

Лекция №.2

ТЕМА ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ КОРМОВ.

ПЛАН

- 1.Способы и технологические схемы обработки кормов.**
- 2.Измельчение, как процесс образования новых поверхностей.**
- 3.Энергетические теории дробления.**
- 4.Основы расчета и характеристики молотковых дробилок.**

1. Способы и технологические схемы обработки кормов.

При скармливании кормов животным они должны отвечать определенным зоотехническим требованиям по степени их измельчения:

1. Размеры частиц соломы и сена:

для коров	-	30 – 40 мм;
для лошадей	-	15 – 25 мм;
для овец	-	10 – 20 мм.
2. Толщина резки корнеклубнеплодов:

для коров	-	10 – 20 мм;
для свиней	-	5 – 10 мм;
для птицы	-	3 - 4 мм.
3. Размеры концентрированных кормов:

для к.р.с.	-	2 – 3 мм;
для свиней, птицы	-	0.2 - 1.0 мм (мелкий помол); 1.0 – 1.8 мм (средний помол).
4. Размеры частиц сенной муки:

для животных	-	2 мм;
для птицы	-	1.1 мм.

Все способы обработки кормов разделяют на 4 основные группы: механические, тепловые, химические и биологические.

Химическая подготовка предусматривает обработку с применением химических веществ.

Биологический способ основан на деятельности различных видов микроорганизмов с целью консервации кормов или улучшения их качества.

Тепловая обработка улучшает усвояемость кормов и уничтожает вредные бактерии и грибки.

Иногда применяют совмещенные способы обработки кормов (одновременно сочетают измельчение и запаривание и т.д.).

Способы обработки кормов показаны на рисунке 3.1.

