

Методы измельчения

а — раздавливание;

б — раскалывание;

в — удар;

г — излом;

д — истирание.

- В зависимости от физико-химических свойств измельчаемых материалов выбирают наиболее оптимальный вид измельчения для каждого типа материалов.

Материал	Метод измельчения
Прочный и хрупкий	Раздавливание, удар и излом
Прочный и вязкий	Раздавливание и истирание
Хрупкий, средней прочности	Удар, раскалывание и истирание
Вязкий, средней прочности	Истирание, удар и раскалывание



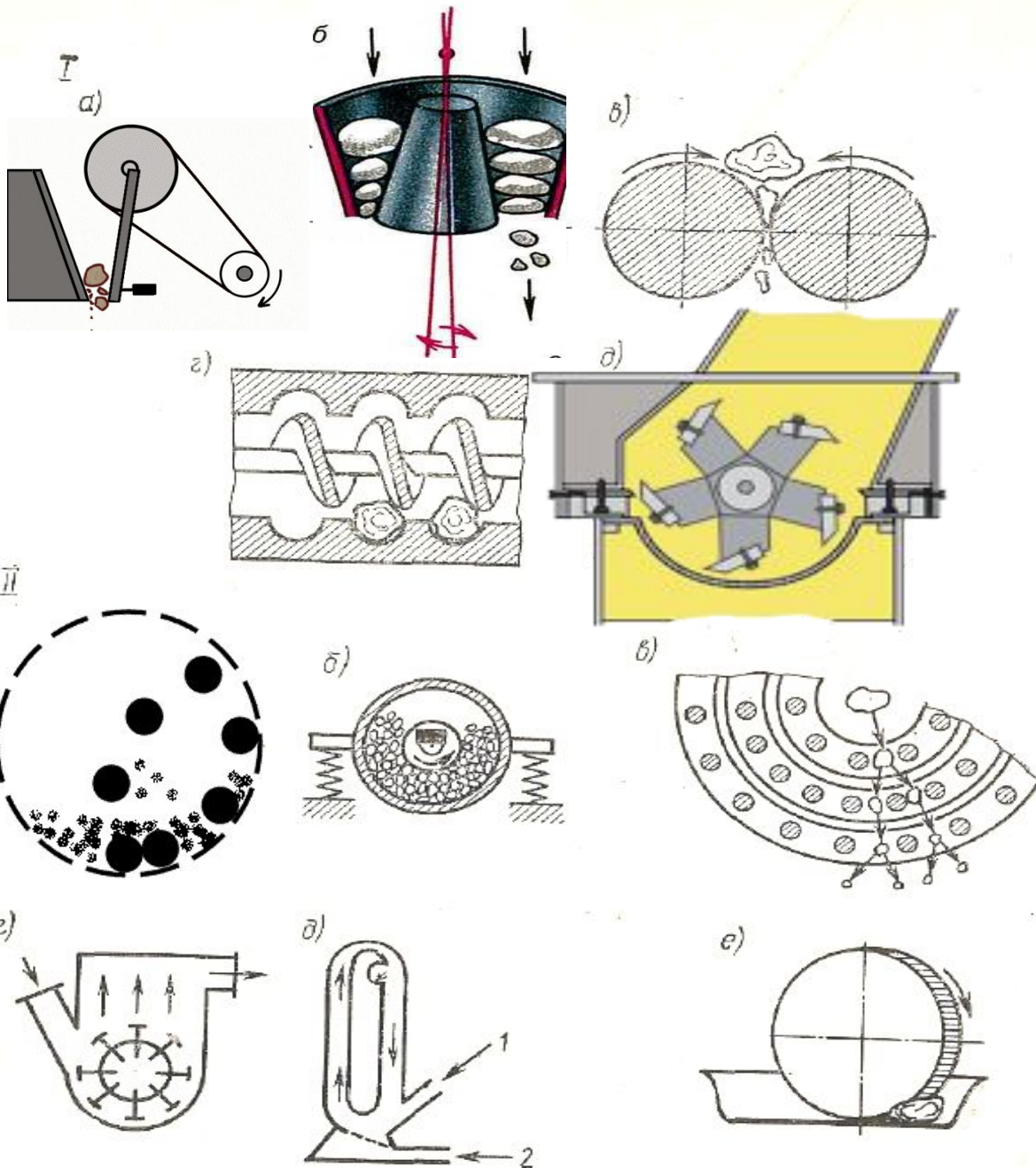
Принципиальные схемы измельчителей

I - дробилки

- а - щековая
- б - конусная
- в - валковая
- г - шнековая
- д - молотковая

II - мельницы

- а - шаровая
- б - шаровая
вибрационная
- в - дезинтегратор
- г - аэробильная
- д - струйная
 - 1 - материал
 - 2 - воздух
- е - бегуны



