

# **МЕХАНИЗАЦИЯ** **ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНОВЫХ** **КОРМОВ**

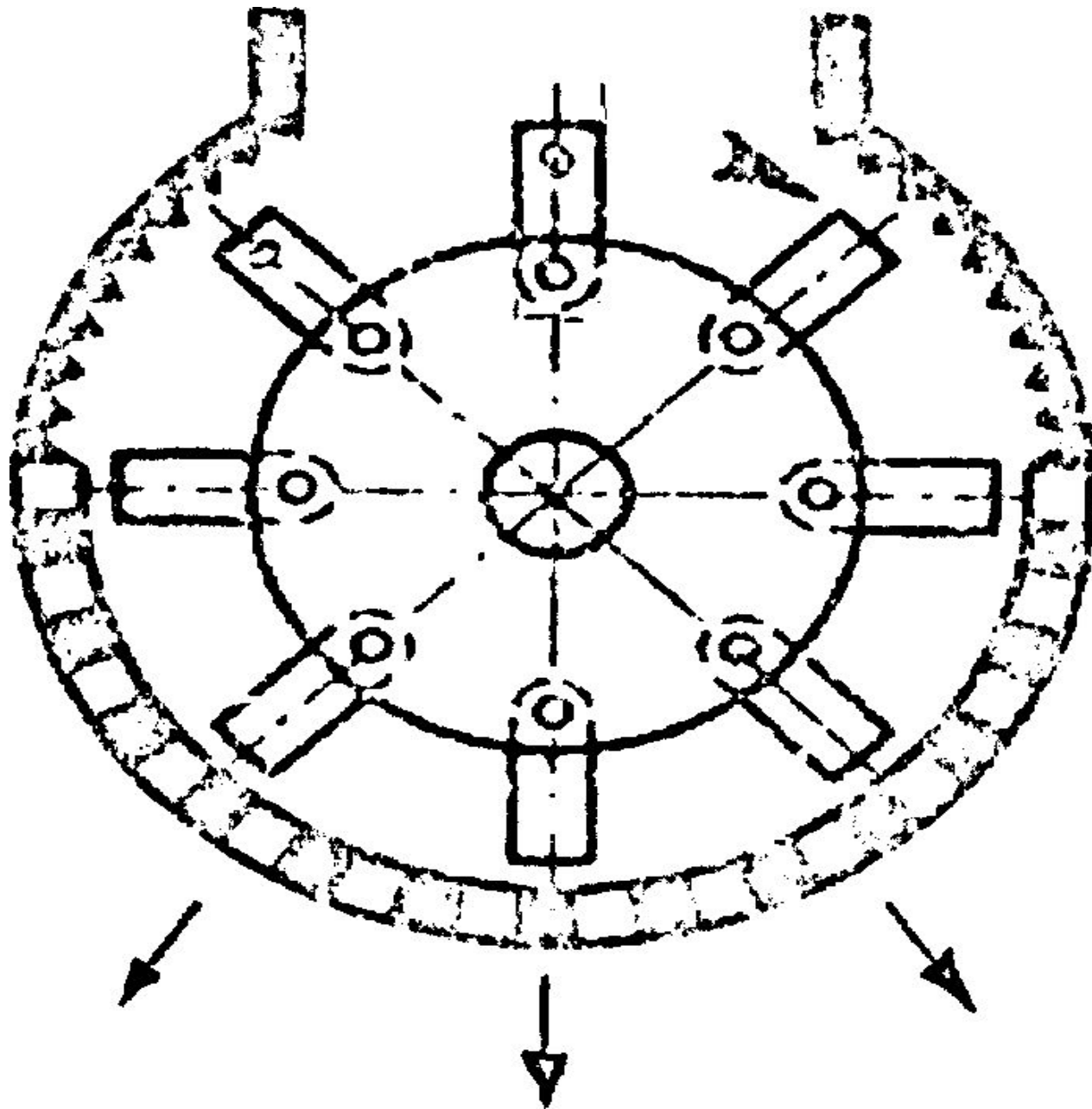
- 1. Классификация машин для измельчения кормов и принципы их измельчения.
- 2. Машины для измельчения концентрированных кормов.
- 3. Механизм разрушения твердых тел.
- 4. Основы теории измельчения кормов.

