



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Горно-нефтяной факультет
Кафедра «Горная электромеханика»

**Практические занятия по дисциплине:
«Горные машины и оборудование»**

Модуль 1. Выемочные машины и оборудование

Практическое занятие 1 . Расчет силы действующей на резец в процессе резания. Методы определения физико-механических свойств горных пород

Разработал:
доцент каф. ГЭМ, канд. техн.
наук

Зверев Валерий Юрьевич

Физико-механические свойства горных пород как объектов разрушения

Физические свойства пород:

1. Объемная масса (масса единицы объема породы с учетом пор, трещин и их заполнителей)

$$\rho = \frac{m}{V_T + V_{Ж} + V_G},$$

где m - масса породы, кг;

V_T - объем твердой фазы в единице объема породы, m^3 ;

$V_{Ж}$ - объем жидкости в единице объема породы, m^3

V_G - объем газа в единице объема породы, m^3 .

2. Плотность

$$\rho_0 = \frac{m}{V},$$

где V - объем породы в горном массиве, m^3 .

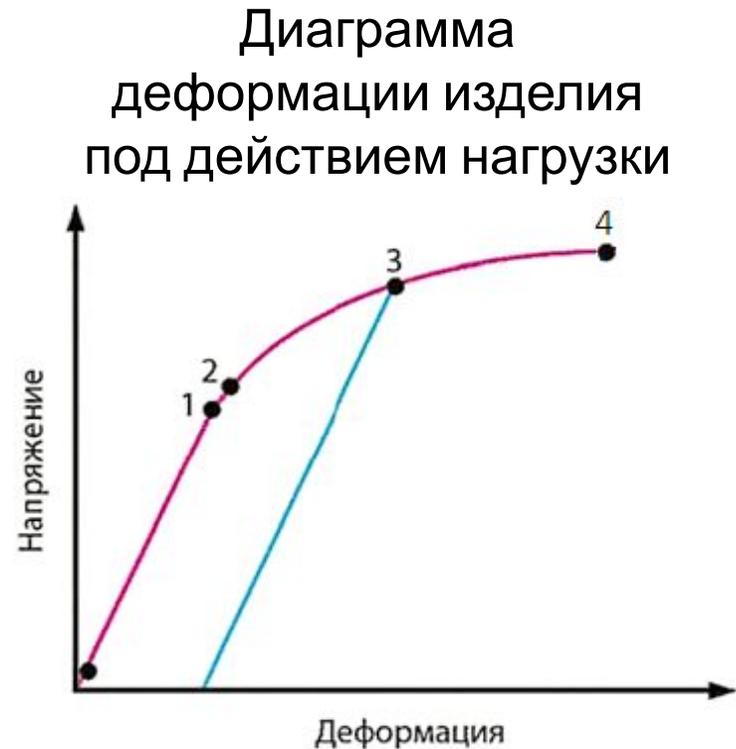
3. Удельный вес (вес единицы объема абсолютно сухой породы без учета пор и трещин).



Физико-механические свойства горных пород как объектов разрушения

Механические свойства пород:

1. **Прочность горных пород** - свойство горных пород сопротивляться разрушению под действием напряжений, возникающих под воздействием внешних сил.
2. **Хрупкость горных пород** - способность горных пород к разрушению без заметных пластических деформаций (не более 5 % от величины деформации разрушения).



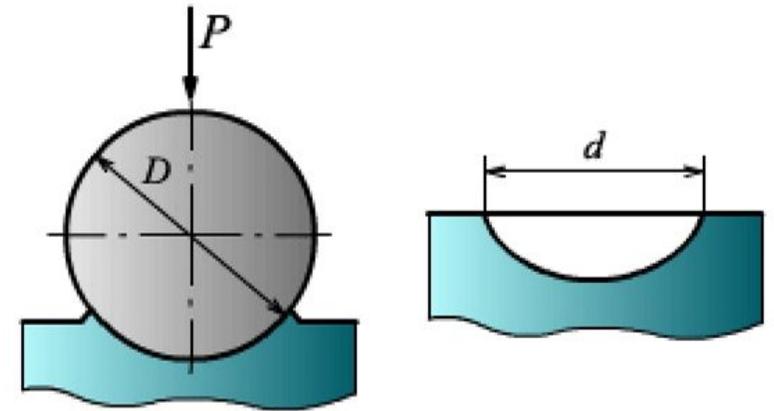
Физико-механические свойства горных пород как объектов разрушения

Механические свойства пород:

- 3. Вязкость горных пород** - способность горных пород необратимо поглощать энергию в процессе их деформирования. Вязкость обусловлена пластической деформацией и неупругостью горных пород.
- 4. Твердость горных пород** - свойство горных пород оказывать сопротивление внедрению в них других тел при сосредоточенном контактом силовом воздействии.