Основные законы измельчения

Закон Риттингера $W=k_R A$, где

W — затраченная работа

k_R — коэффициент пропорциональности

A — вновь образованная поверхность

Закон Кирпичева-Кика $W=k_K V$, где

k_K — коэффициент пропорциональности

V — объем измельчаемого материала

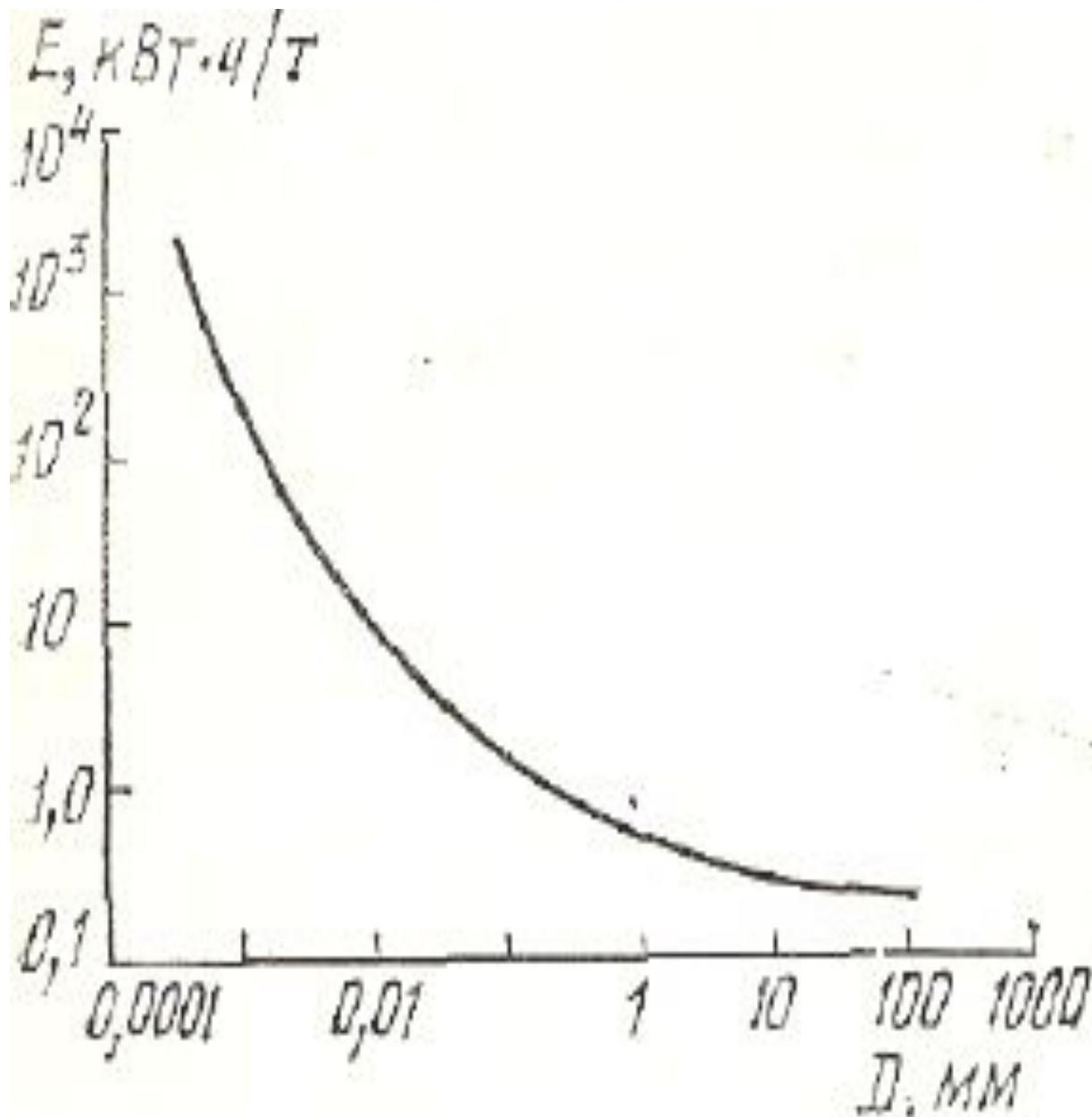
Закон Бонда $W=k_B \sqrt[3]{VA}$

k_B — коэффициент пропорциональности

-
- Теоретически при помолу расход энергии в 3...4 раза больше, чем при среднем дроблении. По практическим данным расход на помол действительно выше, чем на дробление, но не в 3...4 раза, а в 15...20 раз.
-



Диаграмма Хукки (связь между работой и размером конечной крупности материала)



Практическое количество
энергии, необходимой для
измельчения:

- Щебня $0,6 \dots 1$ кВтч/т
- Молотого песка $10 \dots 15$ кВтч/т
- Цемента $35 \dots 45$ кВтч/т

Теоретическая и истинная прочности материалов

На прочность строительных материалов решающее воздействие оказывает их строение, которое подразумевает такие параметры как количество и характер пор, кристаллическая решетка и др.