## • **КЛАССИФИКАЦИЯ МАШИН ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ КОРМОВ И ПРИНЦИПЫ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ.**

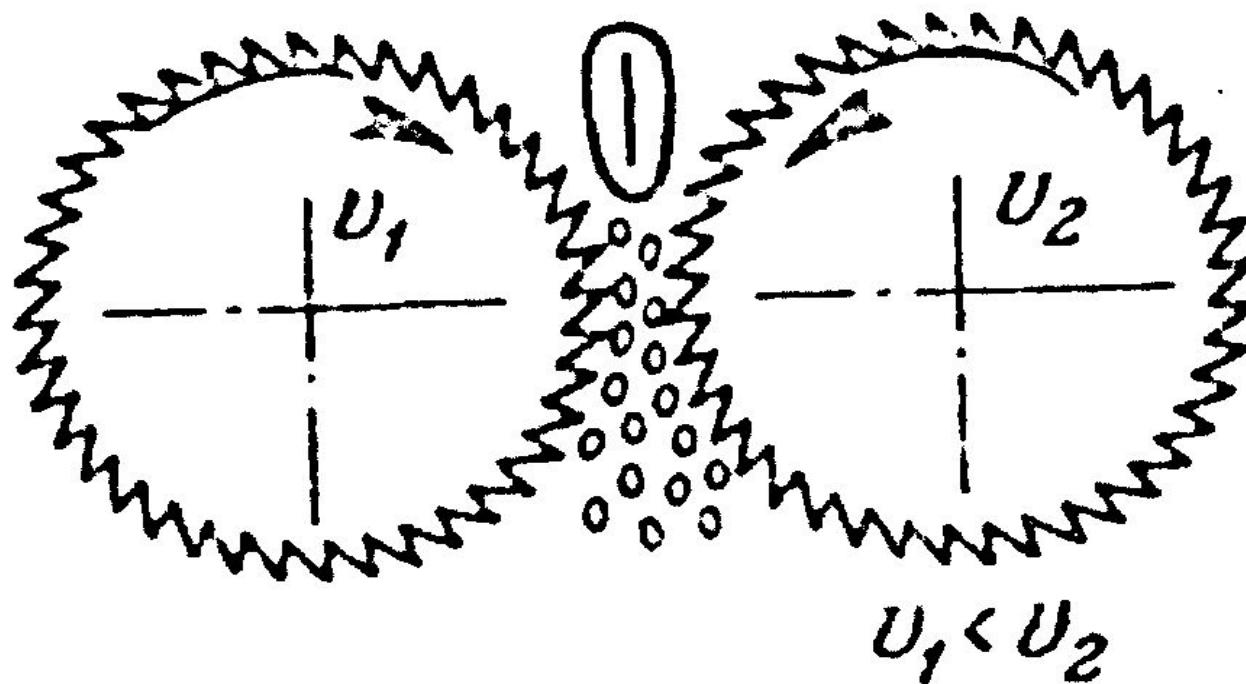
- Для измельчения кормов применяют различные конструкции дробильных машин. По принципу механического воздействия на продукт их разделяют на:
  - - молотковые дробилки, разбивающие материал свободным ударом молотков о частицы корма, находящегося на леру;
  - - жерновые и вальцовые мельницы, истирающие материал;
  - - плющилки и мялки, раздавливающие материал, находящийся между двумя рабочими поверхностями;
  - - жмыхо и зернодробилки, раскалывающие материал двумя зубчатыми поверхностями;
  - - универсальные измельчители кормов, работающие по принципу одновременного резания, раскалывания, удара или стирания.
- Действие их основано на следующих принципах измельчения: разбивание свободным ударом, растирание, плющение или раздавливание, резание, скалывание или крошение.

- **Принцип разбивания свободным ударом:**
- положен в основу работы молотковых дробилок (Рис.1). На роторе молотковых дробилок шарнирно закреплены пластинчатые молотки. Ротор вращается на дробильной камере, в нижней части которой по дуге  $180^{\circ} \dots 270^{\circ}$  установлены решета. Молотки вращаются со скоростью  $35 \dots 70 \text{ м/с}$ , благодаря чему они обладают большой силой. При подаче продукта в дробильную камеру молотки наносят удары по его частицам, дробят и их отбрасывают к стенкам камеры и решета. Измельченный продукт проходит наружу через отверстия сменного решета, диаметр которых определяет степень размола продукта.
- Измельчение по принципу разбивания отличается высокой производительностью. Молотковые дробилки, как правило, являются универсальными, предназначенными для измельчения различных видов кормов до требуемой степени измельчения. Они просты по устройству и удобны в эксплуатации.