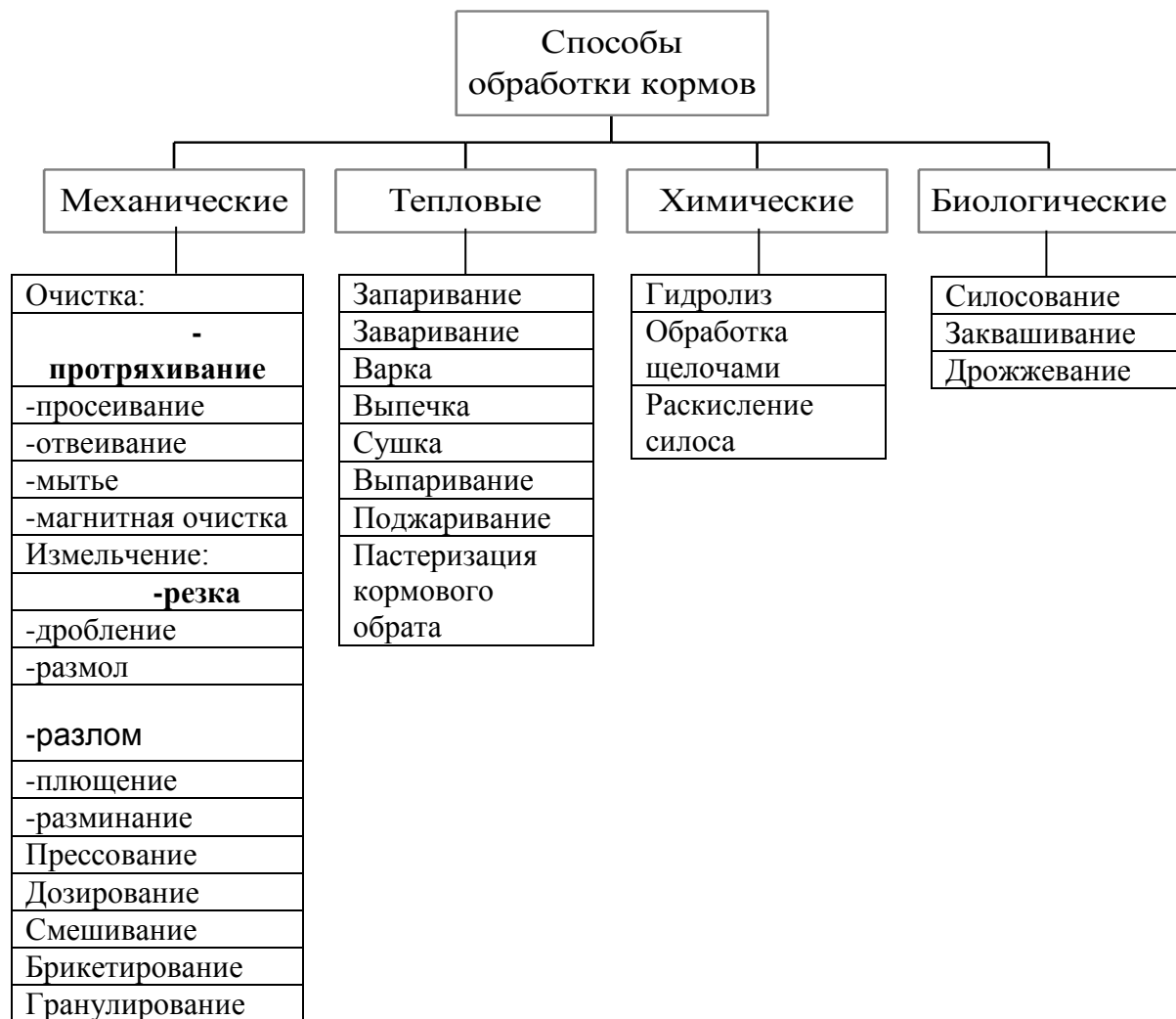


Рис. 3.1. - Классификация способов обработки кормов.

Основные технологические схемы обработки кормов.

- I. Грубые корма обрабатывают по одной из следующих схем:
 1. Резка.
 2. Резка (измельчение) – смешивание.
 3. Резка – запаривание – смешивание.
 4. Резка – обработка химическими реактивами – смешивание.
 5. Резка – сушка – размол в муку – смешивание.
- II. Для обработки корнеклубнеплодов существуют такие схемы:
 1. Мойка – резка (иногда только мойка).
 2. Мойка – запаривание – смешивание.
 3. Мойка – запаривание – мятие – смешивание.
 4. Мойка – резка – запаривание – смешивание.

Первые два варианта применяются только при кормлении к.р.с., третий и четвертый – при кормлении свиней.

III. Концентрированные корма приготавливают по следующим схемам:

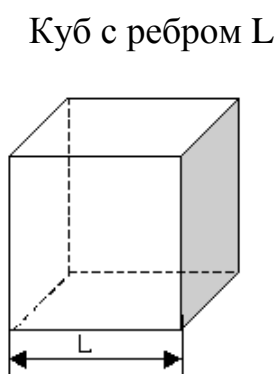
1. Очистка – замачивание (запаривание).
2. Очистка – дробление.
3. Очистка – дробление – смешивание.
4. Очистка – дробление – дрожжевание – смешивание.

2. Измельчение, как процесс образования новых поверхностей.

Образование новых поверхностей составляет основное содержание всякого процесса измельчения. Другими словами: измельчение – процесс производства новых поверхностей частиц корма.

Для сравнения развитости поверхности частиц сыпучих материалов пользуются величиной удельной поверхности $S_{уд}$.

Удельной поверхностью называется суммарная поверхность всех частиц, заключенных в единице массы ($м^2/кг$) или объема ($м^2/м^3$).



$$\text{Объем куба} = L^3$$

$$\text{Площадь куба} = 6L^2$$

$$\text{Удельная поверхность для куба;} \\ S_{уд.куба} = \frac{6L^2}{L^3} = \frac{6}{L}$$

Чем меньше L , тем больше $S_{уд}$.

Однако, для энергетической оценки процесса измельчения знания удельной поверхности недостаточно. При этом требуется знать степень измельчения.

Степенью измельчения (λ) называется отношение средних размеров D кусков исходного материала к среднему размеру d частиц продукта измельчения, т.е.:

$$\lambda = \frac{D}{d}$$

СХЕМЫ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ КОРМОВ.

1. **ПЛЮЩЕНИЕ** (по этому принципу работают вальцевые зерноплющилки).