Тип связи (кристаллическая решетка)	Пример вещества с данным типом решетки	Энергия связи, кДж/моль	Теоретическая прочность связи, МПа
Ионная	NaCl	754	38000
Атомная	Алмаз	712	36000
Металлическая	Na	109	5500
Молекулярная	CH ₄	10	500
Водородная	Лед	5	2500



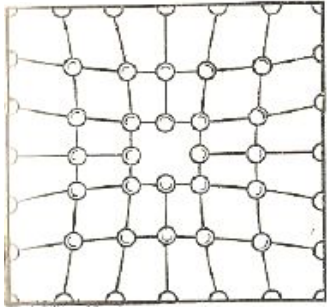
Теоретическая прочность – это такое критическое напряжение, которое надо квазистатически (медленно) приложить к идеальному бездефектному материалу при достаточно низких температурах, чтобы получить необратимую диссоциацию материала.

Истинная прочность рассматривает тела с присутствием дефектов, которые могут как уменьшать прочностные характеристики тела, так и увеличивать их.

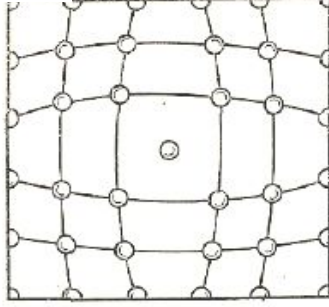
Дефекты в свою очередь подразделяют на точечные (т.н. нульмерные), одномерные и двумерные.



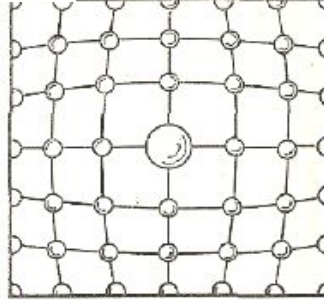
А)



Б)



В)



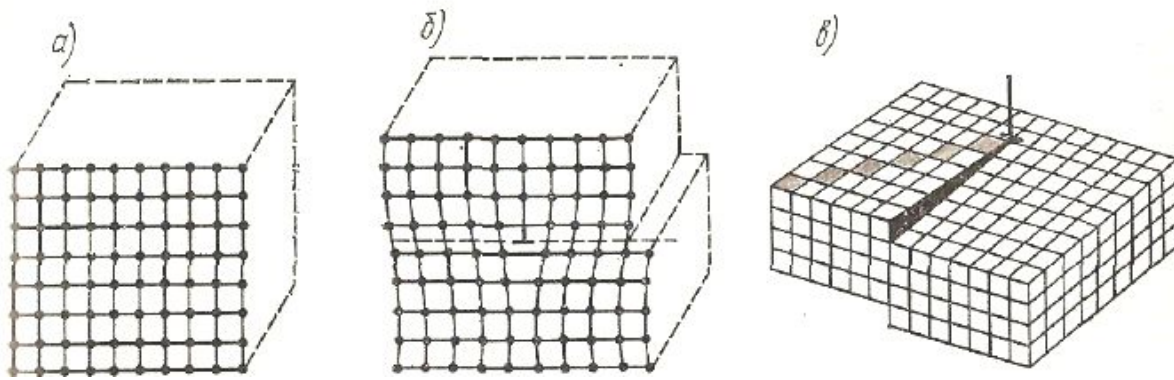
Точечные дефекты делят на:

- **Энергетические** - временные искажения регулярности решетки кристалла, вызванные тепловым движением или воздействием различных радиации;
- **Электронные** – к этому типу относят избыток и недостаток (дырка) электронов в валентных связях кристалла и парные дефекты (экситионы), состоящие из электрона и дырки, связанные между собой кулоновскими силами;
- **Атомные.**

Точечные атомные дефекты решетки

- А) Вакантный узел
- Б) Смещение атома из узла в межузловое пространство
- В) Внедрение чужеродного атома или иона в решетку





Схемы одномерных (линейных) дислокаций

- а) Кристалл идеальной структуры
- б) Кристалл с краевой дислокацией
- в) Кристалл с винтовой дислокацией

Идеальная дислокация (а) сформирована в виде семейства параллельных друг другу атомных плоскостей.

