

ФГБОУ ВПО «Орловский государственный университет»

МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ

**Кафедра фармакологии, клинической фармакологии и
фармации**

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

ЛЕКЦИЯ

**Измельчение твердых тел и
лекарственного растительного
сырья.**

**Лектор: доцент каф. фармакологии,
клин. фармакологии и фармации,
к. фарм. н.
Карасев Михаил Михайлович**



- **Измельчение** — процесс уменьшения размеров кусков (частиц) твердых материалов путем механического воздействия.

- **Цели измельчения:**

вспомогательный процесс - применяется для обеспечения растворения, экстракции, сушки и т. д. (эти процессы протекают тем скорее и полнее, чем больше поверхность участвующих в них твердых веществ);

основной процесс - применяется для получения готовых лекарственных форм с определенной степенью дисперсности (сборы, порошки) .

Назначение измельчения:

- повышение биологической доступности и терапевтической эффективности лекарственных веществ в лекарственных формах;
- изменение физических свойств измельчаемых твердых тел с целью достижения необходимых параметров (сыпучесть, насыпная масса, объемная плотность, свободная поверхность);
- достижение равномерности распределения индивидуальных компонентов в многокомпонентных смесях;
- ускорение массообменных процессов (сушка, экстрагирование, растворение) и химических реакций.

Твердые тела

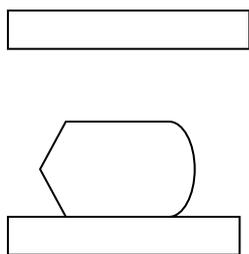
```
graph TD; A[Твердые тела] --> B[Аморфные]; A --> C[Кристаллические]; A --> D[С клеточной структурой];
```

Аморфные

Кристаллические

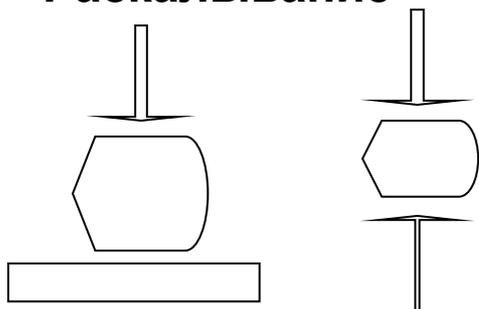
С клеточной
структурой

Раздавливание



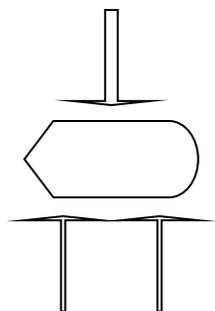
Механическая сила прикладывается сверху, поверхности рабочих элементов измельчителя обычно плоские. Измельченное тело деформируется во всем объеме и когда внутреннее напряжение в нем превышает предел прочности, тело разрушается – получают кусочки разных размеров и формы.

Раскалывание



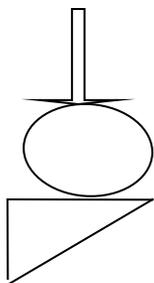
Сила прикладывается сверху и снизу с помощью клинообразных рабочих элементов измельчителя. Ввиду того, что тело распадается на части только в местах концентрации наибольших нагрузок, полученные кусочки могут быть однородны по размерам, но не по форме.

Разламывание



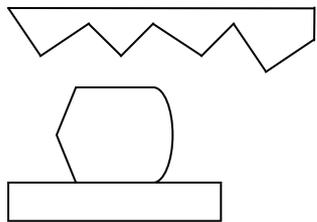
Измельченное тело разрушается под влиянием изгибающихся сил, действующих навстречу друг другу с приложением одной верхней силы и двух нижних. Размеры и форма приблизительно такие, как при раскалывании.

Изрезывание



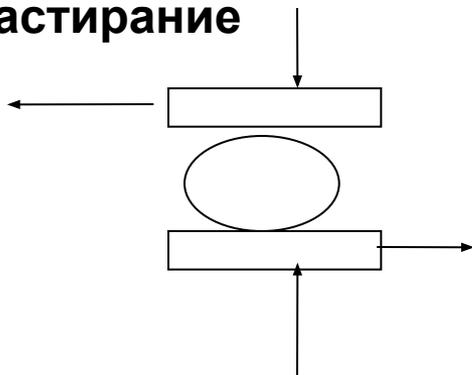
Механическая сила прикладывается сверху, обычно рывком, рабочие элементы измельчителя острые, режущие (ножи). При этом получают кусочки требуемых размеров и формы.