На практике определяют коэффициент относительной вязкости (специальными отрывниками заделываемыми в испытуемый массив) как отношение усилия, требуемого для отделения некоторой части горных пород от массива, к величине усилия, необходимого для отделения от массива известняка, принятого за эталон. Величина коэффициента изменяется от 0,5 до 3 (например, для мрамора 0,7; песчаника 1,2; гранита 1,3; кварцита 1,9; базальта 2,2).

Определение Твердости по методу Бринелля



$$HB = \frac{P}{F_{отп}} = \frac{2P}{\pi D \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right)}$$

Физико-механические свойства горных пород как объектов разрушения

4. **Абразивность горных пород** - способность горных пород изнашивать контактирующие с ними твердые тела. Обусловлена в основном прочностью, размерами и

$$A = \sum_{i=1}^{i=n} q_i / 2n,$$

где q_i - потеря массы эталонного стержня за каждый парный опыт (испытания проводят с двумя концами стержня), мг;

n - число парных опытов, выбираемых в зависимости от

размера зерен, коэффициента K абразивности породы $A = 5 \dots$ в высшей степени абразивные A

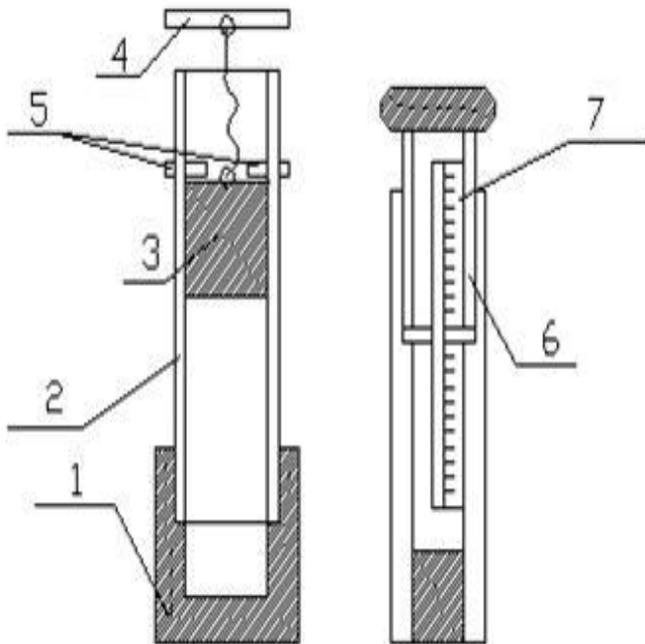
5. **Крепость горных пород** - совокупность механических свойств горных пород, проявляющейся в различных процессах при добыче и переработке полезных ископаемых.

$$f = \frac{20 \cdot n}{h},$$

где n - число сбрасываний гири при испытании одной навески;

h - высота столбика мелкой фракции в объемном измерении после испытания пяти навесок, мм.