# СВОБОДНЫЙ УДАР

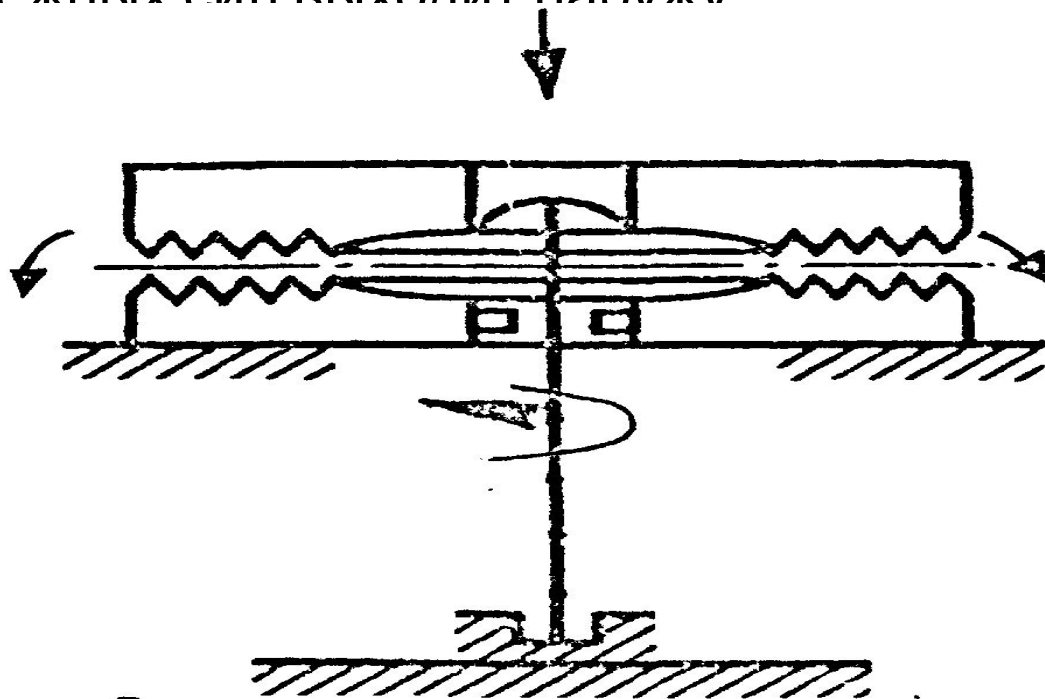


- **Принцип крошения (скалывания)** положен в основу работы вальцовых жмыхо и зернодробилок.
- Рабочие органы которых выполнены в виде двух параллельных цилиндров-вальцов с рифленой поверхностью. Вальцы вращаются с разной скоростью. Непрерывно подаваемые в рабочую щель зерно затягивается вальцами, сжимается, скалывается (крошится) острыми гранями рифлей на части.



2. Скалывание (крошение)

- **Принцип истирания** положен в основу работы жерновых мельниц. Рабочим органом жерновых мельниц являются два плоских диска, выполняемых из острозернистых искусственных камней. Верхний диск установлен над нижним с определенным зазором. Нижний диск вращается со скоростью 10...12 м/с. Зерно подается через центровое отверстие в верхнем диске и направляется в зазор между рабочими поверхностями дисков, где благодаря шероховатости поверхности жерновов подвергается сжатию, растиранию, истиранию. Продукт под действием центробежных сил выходит наружу