Распиливание



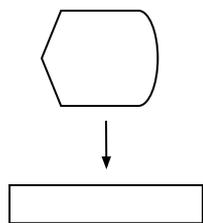
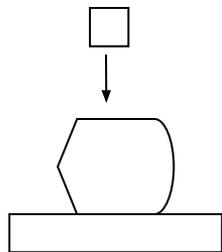
Сила прикладывается со стороны; рабочие элементы измельчителя с острой зубчатой поверхностью. Кусочки – нужных размеров и форм.

Растирание



Сила прикладывается сверху и со стороны; Поверхности рабочих элементов измельчителя сферические или плоские. Тело измельчается под действием одновременно сжимающих, растягивающих и срезающих сил, в результате чего получают порошкообразные продукты.

Удар



Тело разрушается под влиянием внезапно действующих сил. Удар может быть осуществлен двояко:

- 1) по измельчаемому телу производится удар рабочими элементами измельчителя: молотками, падающими шарами;
- 2) измельчаемое тело само сталкивается с рабочими элементами измельчителя.

В первом случае эффект измельчения будет зависеть от кинетической энергии ударяемого тела, во втором – определяется остротой столкновений разрушаемого тела с рабочими элементами измельчителя.

Упругая деформация

Предел упругости

Пластическая деформация

Предел пластичности

Разрушение

Характеристика видов и классов измельчения.

Вид измельчения	Класс измельчения	ММ	
		D	d
Дробление	Крупное	1000	250
	Среднее	250	20
	Мелкое	20	1-5
	Грубое	1-5	0,1-0,04
	Среднее	0,1-0,04	0,005-0,015
Размол (порошкование)	Тонкое	0,1-0,04	0,001-0,005
	Коллоидное	<0,1	< 0,001

Отношение линейных кусков до измельчения (D) и после него (d) называется степенью измельчения. Можно говорить и об объеме степени измельчения (отношение объема куска до измельчения (D) и после него (d)).



```
graph TD; A[Измельчение] --> B[Поверхностное]; A --> C[Объемное]
```

Измельчение

Поверхностное

Объемное

Теория измельчения Риттингера (нем.) в 1867г.:

работа, затрачиваемая на измельчение, прямо пропорциональна вновь образующейся поверхности в измельчаемом материале

$$A = K \Delta F$$

K – коэффициент пропорциональности;

ΔF – вновь образующаяся поверхность.

По гипотезе Риттингера, работа, затрачиваемая на измельчение, расходуется на образование трещин, расколов.

Теория измельчения Кирпичева - Кика

В.Н. Кирпичев в 1874 году, а позднее Кик (нем.) предложили «объемную» гипотезу дробления, по которой *расход энергии на измельчение данного материала приблизительно равен его объему или весу:*

$$A = \delta^2 V / 2E$$

δ – величина разрушающих напряжений;

V – объем дробимого тела;

E – модуль упругости измельчаемого материала.

!!! ни одна из этих гипотез, взятых порознь, неприменима к объяснению природы измельчения

Теория измельчения Ребиндера - 1927 г.

энергия, затрачиваемая на измельчение материала, представляет собой сумму работ, идущих на деформацию дробимого тела и на образование новых поверхностей

$$A = \delta^2 V / 2E + K \Delta F$$

**1-е слагаемое уравнения - формула Кирпичева-Кика;
2-е – формула Риттингера.**

Таким образом, работа измельчения приблизительно равна как вновь образовавшейся поверхности, так и объему измельченного материала.

Расход энергии при измельчении возрастает с уменьшением размера частиц. В связи с этим во избежание непроизводительных затрат крайне важно, чтобы при организации процесса был заранее известен ожидаемый размер частиц после дробления.

«Не дробить ничего лишнего» – таково основное правило дробления. С целью уменьшения расхода энергии в ряде случаев целесообразно периодически удалять достаточно измельченные частицы из сферы помола.

