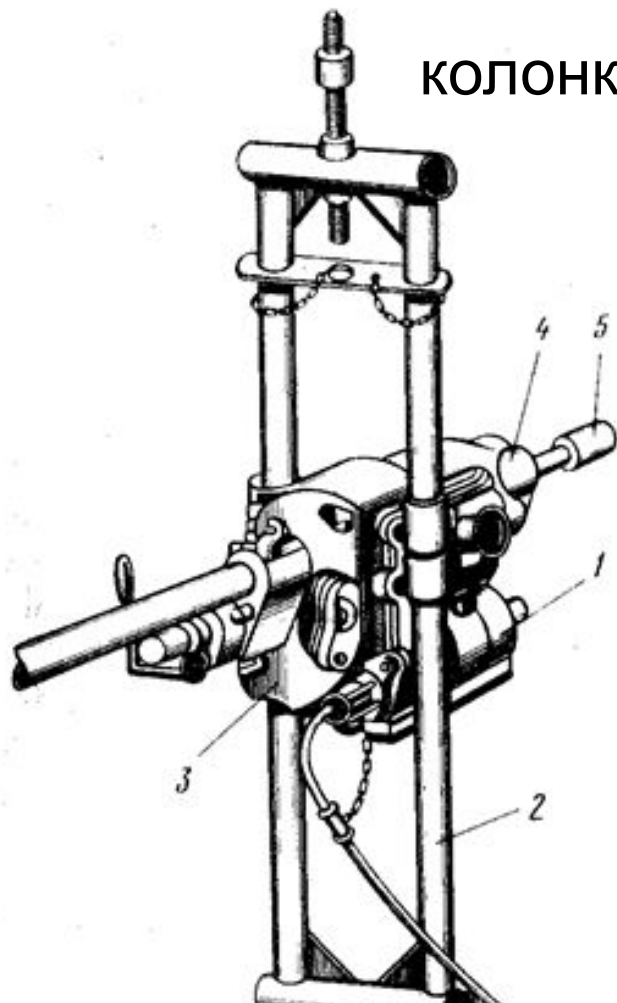
Сверло ручное горное
электрическое **ЭР18Д-2М**



ручное пневмосверло
СГП-1

Бурильные машины вращательного бурения (горные сверла)

колонковые сверла



- 1 — двигатель;
- 2 — распорная колонка;
- 3 — редуктор;
- 4 — механизм подачи;
- 5 — буровая штанга



БУРИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

Бурильные установки предназначены для:

- бурения шпуров в породах различной крепости при проведении горных выработок, строительстве тоннелей,
- бурения шпуров при проведении очистных работ в рудниках
- выбуривания угля в углепородных забоях.



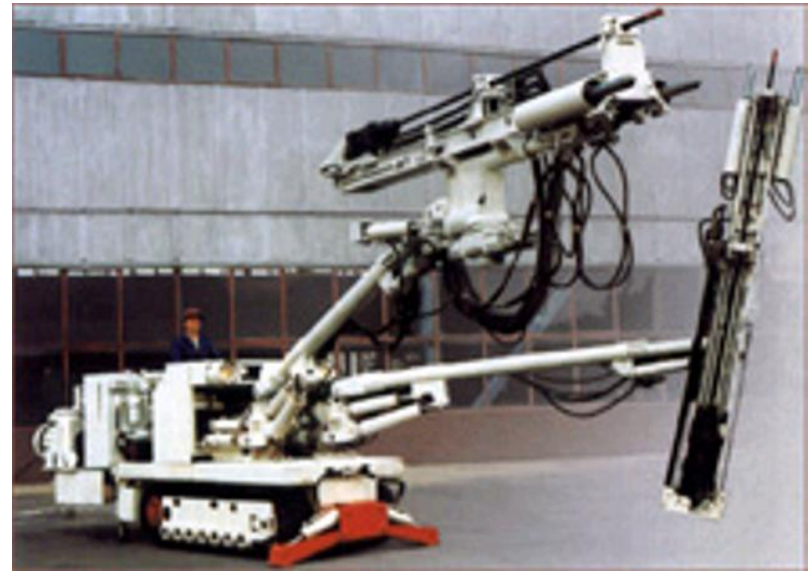
БУРИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

Бурильные установки разделяются на фронтальные и радиально-фронтальные.