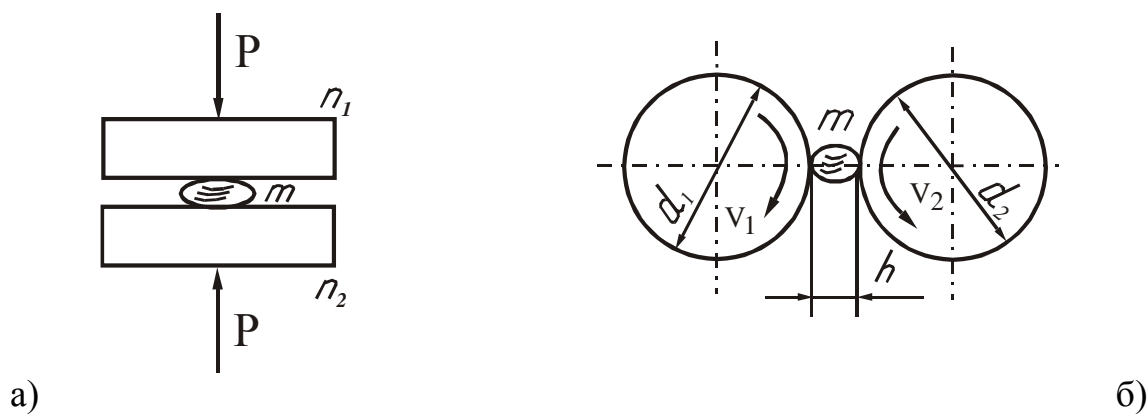


Рис3.2. Схемы плющения кормов:
а– поверхностью; б – вальцами.

2. **КРОШЕНИЕ** (жмыходробилки)

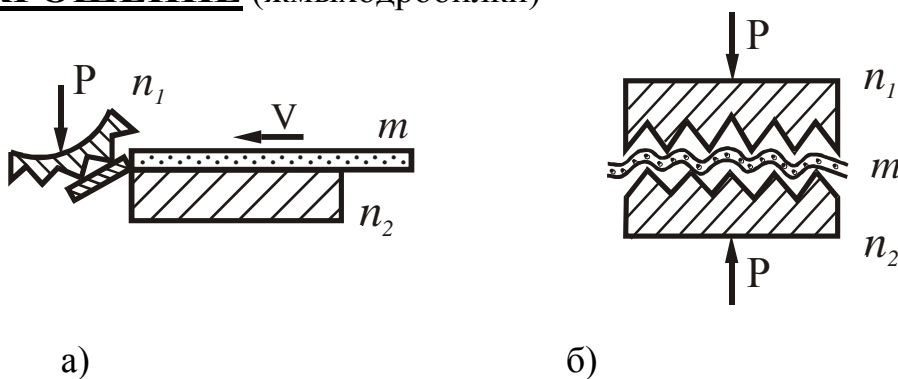


Рис. 3.3. Схемы крошения корма:
а – вальцами; б – зубчатыми поверхностями.

3. **РАЗЛОМ ИЛИ ИСТИРАНИЕ** (вальцевые зернодробилки, кукурузные дробилки).

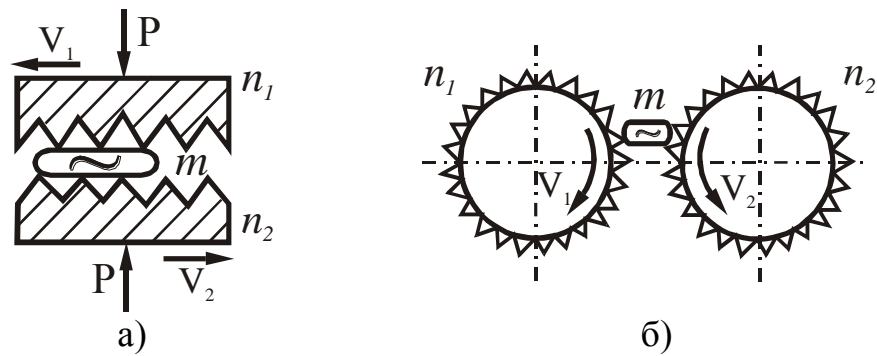


Рис. 3.4. Схемы истирания (разлома) корма:
а – зубчатыми поверхностями; б – зубчатыми вальцами.

4. ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ УДАРОМ (молотковые дробилки).

Зерно разбивается на лету быстро вращающимися, шарнирно подвешенными молотками (Рис.3.5.).

Все измельчающие машины должны удовлетворять следующим основным требованиям (не зависимо от способа измельчения):

1. Равномерность измельчения.
2. Возможность регулировать степень измельчения.
3. Наименьший расход энергии.
4. Быстрое удаление измельченного продукта из рабочей зоны машины.
5. Непрерывная разгрузка машины.
6. Легкая замена быстро изнашивающихся деталей.
7. Наименьшее пылевыделение.