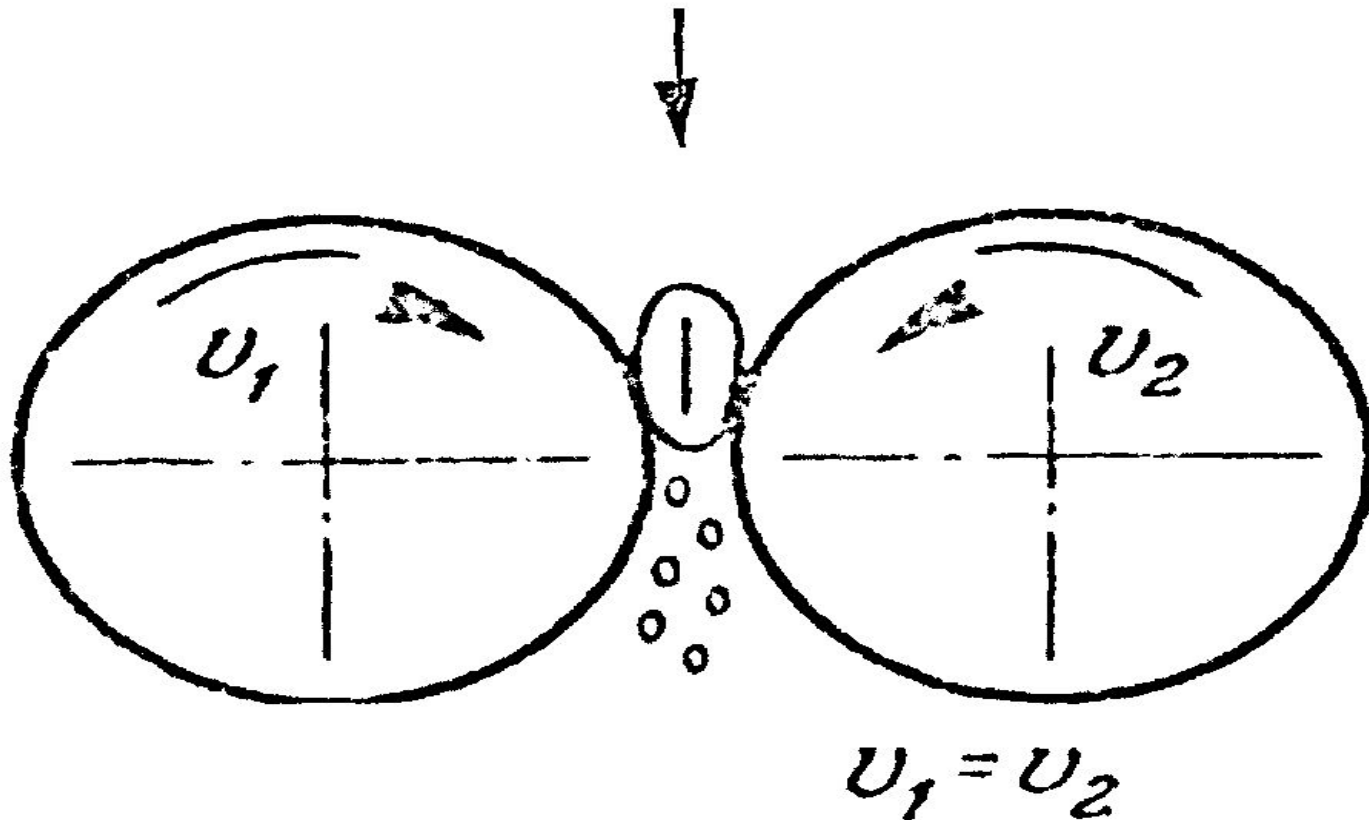


3. Растирание (истиранние)

# Принцип плющения

положен в основу работы плющилок.