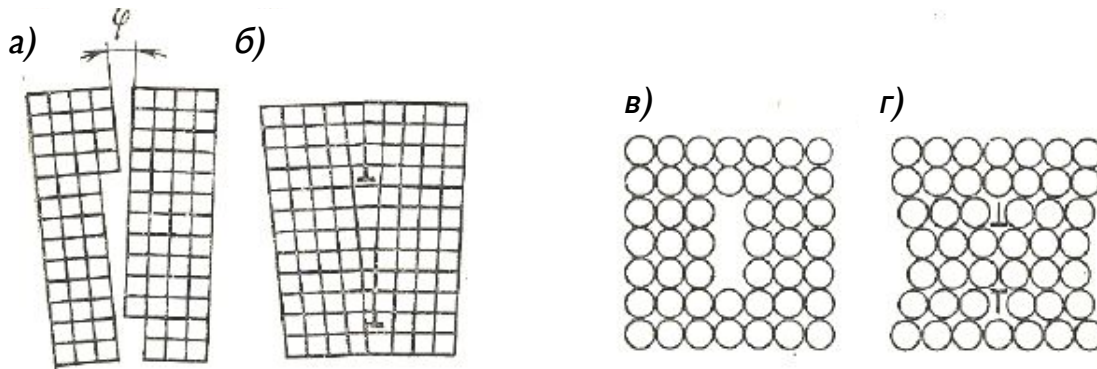
Краевая дислокация (б) образуется в случае обрыва одной атомных плоскостей.

В случае **винтовой дислокации** (в) атомные плоскости представляют собой систему, подобную винтовой лестнице.

Область наибольших искажений решетки называется ядром дислокации.

К **двумерным (плоскостным) дефектам** относятся границы между зёрнами кристаллов, ряды линейных дислокаций. Сама поверхность кристалла может рассматриваться как двумерный дефект.





При срастании (а, б) кристаллическая решетка в плоскости соприкосновения будет иметь различную ориентацию. Следовательно, возникнет переходный слой, в котором решетка с ориентацией одного блока переходит к ориентации другого блока.

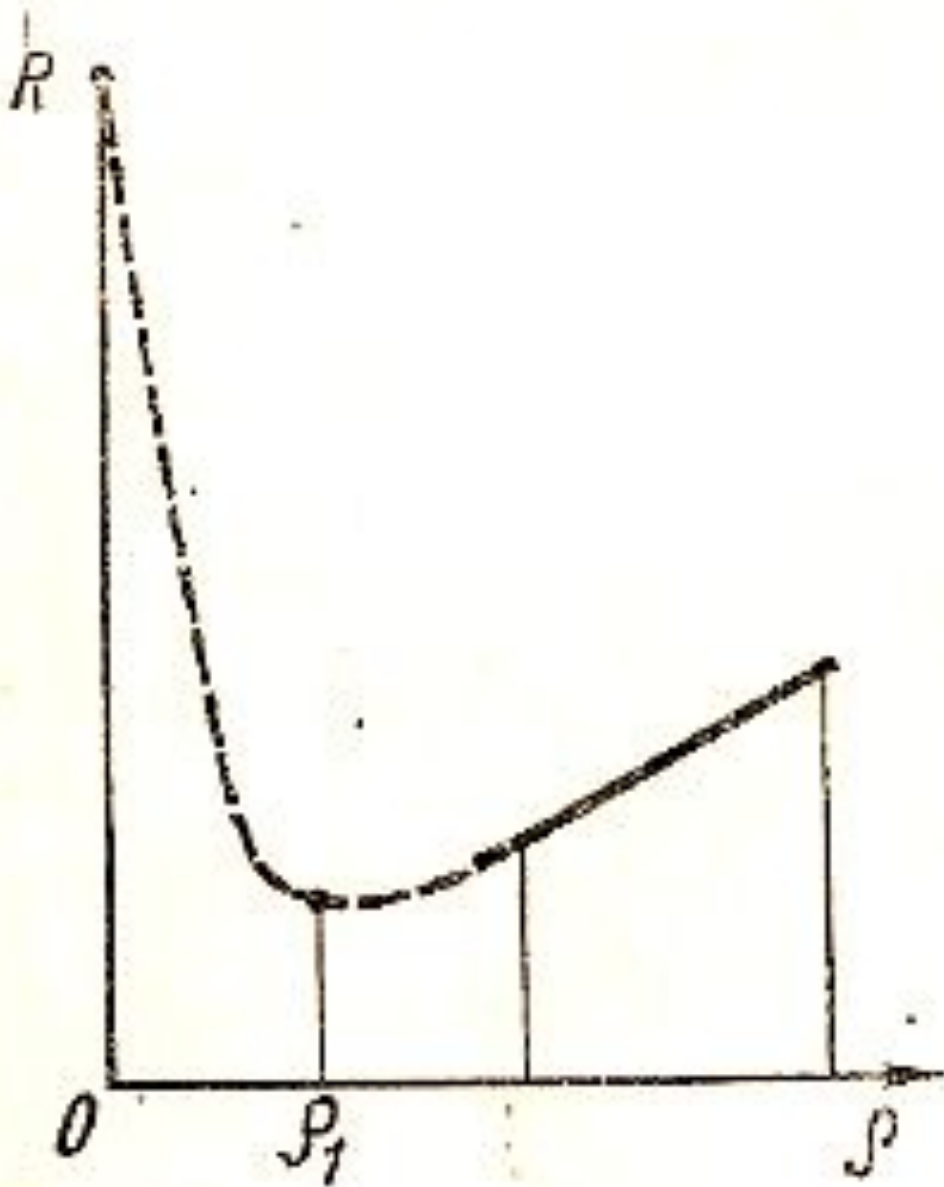
По мере развития пластической деформации и роста количества дефектов кристалл упрочняется. Сущность этого упрочнения состоит во взаимодействии дислокаций друг с другом и с другими дефектами решетки, приводящем к затруднению перемещения их в решетке кристалла.