Фронтальными установками шпур бурятся только вдоль оси выработки, **радиально-фронтальными** - шпур бурятся вдоль оси выработки и перпендикулярно к ней.



Фронтальная буровая установка



Радиально-фронтальная буровая установка



БУРИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

Бурильные установки состоят из:

- **привода исполнительного органа** (бурильные головки вращательного или вращательно-ударного бурения)
- **механизма перемещения** (колесно-рельсовый, гусеничный или пневмошинный)
 - **механизма подвески и перемещения исполнительного органа** (манипулятора)
 - **податчика**, служащего для перемещения бурильной головки с ИО относительно стрелы манипулятора на забой



БУРОВЫЕ СТАНКИ

Буровые станки предназначены для бурения скважин по углю и породам различной крепости



КЛАССИФИКАЦИЯ БУРОВЫХ СТАНКОВ

1 По назначению:

- для бурения дегазационно-увлажнительных скважин;
- для бурения технических скважин различного назначения по углю (углеспускные, водоспускные, разрезные и др.);
- для бурения скважин по породе (гезенки, скаты).

2. По способу подачи исполнительного органа:

- с вращающимся, наращиваемым в процессе бурения ставом;
- с невращающимся ставом, наращиваемым в процессе бурения и предназначенным для подачи в скважину снаряда-вращателя.



КЛАССИФИКАЦИЯ БУРОВЫХ СТАНКОВ

3. По типу податчика исполнительного органа на забой:

- с дифференциально-винтовым податчиком;
- с гидроцилиндровым.

4. По способу управления:

- с места бурения;
- дистанционное на расстоянии до 20 м.



БУРОВОЙ СТАНОК

В угольных шахтах преимущественное применение нашли **несамоходные станки вращательного бурения**



Станок буровой Б15-50

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ БУРИЛЬНЫХ МАШИН

Техническая производительность бурильных установок показывает, сколько может быть пробурено шпурометров за один час чистого машинного времени работы в конкретных условиях эксплуатации

$$Q_{\text{теор}} = \frac{60}{t_{\text{бур}} + t_{\text{всп}}}$$

где $t_{\text{бур}}$ - чистое время бурения шпура длиной 1 м, мин;

$t_{\text{всп}}$ - вспомогательное технологическое время, необходимое для бурения шпура длиной 1 м, мин



ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ БУРИЛЬНЫХ МАШИН

Чистое время бурения, мин

$$Q_{\text{теор}} = \frac{1}{60 \cdot k_0 \cdot n \cdot V_{\text{п}}}$$

где k_0 - коэффициент одновременности, при двух бурильных машинах $k_0=0,7$;

n - число одновременно буримых шпуров;

$V_{\text{п}}$ - скорость бурения, м/с



ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ БУРИЛЬНЫХ МАШИН

Вспомогательное технологическое время, мин

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{ман}} + t_{\text{ох}} + t_{\text{к}}$$

где $t_{\text{ман}}$ - время, затрачиваемое на манипуляции по установке и переустановке бурильных машин, обычно равно 0,25-0,5 мин на 1 м шпура;

$t_{\text{ох}}$ - время обратного хода бурильной головки на 1 м шпура;

$t_{\text{к}}$ - время на замену коронок, мин; обычно принимают равным 0,1 мин на бурение 1 м шпура.



ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ БУРИЛЬНЫХ МАШИН

Эксплуатационная производительность бурильных установок

$$Q_{\text{э}} = \frac{T_{\text{см}} (t_{\text{пз}} + t'_{\text{пз}} + O + t_{\text{вп}})}{t_{\text{бур}} + t_{\text{всп}}}$$

где $T_{\text{см}}$ - продолжительность смены, мин;

$t_{\text{пз}}$ - время общих подготовительно-заключительных операций за смену (2,5 % продолжительности смены), мин;

$t'_{\text{пз}}$ - время подготовительно-заключительных операций (9,5 % продолжительности смены), мин;

O - время отдыха, (10 % продолжительности смены), мин;

$t_{\text{вп}}$ - время на технологический перерыв на взрывные работы и проветривание забоя (12 % продолжительности смены), мин.