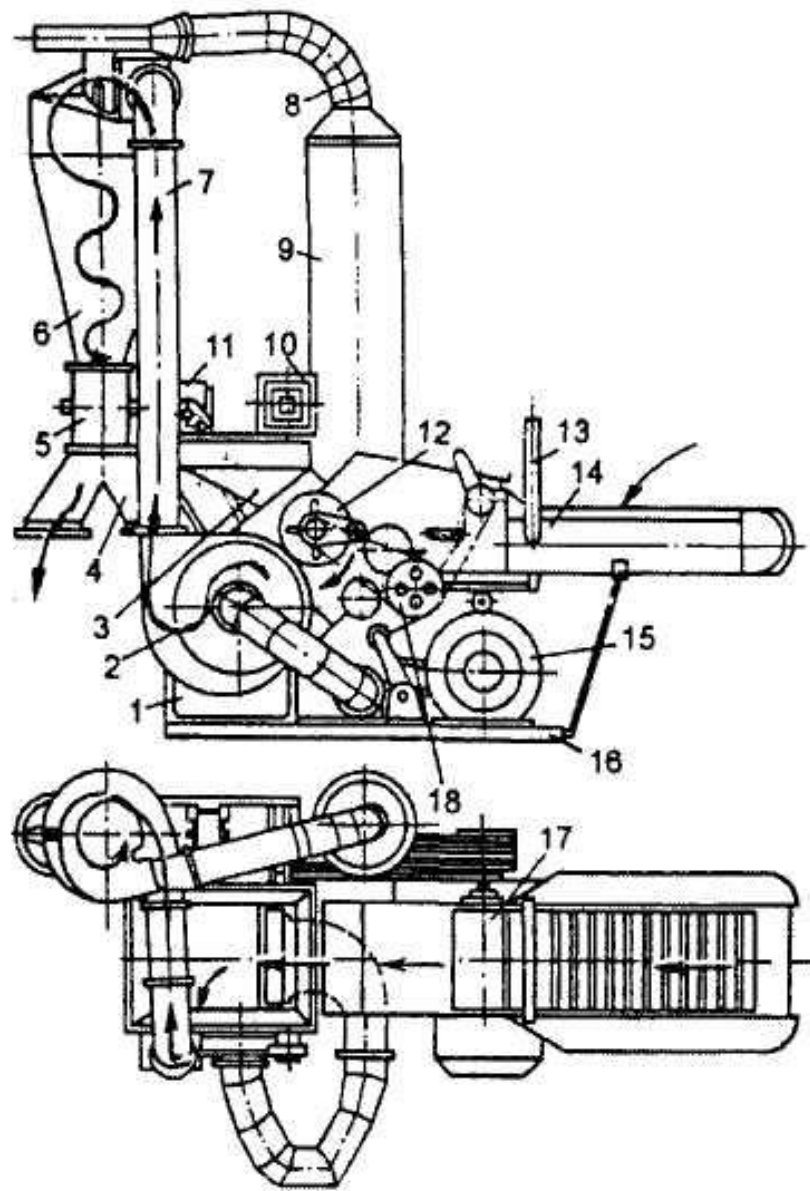
- Осуществляется по средством двух гладких валцов, вращающихся навстречу друг другу с одинаковой скоростью. Зерновые корма под действием силы трения о поверхность затягиваются валцами в рабочую щель, сжимаются, раздавливаются и плющатся.