Образование дислокаций

На границах блоков

- а) Блоки, растущие навстречу друг другу
 - б) Возникшие дислокации
- Образование дислокаций из скопления вакансий
- в) Скопление вакансий в кристалле
 - г) Возникшие дислокации

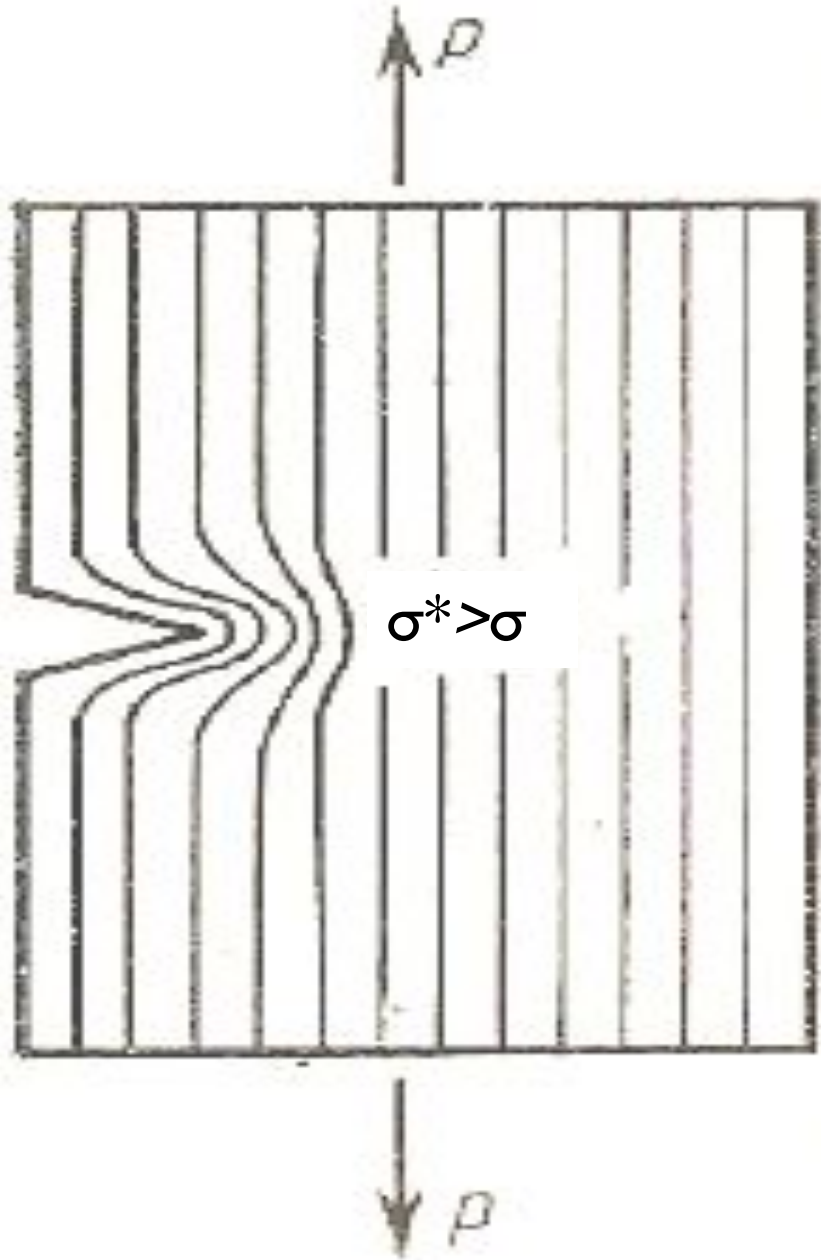




Зависимость сопротивления деформации R от числа дефектов ρ в единице объема