Классификация измельчающих машин по способам измельчения

- 1. Изрезающего и распиливающего действия (траворезки-соломорезки, корнерезки, машины с дисковыми пилами).
- 2. Раскалывающего и разламывающего действия (щековые дробилки).
- 3. Раздавливающего действия (гладковалковые дробилки, вальцовые мельницы, валковые дробилки с нарезной рифленой поверхностью).
- 4. Истирающе-раздавливающего действия (дисковые мельницы — эксцельсиор).
- 5. Ударного действия (молотковые мельницы, дезинтеграторы, дисмембраторы, струйные мельницы).
- 6. Ударно-истирающего действия (шаровые мельницы, вибромельницы).
- 7. Коллоидные измельчители (струйные, вибрационные).

Классификация по степени измельченности материала

- Дробилки — для крупного, среднего и мелкого дробления.
- Мельницы — для тонкого и коллоидного измельчения.

Классификация по характеру рабочего инструмента

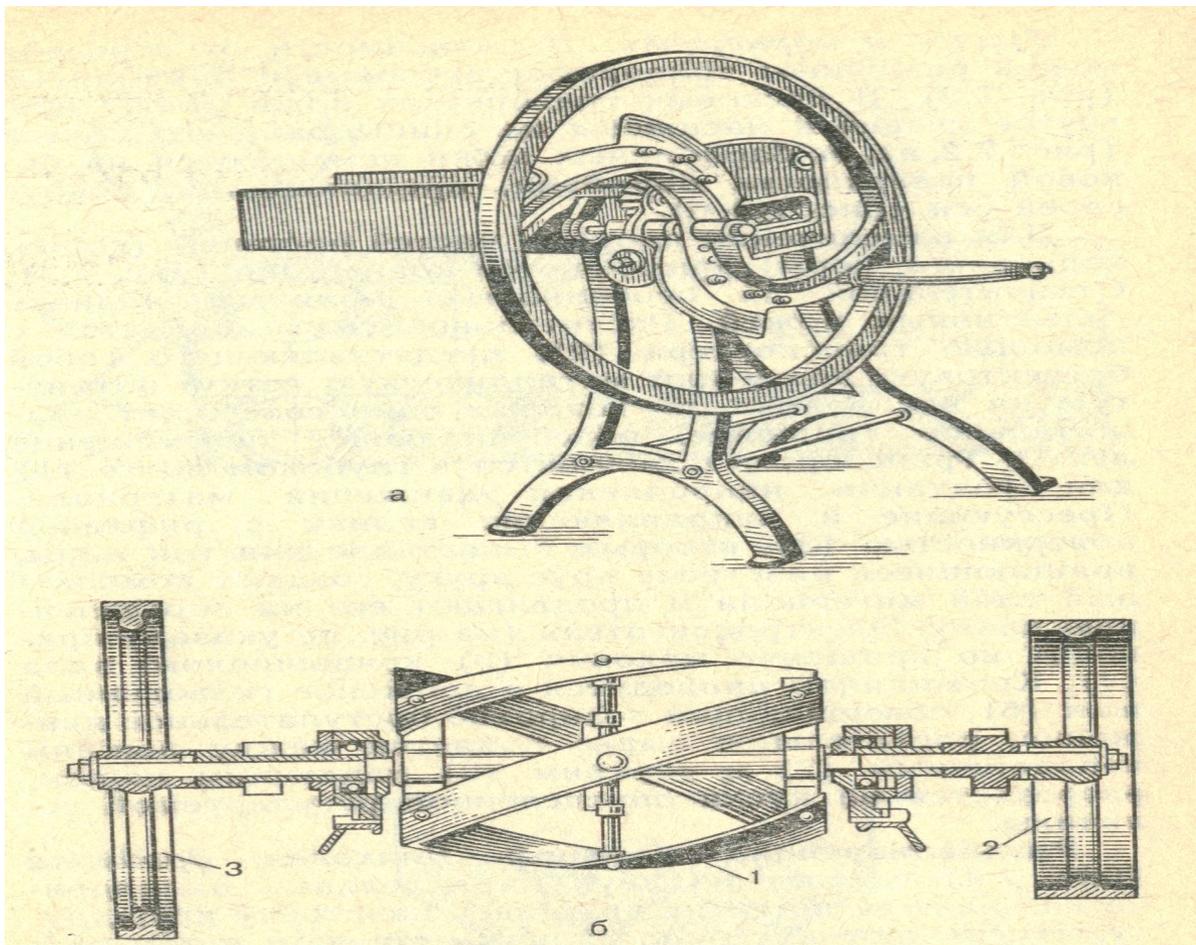
- Дисковые,
- шаровые,
- роторные,
- валковые,
- молотковые и др.