## **МАШИНЫ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ КОРМОВ.**

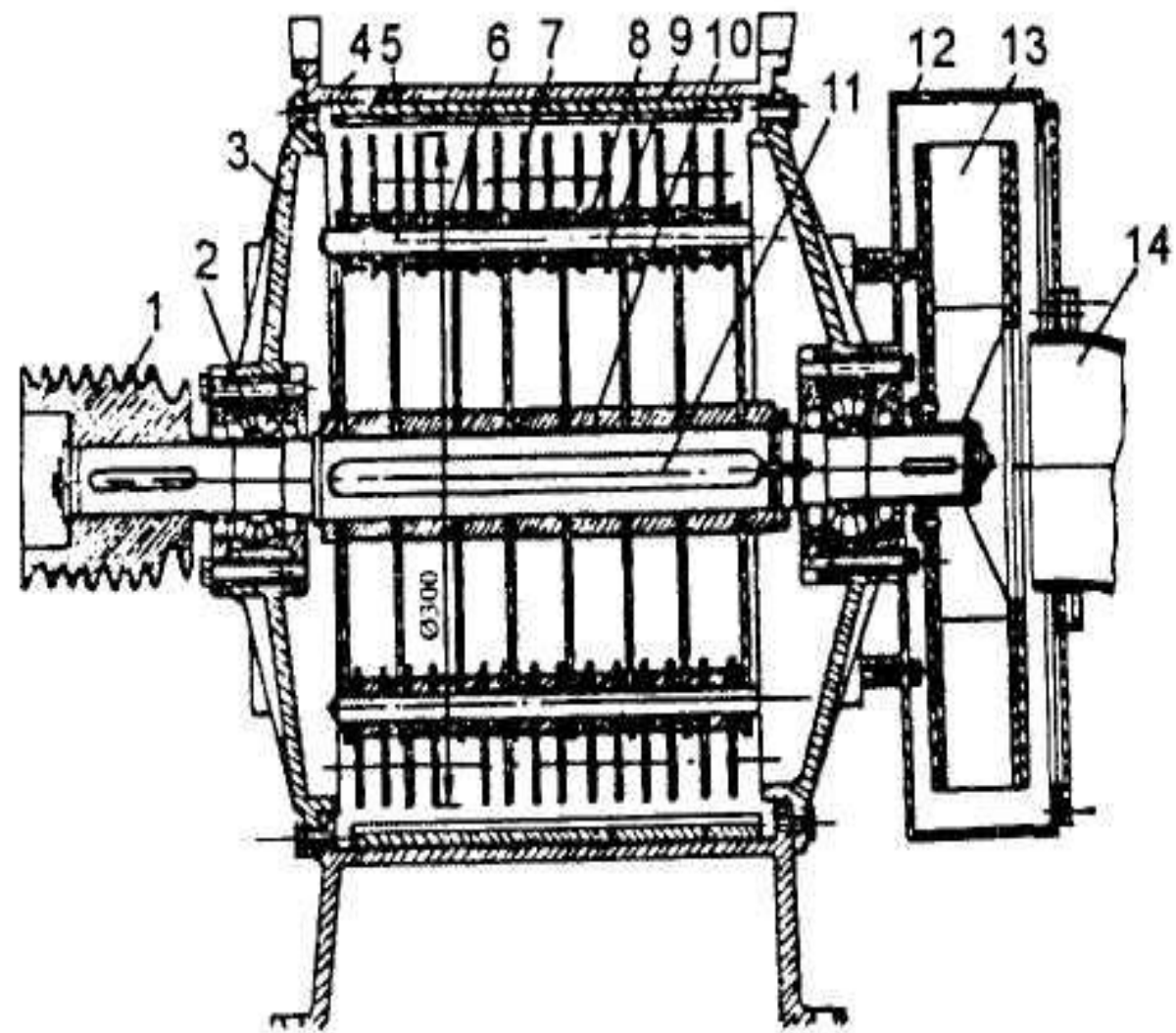
- **1. Универсальная дробилка КДУ-2**
- **2. Кормовая дробилка молотковая КДМ-2**
- **3. Молотковые реверсивные дробилки А1-ДДП и А1-ДДР**
- **4. Молотковые дробилки ДМ и ДДМ**
- **5. Молотковые дробилки ДМ-440У**
- **6. Молотковые дробилки А1-БД2М**
- **7. Дробилка безрешетная ДБ-5-1 и ДБ-5-2**
- **8. Дробилка кормовая молотковая ДКМ-5**
- **9. Агрегат для плющения зерна ПЗ-3**
- **10. Прессы экструдера ПЭК-125 8 и КМЗ-2М**





- 1 - дробильный аппарат;
- 2 — вентилятор; 3 — загрузочный бункер;
- 4 - рукав выгрузки;
- 5 — шлюзовой затвор; 6 — циклон;
- 7 - кормовой трубопровод; 8 - воздушный трубопровод;
- 9 — фильтрованный рукав;
- 10 — амперметр-индикатор; 11 — червячный редуктор;
- 12 — барабан ножевой;
- 13 — рычаг включения;
- 14,17 - подающий и подпрессовывающий транспортеры;
- 15 — электродвигатель; 16 — рама;
- 18 - редуктор

**Универсальная дробилка кормов  
КДУ-2А**



- 1 - шкив;
- 2 - двухрядный сферический подшипник;
- 3 - боковина;
- 4 - корпус;
- 5 - дека; 6 - диск;
- 7 - молоток;
- 8.10 - распорные втулки;
- 9 - палец; 11 - шпонка;
- 12- кожух вентилятора; 13 - ротор.
- 14 – всасывающим патрубком