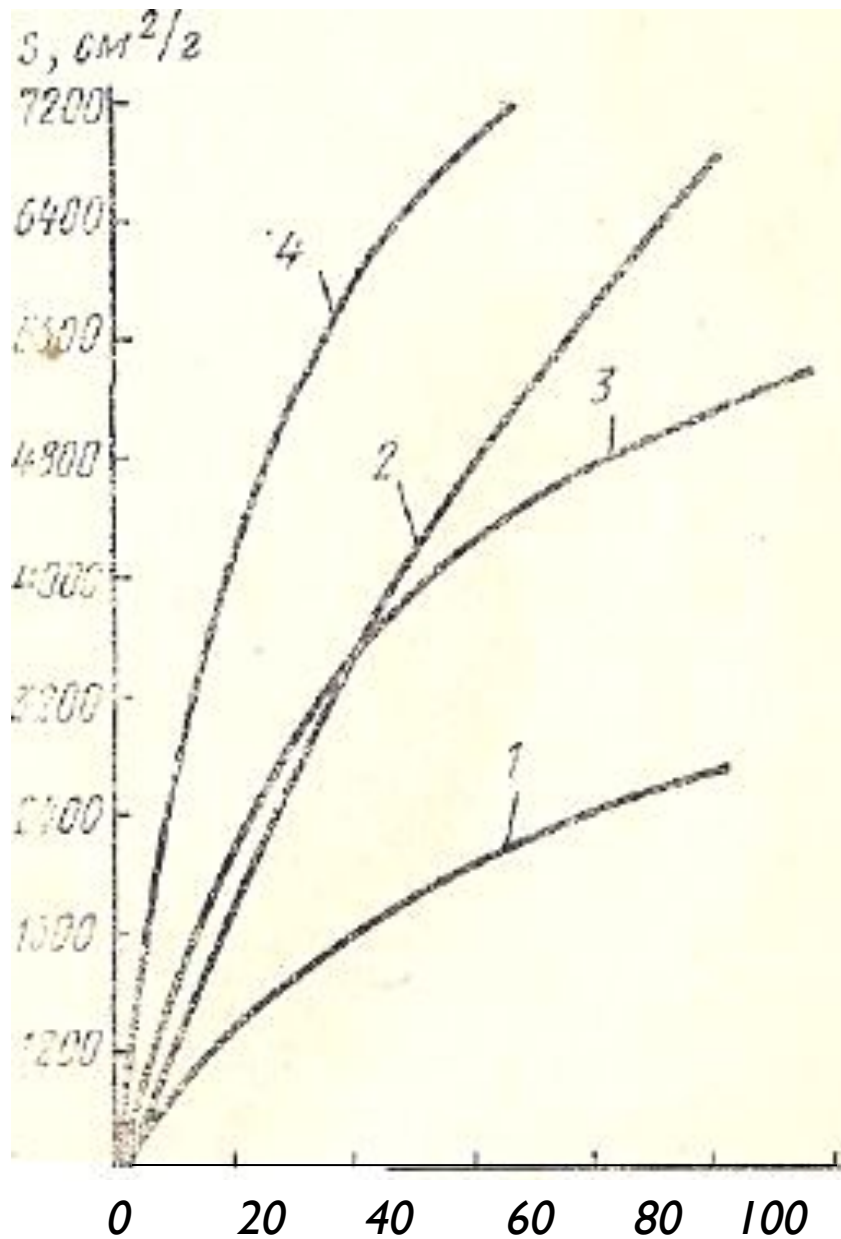
Применяющиеся в настоящее время методы упрочнения (наклеп, легирование) соответствуют правой полой ветви кривой. Методы упрочнения соответствующие левой ветви, приводят к получению бездефектных кристаллов.





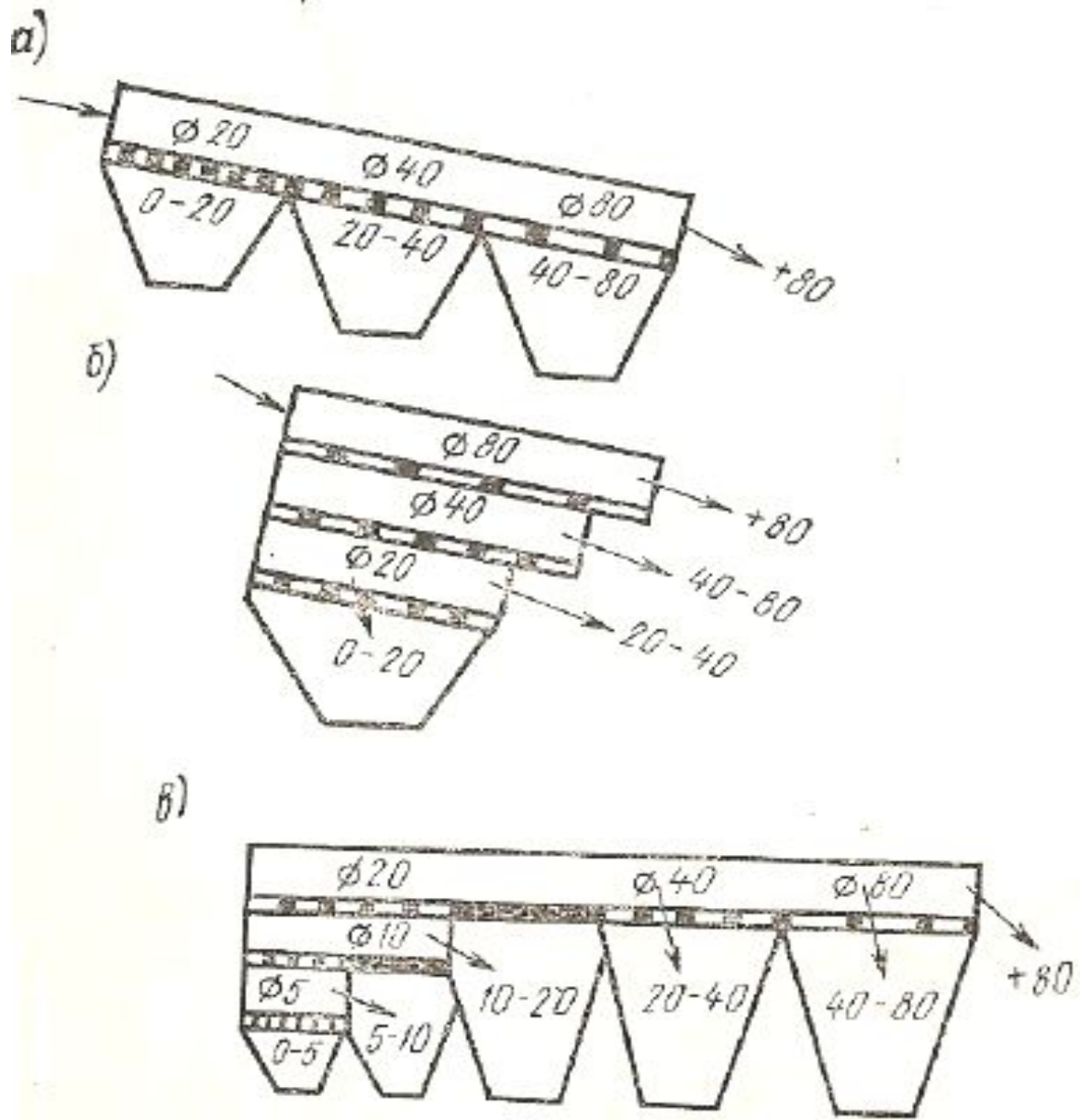
концентрации напряжений у вершины трещины

