

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И ДРОБЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

**ДИСЦИПЛИНА: ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И
ОБОРУДОВАНИЕ ЗАВОДОВ ТНСМ**

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ: МИТИНА Н.А., ДОЦЕНТ КАФЕДРЫ ТСН ТПУ

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ

Измельчение

это процесс разрушения твердых тел под действием внешних сил

это процесс последовательного уменьшения размеров кусков твердого материала от первоначального до требуемого

происходит по ослабленным сечениям, трещинам и дефектам после перехода за предел прочности

Дробление:

- крупное – размер кусков после дробления 100-200 мм
- среднее – 20-100 мм
- мелкое – 3-20 мм

Помол:

- грубый – размер частиц после помола менее 0,5 мм
- тонкий – менее 0,1 мм
- сверхтонкий – менее 0,05 мм.

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ

Степенью измельчения (i) – это отношение размера куска материала до измельчения (D) к размеру куска или частицы после измельчения (d)

$$i = \frac{D_{cp}}{d_{cp}}$$

$$D_{cp} = \frac{D_1 + D_2 + D_3}{3} = \sqrt[3]{D_1 \cdot D_2 \cdot D_3}$$

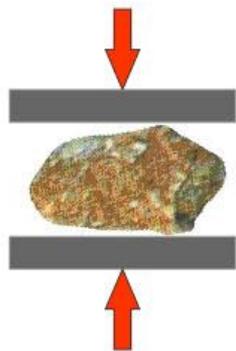
$$d_{ch} = \frac{d_1 \cdot a_1 + d_2 \cdot a_2 + \dots + d_n \cdot a_n}{\sum a}$$

d_1, d_2, d_n – размер фракции материала, см;

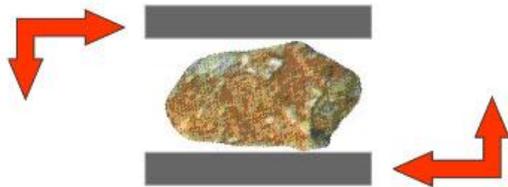
a – доля фракции, процентное содержание

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ

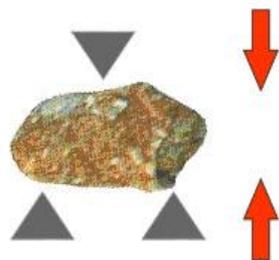
СПОСОБЫ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ



Раздавливание



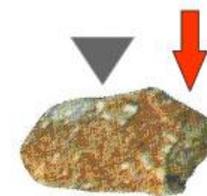
Истирание



Изгиб



Раскалывание



Свободный удар

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ

ТЕОРИИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

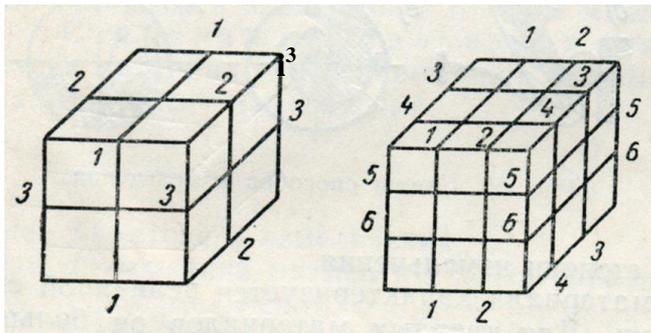
1. Поверхностная теория дробления. Риттенгер, 1867 г.

$$A = K \cdot \Delta S$$

K – постоянная Риттенгера,
 ΔS – изменение поверхности

Работа, затраченная при измельчении материала прямо пропорциональна вновь образованной поверхности.

Если кусок материала имеет правильную кубическую форму $d_1=1$ см



Размер кубика	Число плоскостей раздела	Совершаемая работа	Число кубиков	Степень измельчения
$d_2=1/2$ см	3	3A	$2^3=8$	2
$D_3=1/3$ см	$2+2+2=6$	6A	$3^3=27$	3
$d_n=1/n$ см	$3(n-1)$	$3A(n-1)$	n^3	n
$d_m=1/m$ см	$3(m-1)$	$3A(m-1)$	m^3	m

Материал размером D (кубик) \rightarrow поверхность $S=6D^2$. Размер кусков после дробления d

$$i = \frac{D_{cp}}{d_{cp}} \rightarrow i^3 S_1=6d^2. \rightarrow S_1-S=\Delta S=6d^2 \cdot i^3 - 6D^2=6d^2 \cdot D^3/d^3 - 6D^2 = 6D^2(i-1); \rightarrow \Delta S = 6D^2(i-1)$$

Q кг или $\frac{Q}{\rho}$ м³, то $n = \frac{Q}{\rho \cdot D_{cp}^3}$

$$A_n = K_p \frac{(i-1)Q}{D_{cp}}$$

закон Риттенгера,
 где K_p – постоянная Риттенгера.

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ

ТЕОРИИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

2. Объемная теория дробления Кирпичева-Кика.

Кирпичев 1871 г. - Ф. Кик 1885 г.

Энергия или работа необходимая для одинакового изменения формы геометрически подобных и однородных тел одинакового технологического состава пропорциональна объему или массе этих тел.

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{G_1}{G_2}$$



$$A = \frac{\sigma^2 \cdot V}{2E}$$

закон Кирпичева-Кика

E – модуль упругости, модуль Юнга; V – объем куска; σ – предел прочности при сжатии.

Недостаток теории - закон не учитывает работу на образование новых поверхностей, то есть используется при дроблении.

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ

ТЕОРИИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

3. Объединяющая теория дробления, акад. Л. Ребиндер, 1940 г.

$$A = \underbrace{K \cdot \Delta S}_{\text{тонкое измельчение помол}} + \underbrace{\sigma \cdot \Delta V}_{\text{крупное измельчение дробление}}$$

тонкое измельчение
помол

крупное измельчение
дробление

4. Другие теории измельчения

$$A = K_B \left(\frac{1}{d_{cp}} - \frac{1}{D_{cp}} \right) \cdot Q$$

Бонд Ф., 1949 г.

$$A = K_p \frac{i^{n-1} - 1}{D_{cp}^{n-1}} \cdot Q$$

Рундквист Ф , 1954