**Молотковый барабан КДУ-2Ас  
вентилятором**

## • МЕХАНИЗМ РАЗРУШЕНИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ.

- Установлено, что питательные вещества усваиваются организмом животного только в растворенном виде, а скорость обработки частиц корма желудочным соком прямопропорциональна площади их поверхности.
- В результате измельчения корма образуется множество частиц с высокоразвитой поверхностью, способствует ускорению процессов пищеварения и повышению усвояемости питательных веществ.
- А чтобы измельчить корм необходимо приложить внешнюю силу, со стороны рабочих органов измельчителей, превосходящее внутреннее молекулярное сцепление частиц.
- Ни для кого не будет секретом тот факт, что твердое тело характеризуется наличием системы микро и макротрещин, распределенных в толще тела и частично выходящие на поверхность. Внутри тела могут быть и инородные включения (дефекты), которые деформируют структуру тела.
- Прочность, т.е. сопротивляемость тела разрушению, из-за наличия в нем указанных дефектов, снижается в 100...1000 раз против идеально твердого тела с ненарушенной структурой. В связи с этим существуют два понятия прочности- молекулярная и техническая. Первая на два, три порядка выше второй.
- Процесс деформации твердого тела сводиться к увеличению имеющихся размеров и количества дефектов. При достижении определенной плотности дефектов в теле возникает трещина с размерами превышающими критический. Далее рост такой трещины протекает самопроизвольно и тело разрушается.
- Общие представления о механизме разрушения кормов сводится к тому, что в основе динамического процесса измельчения лежит механизм разрушения сжатием и процесс протекает по схеме хрупкого разрушения

## • ОСНОВЫ ТЕОРИИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ КОРМОВ.

- **Измельчение как процесс образования новых поверхностей.**
- В результате механического измельчения различных материалов образуется множество мелких частиц с сильно развитой поверхностью.
- Поэтому измельчение можно рассматривать как процесс производства (приращения) новых поверхностей частиц корма, т. е. образование новых поверхностей составляет основное содержание всякого процесса измельчения.
- Покажем это на следующем примере. Пусть имеем тело в форме куба с длиной ребра  $L$ .
- Начальная поверхность его равна:
  - $S_{\text{нач.}} = 6 L^2$  (1)
- Разделим каждое ребро куба на  $n$  частей. Тогда длина ребра каждого нового кубика будет равна  $(L/n)^2$ , а величина поверхности его будет
  - $S_{\text{кон.}} = 6 (L/n)^2 = 6L^2/n^2$  (2)
- Общее количество полученных кубиков составит  $n^3$ , а общая конечная поверхность всех кубиков
  - $S_{\text{кон.}} = n^3 6L^2/n^2 = 6nL^2$  (3)
- т.е. она увеличилась в  $n$  раз по сравнению с  $S_{\text{нач.}}$ . Тогда можно записать, что
  - $S_{\text{кон.}} = n S_{\text{нач.}}$  (4)
- Это доказывает, что результатом измельчения является образование новых поверхностей.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ.

- Оценивается степень измельчения т.е. отношением поверхности частиц корма после измельчения  $S_k$  к поверхности частиц до измельчения  $S_n$ :

$$\lambda = \frac{S_{кон}}{S_{нач}}$$

- Однако энергоемкость измельчения зависит прежде всего от абсолютного значения образования новых поверхностей, т.е. приращения вновь образованных поверхностей частиц.

$$\Delta S = S_{\text{кон}} - S_{\text{нач}}$$

- Для частиц кубической формы:
- $S=6L^2$        $V=L^3$

$$S_{y\partial} = \frac{6L^2}{L^3} = \frac{6}{L}$$

Для частиц сферической (шар)

формы:

$$S = \pi \cdot D^2$$
$$V = \frac{\pi \cdot D^3}{6}$$

$$S_{уд.} = \frac{\pi \cdot D^2}{\frac{\pi \cdot D^3}{6}} = \frac{6}{D}$$

где D- средний диаметр частицы исходного материала;

L- средняя длина ребра частицы исходного материала.

Всякая теория ставит своей целью раскрыть сущность того или иного процесса или явления, дать им качественную и количественную оценку, определить наиболее оптимальные условия их протекания. С точки зрения в теории измельчения рассматривается два комплекса основных вопросов.

Первый включает изучение зависимости между затратами энергии на процесс разрушения материалов и степенью измельчения.



- **ЗАКОНЫ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ.**

- При разрушении кусков материала внешние силы производят работу.
- Суммарная полезная работа, затраченная на процесс измельчения материала и отнесенная к единице объема или массы, называется удельной работой измельчения.
- Для определения работы измельчения были предложены две энергетические теории измельчения: поверхностная и объемная.
- Поверхностная теория была предложена в 1867 г. Немецким ученым П. Риттингером. По этой теории работа на дробление материала прямопропорциональна величине вновь образованной в результате дробления поверхности, или

$$A_{dp} = f_1 \cdot (\Delta S) = d \cdot \Delta S$$

где d- коэффициент пропорциональности, учитывающий поверхностное натяжение;

- Как показали последующие исследования эта теория справедлива для тонкого измельчения материалов. Для крупного измельчения материалов эта теория не соответствует процессу дробления.

$$A \partial p = f \cdot (\Delta V) = f_1 \cdot (\Delta M) = k \cdot H V = k_1 \cdot \Delta M$$

где  $k, k_1$  - коэффициент пропорциональности;  
 $\Delta V, \Delta M$  - часть деформируемого объема или массы тела.