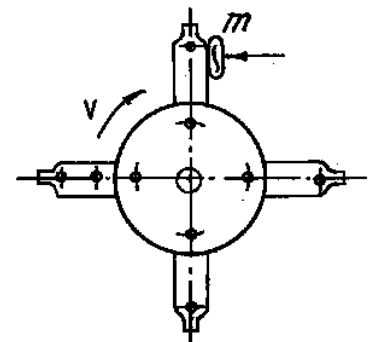


Рис. 3.5. Схема измельчения корма ударом.

Метод определения степени измельчения кормов.

В практике сельскохозяйственного производства для определения средневзвешенного диаметра частиц используют ситовой анализ. Ситовой анализ – это рассев сыпучего материала с целью определения его гранулометрического состава.

Для отсева применяют сита с различными диаметрами отверстий.

Средневзвешенный диаметр частиц (мм):

$$d_{cp} = \frac{\sum d_i P_i}{100} = \frac{d_1 P_1 + d_2 P_2 + \dots + d_n P_n}{100}$$

В производственных условиях степень размола определяется по ГОСТу 8770 - 58, подсчитывая модуль помола (мм):

$$M = \frac{0.5P_0 + 1.5P_1 + 2.5P_2 + 3.5P_3}{100}$$

где P_0 - остаток на поддоне, %;

$P_1; P_2; P_3$ – остатки на ситах с отверстиями диаметром 1; 2 и 3 мм, определяемые с помощью

рассева дерти на классификаторе (Рис.10.6.);
0,5; 1,5; 2,5; 3,5 - средний размер частиц каждого остатка между двумя смежными ситами, мм.

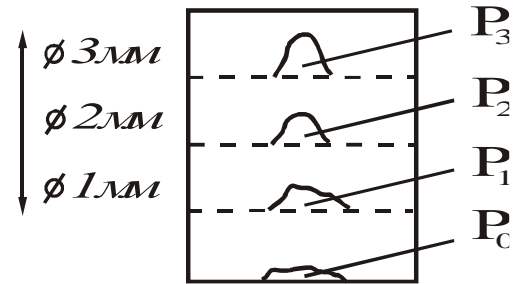


Рис.3.6. Схема классификатора

Степень измельчения:

$$\lambda_{cp} = \frac{B_{cp}}{M_{cp}}$$

Показатель степени измельчения λ характеризует, главным образом, технологический процесс дробления, а не крупность частиц дерти.

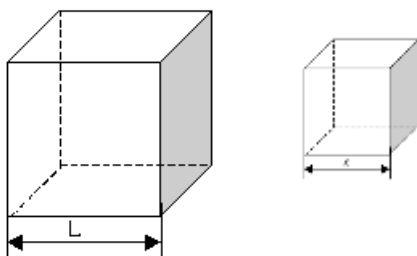
3. Энергетические теории дробления

Суммарная полезная работа, затраченная на процесс измельчения материала и отнесенная к единице объема или к единице массы называется удельной работой измельчения.

Для определения величины работы измельчения были предложены две энергетические теории: поверхностная и объемная.

Поверхностная теория (сформулирована немецким ученым П. Риттингером в 1867г.) – работа, необходимая для дробления тела, прямо пропорционально величине вновь образованной в результате дробления поверхности, т.е.

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



Объемная теория (разработана русским ученым В.Л. Кирпичевым в 1874г. и немецким ученым Ф.Киком).

$$A_{dp} = f(v)$$

Она увязывала энергозатраты с объемом деформируемого материала.

Но между теоретическими и экспериментальными данными были довольно большие расхождения, особенно при грубом помоле.

Обобщенная теория

Советский академик П.А. Ребиндер (1928г.) предложил оценивать работу измельчения формулой:

$$A = f(v) + f_1(\Delta S)$$

Здесь учитываются положения обеих теорий.

Окончательно формула для определения работы на измельчение материала представлена в виде (по Мельникову С.В.):

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

где λ - степень измельчения.

Постоянные коэффициенты C_1 и C_2 определяются из опытных данных. Так для ячменя

$$C_1 = (10 \div 13) \cdot 10^3 \text{ Дж/кг} \quad \text{и} \quad C_2 = (6 \div 9) \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}.$$

Классификация, устройство и рабочий процесс молотковых дробилок.