Связь структурно-механических свойств материалов и рекомендуемых методов измельчения

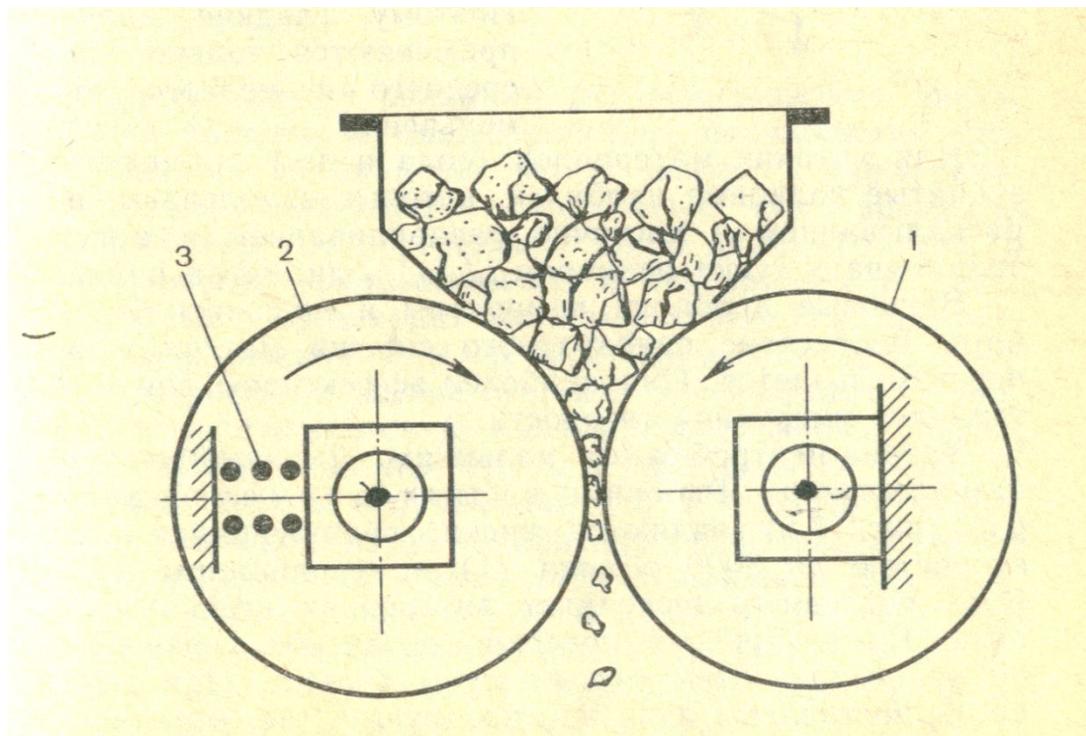
Вид материала	Способ измельчения
Твердый и хрупкий	Раздавливание, удар
Твердый и вязкий	Раздавливание, истирание
Хрупкий средней твердости	Удар, раскалывание и истирание
Вязкий средней твердости	Истирание или удар
Волокнистый с клеточной структурой	Изрезывание, истирание

Классы измельчения в различных типах машин

Класс измельчения	Типы машин
Крупное дробление	Щековые, конусные дробилки
Среднее дробление	Конусные, валковые дробилки траво- и корнерезки
Мелкое дробление	Валковые, молотковые, ударно-центробежные мельницы
Тонкое измельчение	Ударно-центробежные, шаровые мельницы
Сверхтонкое измельчение	Вибрационные, струйные, коллоидные мельницы, криогенные