- Сторонники каждой из этих теорий более 50 лет вели острую дискуссию, пытаясь доказать преимущественно одной из них.
- Советский ученый академик П.А. Ребиндер впервые (1928 г.) предложил оценивать работу измельчения формулой вида:

$$A_{\partial p} = A_S + A_V = d \cdot \Delta S + k \cdot \Delta V$$

где  $A_S$  - работа на образование новых поверхностей;

$A_V$  – работа деформаций в деформируемом объеме;

$\Delta V$  - деформированная часть объема разрушаемого тела;

$d, k$  - коэффициенты пропорциональности.

$\Delta S$  - приращение удельной поверхности материала;

- По приведенным выражениям можно сделать только качественную оценку рабочих процессов и получить относительные значения величины работы.
- В 1952 г. профессор С.В. Мельников предложил приближенную формулу для количественных расчетов:

$$A_{\text{эц}} = C_1 \cdot \lg \lambda^3 + C_2 \cdot (\lambda - 1)$$

где  $C_1$  и  $C_2$  - постоянные коэффициенты, учитывающие удельные затраты энергии и имеющие размерность работы Дж/кг, которые определяются экспериментальным путем в зависимости от измельчаемого продукта.

Так для ячменя  $C_1 = (10 \dots 13)$   $C_2 = (6 \dots 9)$

- **. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТИЦ ПО КРУПНОСТИ ОТДЕЛЬНЫХ РАЗМЕРНЫХ ФРАКЦИЙ.**
- Для его определения используют следующие способы
- 1. Ситовой анализ- просеив материалов с помощью набора сит на классы, если размер частиц более 40 мк (микрон) 1 мм = 1000 мк; 1 мк- 1000 мкм =  $10^6$  м.
- 2. Седиментометрический анализ- разделением на фракции по скорости оседания частиц в жидкой среде, если размеры частиц находятся в пределах от 5 до 40 мк;
- 3. Микроскопический- измерение частиц под микроскопом, если размер частиц менее 5 мк.
- Ситовой анализ- это просеив сыпучих материалов с целью определения его гранулометрического состава. Данный анализ производят на приборе называемом классификатором, состоящим из набора сит в количестве от 10-12 шт. Сита подобраны по шкале с модулем = 1,41 т.е. отверстия двух смежных сит отличаются друг от друга в 1,41 раз.
- Для просева измельченных кормов с размерами частиц от 1 мм и более применяют пробивные сита с круглыми отверстиями, а для частиц менее 1 мм- тканевые с квадратными отверстиями. Сита устанавливают в пакеты сверху вниз от крупных размеров отверстий до мелких

- Исчисление средневзвешенного диаметра частиц определяют по формуле:

$$d_{cp} = \frac{\frac{d_1}{2} \cdot P_0 + \frac{d_1 + d_2}{2} \cdot P_1 + \frac{d_2 + d_3}{2} \cdot P_2 + \frac{d_3 + d_4}{2} \cdot (P_3 + P_4)}{P_0 + P_1 + P_2 + P_3 + P_4} \quad (14)$$

где  $d_{cp}$  - средний размер отверстий двух смежных сит, мкм;

$P$  - массовый выход частиц конкретного класса, %.

На фермах обычно определяют модуль помола, для чего используют классификатор из трех сит с диаметром 1; 2; и 3 мм + верхнее контрольное сито с диаметром 4-5 мм. Тогда модуль определяется

## Модуль помола.

$$M = \frac{0.5 \cdot P_0 + 1.5 \cdot P_1 + 2.5 \cdot P_2 + 3.5 \cdot P_3}{100} \quad (15)$$

- Для отсева принимаем навеску 100 г. остаток на верхнем решете (контрольном) диаметром 4 или 5 мм досыпают к  $P_3$ .