Основными машинами для измельчения концентрированных кормов являются измельчители ударного действия - молотковые дробилки, отличающиеся простотой, высокой производительностью, надежностью и т.д.). Классифицируются дробилки следующим образом:

1. По назначению:
 - а) простые (или специализированные);
 - б) универсальные (оборудуются режущим устройством для измельчения стебельчатых кормов).
2. По организации рабочего процесса (Рис.10.7.):
 - а) открытого типа – материал не совершает оборот в камере (нет дек и решет) и измельчается только за счет прямого удара.
 - б) закрытого типа (их делят по расположению вала: с вертикальным или горизонтальным валом). Здесь есть решетка и деки и материал циркулирует в камере.

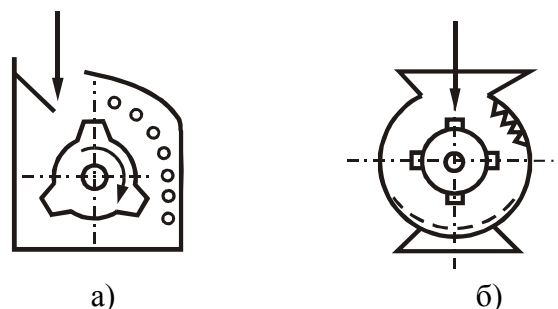


Рис.3.7. Схемы дробилок:
а – открытого типа; б – закрытого типа.

3. По конструктивным признакам: одно – и двух барабанные; с радиальным, тангенциальным или центральным подводом материала; с подачей материала принудительно или самотеком; с отводом готового продукта без вентилятора или с вентилятором.

К рабочим органам, изменяющим качественное состояние продукта, относятся: молотки, решета и деки. Классификация молотков показана на рисунке 3.8.

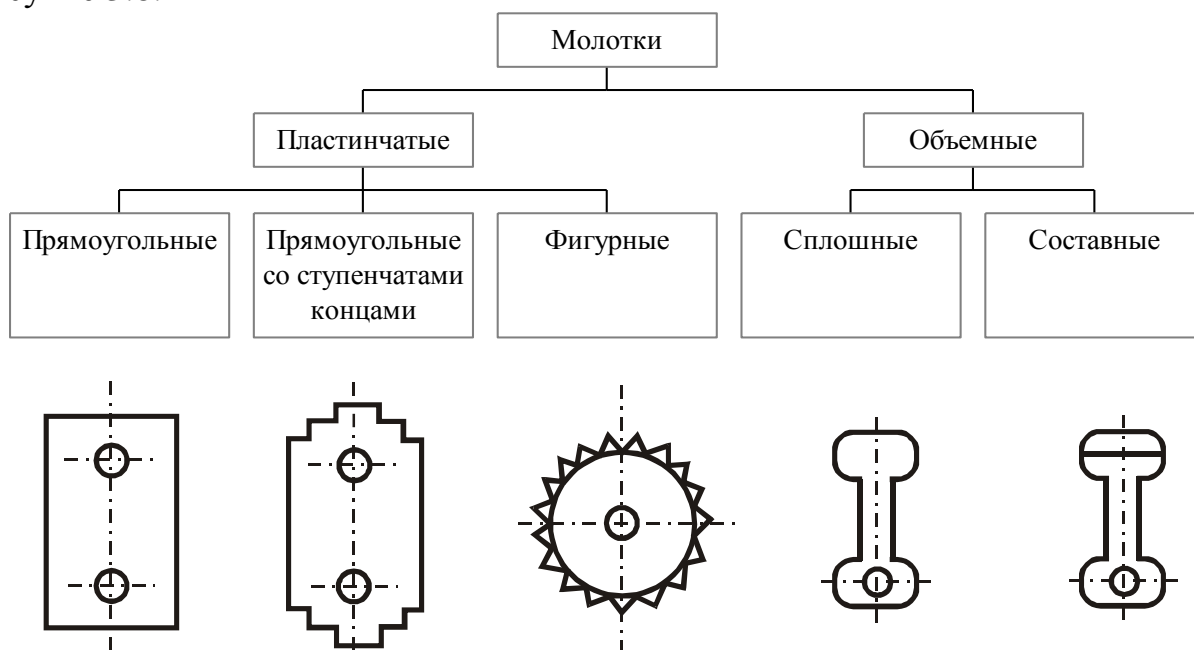


Рис.3.8. Классификационная схема молотков.