При растяжении на краях микротрещин возникает локальное перенапряжение σ^* , которое во много раз превосходит среднее напряжение σ , рассчитанное на все сечение образца. Если перенапряжение у вершины наиболее опасной трещины достигает теоретической прочности σ_T , то происходит катастрофическое (со скоростью, близкой к скорости звука) разрастание трещины и образец разделяется на части.



Кинетика измельчения и размолоспособность

Из графиков, построенных по результатам опытов В. Товарова при помоле шлака (1), песка (2), клинкера (3) и известняка (4), следует, что при малом изменении удельной поверхности ее прирост Δs почти пропорционален затраченной энергии E (гипотеза Риттингера). При значительном увеличении удельной поверхности закон прямой пропорциональности нарушается и поверхность растет значительно медленнее, чем работа.



Методы механической классификации

Известны два основных вида классификации:

механическая

(грохочение)

и

гидравлическая.

Принципиальные схемы грохочения:

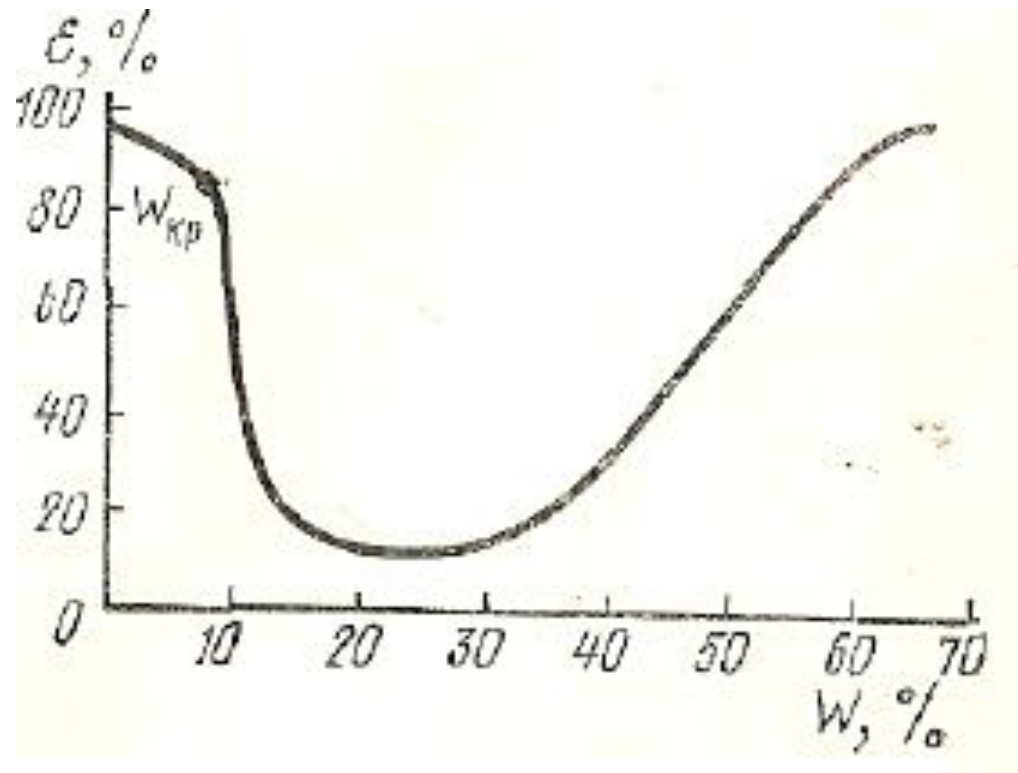
а) от мелкого к крупному;

б) от крупного к мелкому;

в) комбинированная.