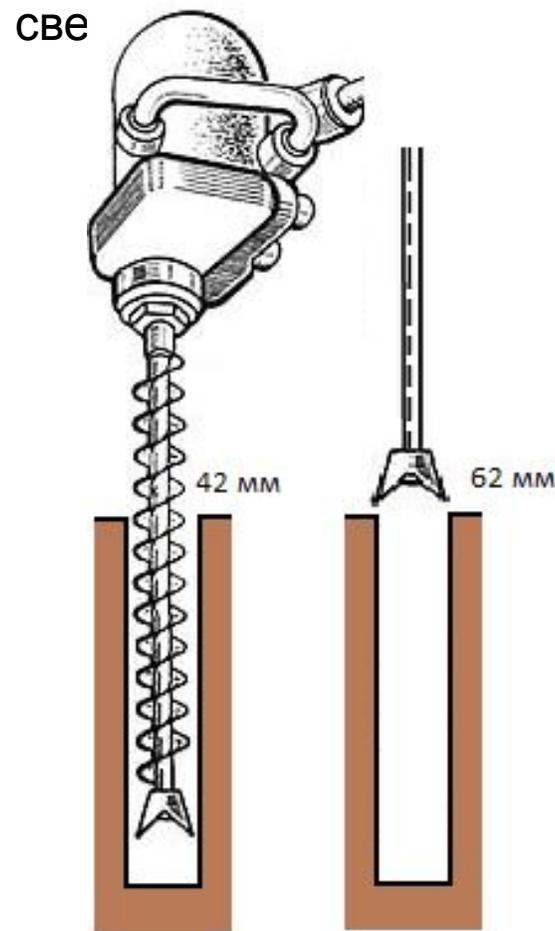
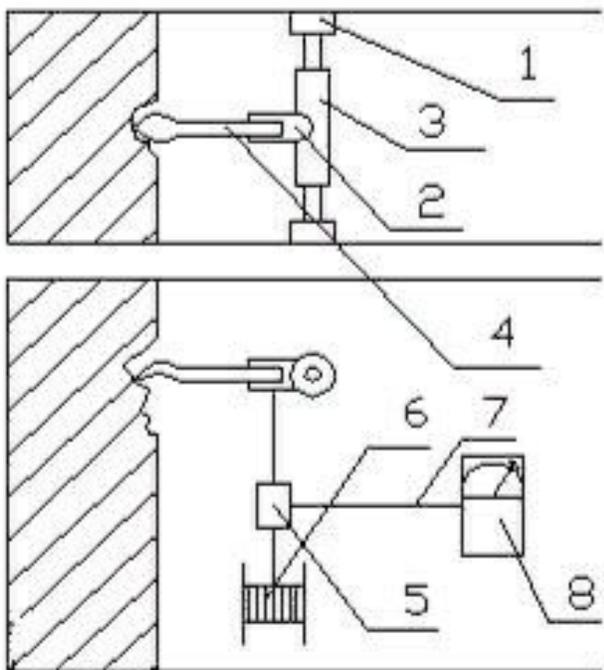
Стакан – 1; трубчатый копер – 2; гиря массой 2,4+0,01 кг – 3; ручка – 4; штифты – 5; объемомер, состоящий из стакана - 6 и плунжера - 7 со шкалой измерений с диапазоном показаний от 0 до 150 мм вдоль его продольной оси; сито с сеткой №05 ($d=0.55$ мм) для отсева порций после дробления.



Методы определения физико-механических свойств горных пород

6. Сопротивляемость резанию – это параметр, характеризующий приращение силы резания пород в массиве на 1 см толщины среза (единицы измерения силы / см).

Динамометрическое
све



Прибор ДКС-2 (динамометр крупного скола) :
1 - распорная стойка; 2 - державка; 3 - поворотная обойма; 4 - эталонный резец; 5 - датчик (динамометр); 6 - лебёдка; 7 - линия передачи данных; 8 - записывающий аппарат

СДМ-
1

Средняя сила резания на поворотном затупленном резце

$$P_z = A_p \cdot h_{cp} \cdot k_{t/h} \cdot k_B \cdot k_\alpha \cdot k_\phi \cdot k_\psi \cdot k_{BP}, \text{ Н},$$

где A_p – сопротивляемость резанию калийной руды,

$A_p = 4300 \text{ Н/см}$ (КР II Соликамских рудников);

h_{cp} – средняя толщина реза, см;

$k_{t/h}$ – коэффициент степени

блокированности реза;

k_B – коэффициент ширины режущей кромки;

k_α – коэффициент угла резания;

k_ϕ – коэффициент формы передней грани резца;

k_ψ – коэффициент ориентации резца;

k_{BP} – коэффициент вращения резца.

$$d_{M_{cp}} = h_m \cdot \frac{360^0 \cdot H_i}{\pi \cdot D_o \cdot \arccos\left(1 - \frac{2 \cdot H_i}{D_o}\right)},$$

$$k_{t/h} = \frac{\sqrt{68,1 - \left(\frac{t_{cp}}{h_{cp}} - 7,2\right)^2} - 3,25}{5};$$

$$k_B = 0,16 + 0,42 \cdot b_p,$$

где b_p – расчётная ширина режущей кромки, см;

$$k_\alpha = 0,021 \cdot \alpha_p - 0,04,$$

где α_p – угол резания;

коэффициент формы передней грани резца выбирается в зависимости от формы режущей кромки и формы передней грани резца;

$$k_\psi = 1 + 0,006 \cdot F,$$

где F – расчётная площадь контакта рабочей части резца с боковой поверхностью угла развала;

$$k_{BP} = \frac{2,3 - 0,0024 \cdot (\alpha_p - 93^0)^2}{0,021 \cdot \alpha_p - 0,04}.$$