Более эффективны молотки со ступенчатыми гранями. Наличие 2-х отверстий и симметричность позволяют удлинить срок службы. Молотки изготавливаются различной толщиной.

- Тонкие молотки (толщиной 2-3 мм.) – для измельчения зерна.
- Толщиной 6-8 мм. – для измельчения стебельчатых кормов.
- Толщиной 8-10 мм. – для измельчения крупнокусковых материалов (жмых, початки и др.).

Решета. Служат для отвода готового продукта из дробильной камеры и регулируют степень измельчения корма.

В дробилках применяют пробивные решета с круглыми отверстиями (а), чешуйчатые с прямоугольными или полуовальной формой отверстиями (б) и комбинированные (в) (Рис.10.10.).

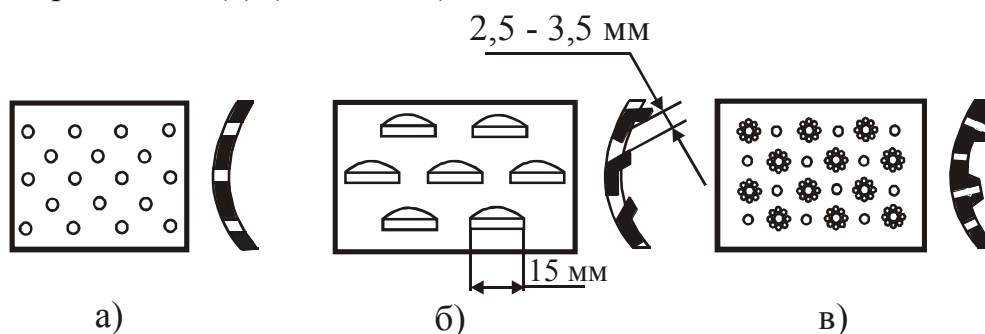


Рис.3.9 Схемы решет.

Наиболее эффективными являются чешуйчатые решета. Острые кромки решет работают как резцы, будучи направлены навстречу движущемуся потоку. При этом производительность дробилки резко возрастает. Однако такие решета быстро изнашиваются.

Одним из факторов, влияющих на интенсивность процесса измельчения, является окружная скорость движения молотков.

С повышением окружной скорости молотков растет производительность

дробилки и степень измельчения материала; увеличивается эффективность ударов молотков; увеличивается скорость движения слоя, циркулирующего в камере, что приводит к переизмельчению

материала и перерасходу энергии на дробление; резко возрастает расход энергии на холостой ход дробилки, так как барабан работает подобно вентилятору.

Следовательно, увеличение рабочей скорости не может быть без предельным, так как оно сопровождается не только положительными сторонами, но и отрицательными. Рекомендуется принимать $V_{окр}=40-80$ м/с (Рис.3.10.).

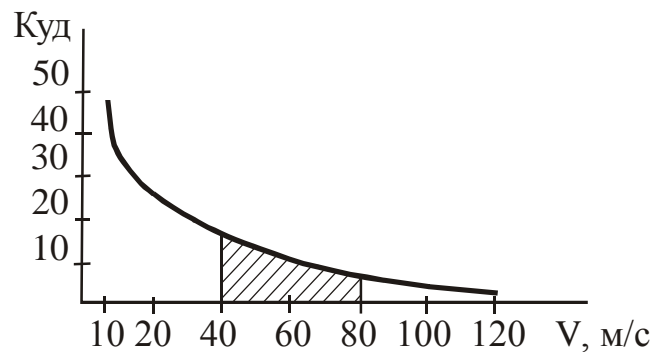


Рис.3.10. Потребное число ударов молотка для разрушения зерна в зависимости от скорости молотка.

4 Основы расчета и характеристики молотковых дробилок.

Основные размеры барабана.

Основными параметрами барабана дробилки являются: размер барабана, показатели кинематического режима, размеры молотков, а также энергетические и технико-экономические показатели.

Исходные данные для расчета: производительность дробилки, степень измельчения.

Чтобы определить расчетную производительность дробилки необходимо вначале найти основные размеры барабана – его диаметр D и длину L , определяющие объем рабочей камеры (Рис.3.11.).

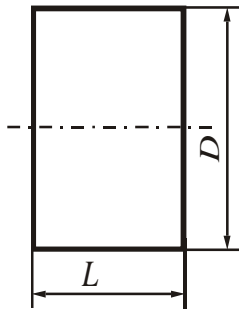


Рис.3.11. Размеры барабана.