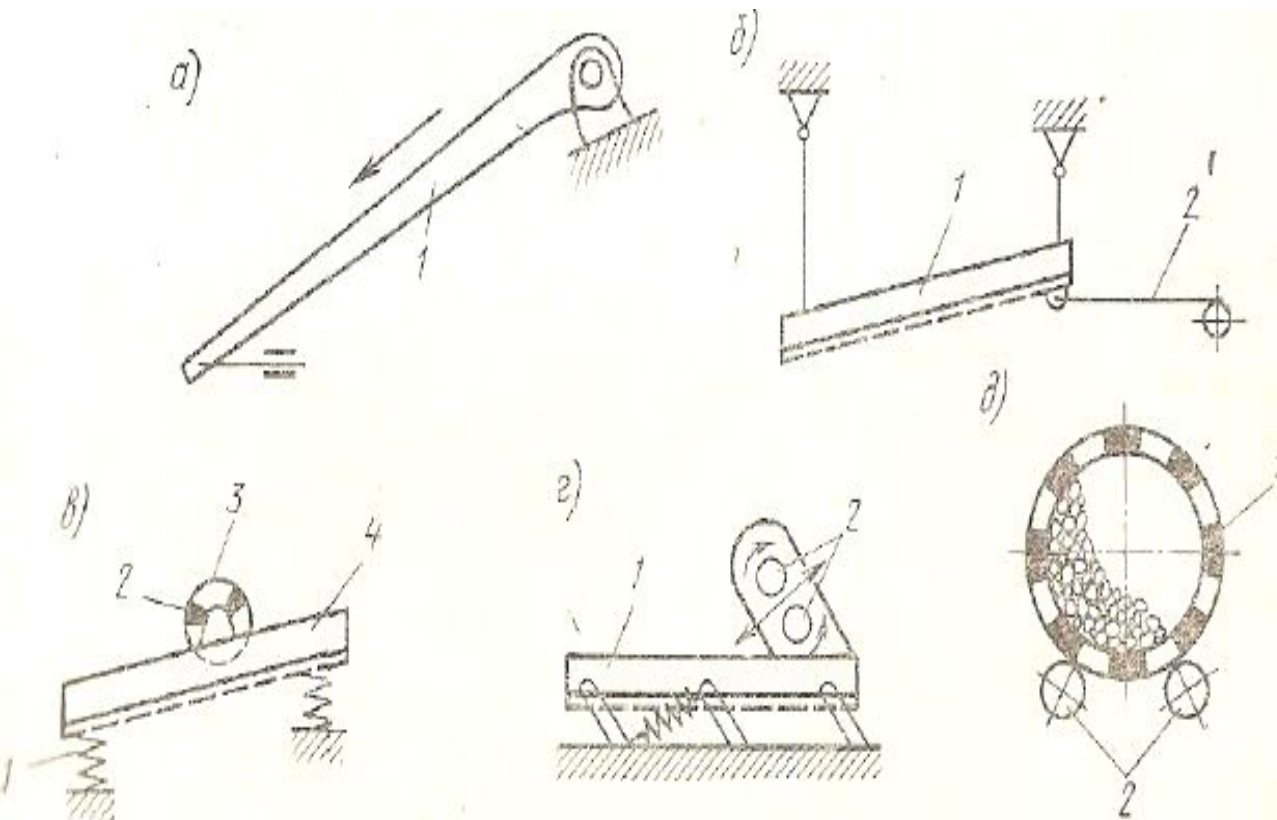
Зависимость эффективности грохочения от влажности

Начальный участок кривой, примерно до $W_{кр} = 8\%$, — слабо наклонная прямая. При критической влажности известняка кривая резко падает, так как происходит залипание отверстий грохота. В пределах $12\% < W < 40\%$ грохочение практически прекращается — до 70% материала, подлежащего проходу, остается на сите. При дальнейшем увеличении влажности наступает переход к мокрому грохочению и эффективность снова повышается. При мокром грохочении ($W > 50\%$) с увеличением воды орошения



эффективность грохочения

Принципиальные схемы механических грохотов



а) неподвижный грохот;

б) качающийся грохот;

в) виброгрохот с инерционным приводом;

г) виброгрохот с направленными колебаниями;

д) барабанный грохот.