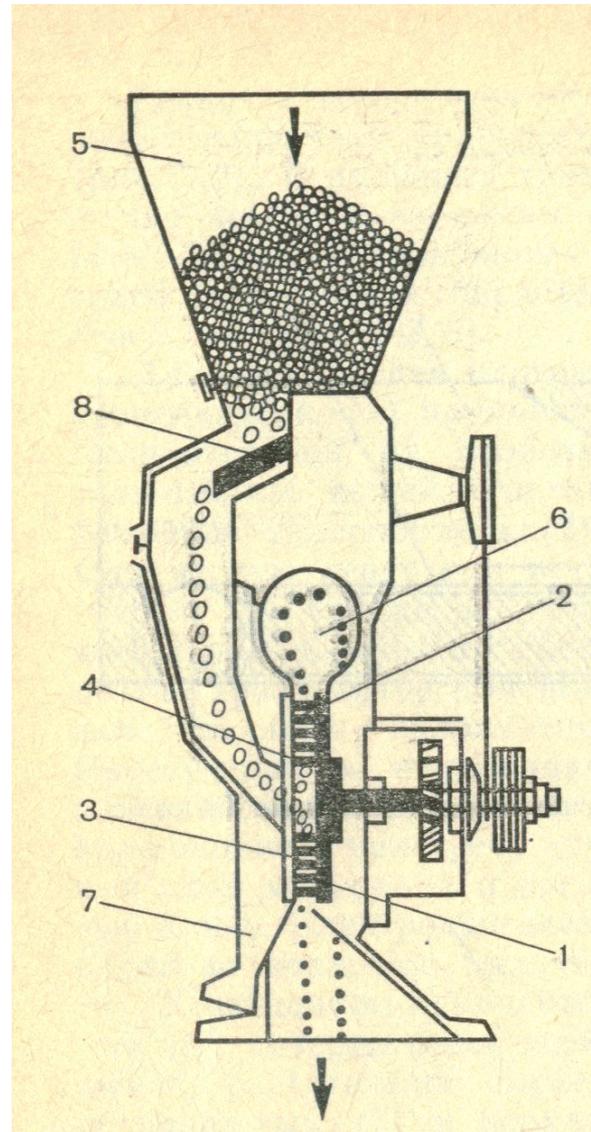


■ Траворезка

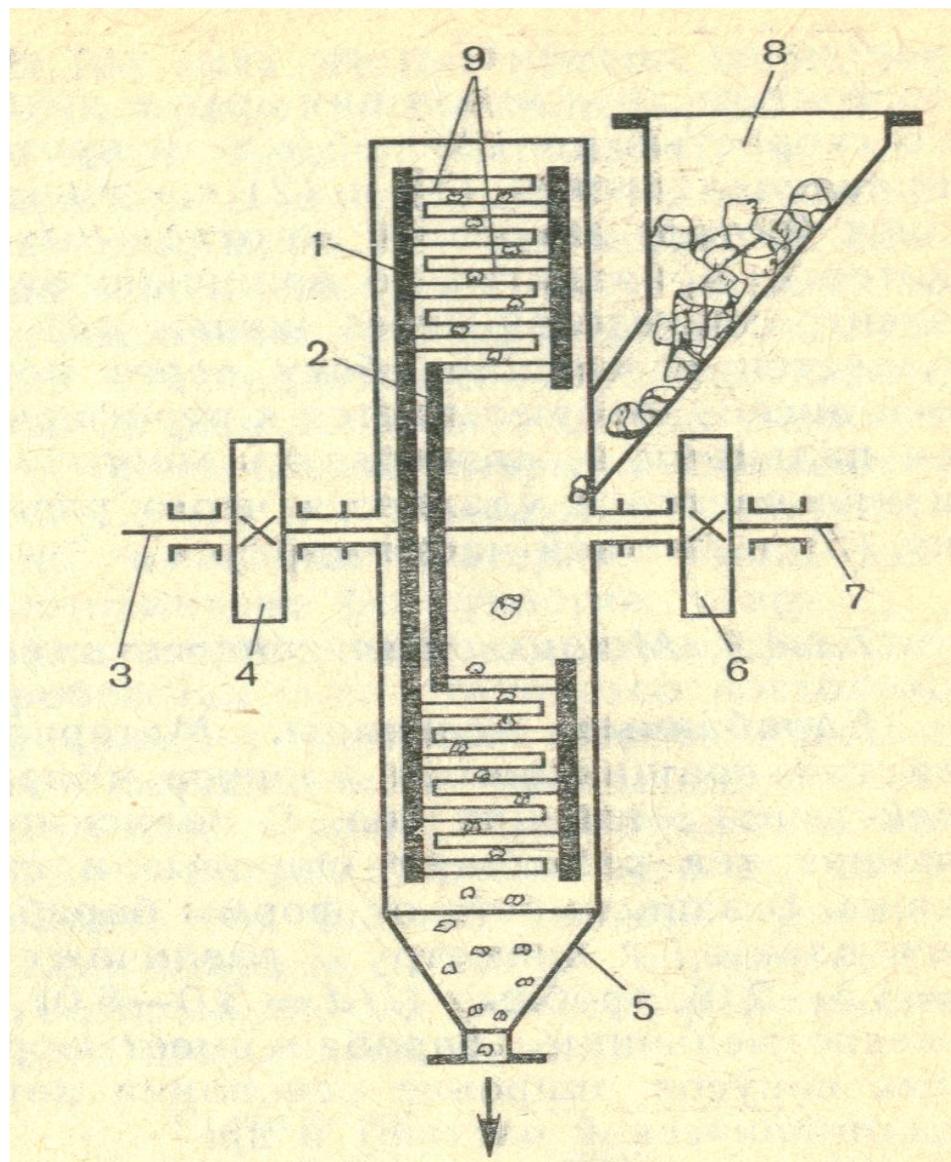


Валковая дробилка

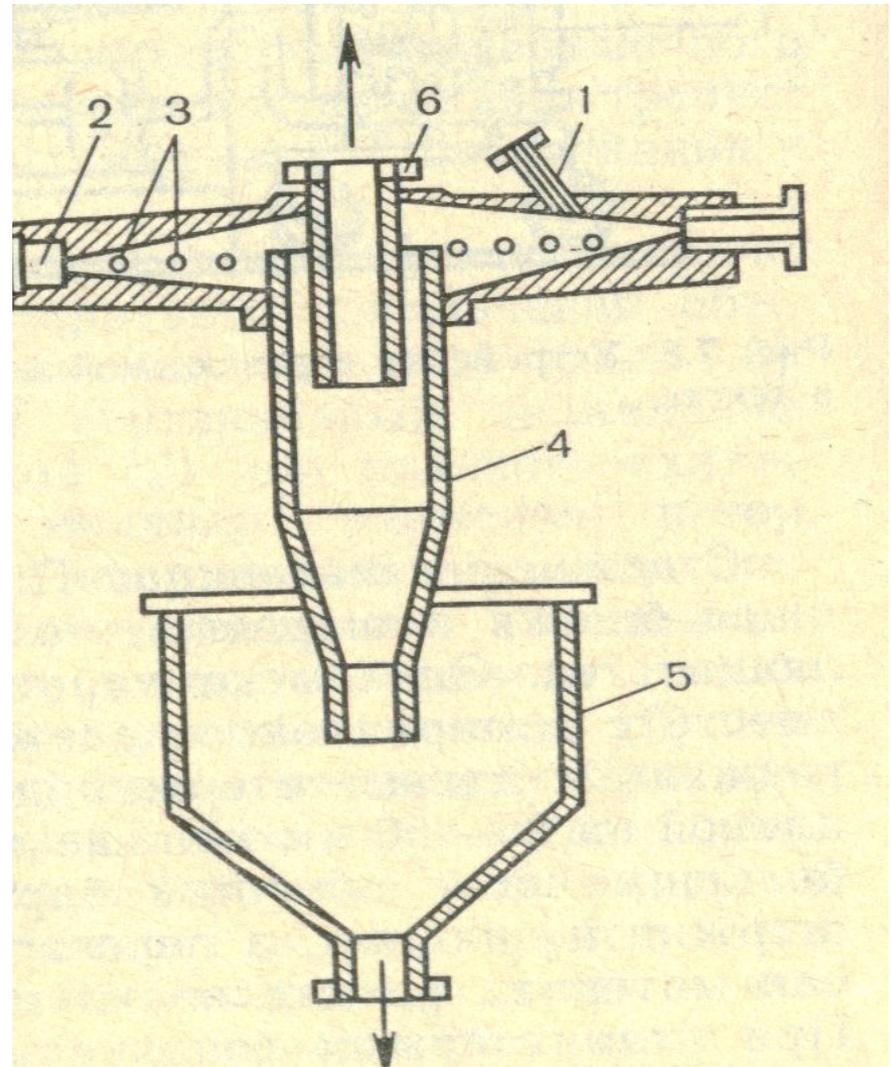
Дезинтегратор

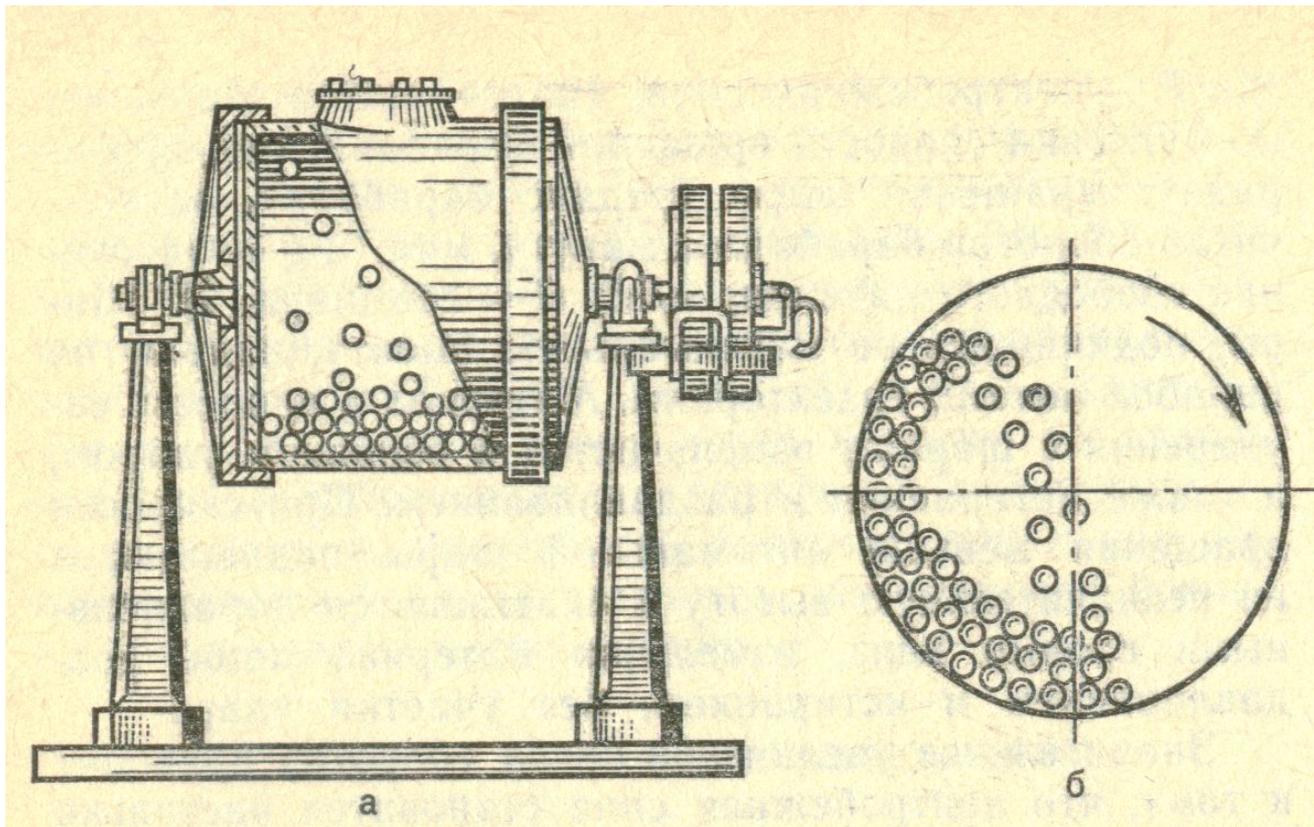


Дисмембратор



Струйная мельница





Шаровая мельница

Принцип работы шаровой мельницы

- Шаровая мельница применяется для тонкого измельчения. Мелющие тела — стальные или фарфоровые шары диаметром 25-150 мм.
- Барабан загружают на 40-45% объема.
- При вращении шары поднимаются по направлению вращения и падают по параболическим траекториям.
- Измельчение материала происходит при падении шаров в результате удара и истирания.
- Рабочее число оборотов составляет 75% критического
-



Спасибо за внимание!