Для этого связь между размерами барабана и заданной производительностью выражают через показатель удельной нагрузки q' . Удельной нагрузкой дробилки называют отношение секундной расчетной производительности q_p к площади диаметральной проекции барабана $D \cdot L$, т.е.

$$q' = \frac{q_p}{D \cdot L}$$

В существующих кормодробилках удельная нагрузка $q' = 2 \div 3, \frac{\text{кг}}{\text{с} \cdot \text{м}^2}$

при скоростях молотков 45-55 м/с и средней крупности дерти (решето \varnothing 6 мм.).

Отношение диаметра к длине:
 $\frac{D}{L} = K$

Для простейшего типа дробилок $K = 1,5 \div 1,7$.

Для универсальных $K = 4 \div 7$.

Тогда

$$q' = \frac{q_p}{D^2} \cdot K$$

$$D = \sqrt{\frac{q_p \cdot K}{q'}} = A \sqrt{q_p}$$

Отсюда

Значения коэффициента A для дробилок простейшего вида $A = 0,7 \div 0,9$; для универсальных – $A = 1 \div 1,9$.

Размер молотков и радиус их подвески.

Анализ относительного движения молотка показал, что реакция от ударных импульсов не будет передаваться от молотка на палец (следовательно и на подшипники вала барабана) если центр удара совпадает с центром качаний.

Молоток работает в поле центробежной силы переносного вращательного движения, которая и является восстанавливающей силой.

Если учесть, что удары по материалу молоток наносит своим внешним концом, то за центр удара принимается точка пересечения продольной осевой линии молотка с его внешней гранью.

Момент инерции
 $I = m \cdot \rho_0^2, \text{ кг} \cdot \text{м}^2$

Центром качания относительно центра удара называют точку в которой скорость поступательного движения равна по величине скорости поворота (линейной) и обратна ей по направлению.

Для того, чтобы центр качаний совпал с центром удара необходимо выполнить условие:

$$\rho_0^2 = c \cdot \ell$$

где ρ_0 - радиус инерции молотка относительно оси подвеса.

Молотки, размеры которых удовлетворяют этому условию, называются «уравновешенными» на удар.

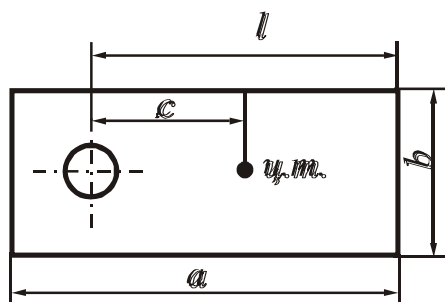


Рис.3.12. Размеры молотка.

Величина «с» для молотка прямоугольной формы с одним подвесом, определяется по формуле (Рис..14.):

$$c = \frac{a^2 + b^2}{6a}$$

По исследованиям С.В. Мельникова баланс мощности (*Вт*) рабочего процесса молотковой дробилки выражается уравнением:

$$N = N_{изм} + N_{Ц} + N_{хх} ,$$

где $N_{изм}$ – мощность, расходуемая на разрушение материала;

$N_{Ц}$ - мощность, расходуемая на циркуляцию материала в камере дробления;

$N_{хх}$ – мощность холостого хода дробилки.

Расход мощности на преодоление полезных сопротивлений, *Вт*:

$$N_{изм} = A_{изм} \cdot q_p,$$

где $A_{изм}$ – удельная работа, расходуемая на измельчение материала, Дж/кг;
 q_p – заданная производительность дробилки, кг/с.

Удельная работа измельчения:

$$A_{изм} = c_1 \lg \lambda^3 + c_2 (\lambda - 1)$$

Работа барабана дробилки подобна работе вентилятора. Однако вместе с воздухом в дробильной камере движется материал, на что расходуется дополнительная энергия:

$$N_{ц} = K_B (1 + K_{ц} \cdot \mu_{ц}) v_M^3,$$

где K_B – опытный коэффициент, учитывающий конструкцию и режим работы данного вентилятора (для дробилки ДКУ–1 $K_B = 0,05$);
 $K_{ц}$ – коэффициент кратности циркуляции материала;
 $\mu_{ц}$ – коэффициент концентрации материала, кг/кг;
 v_M – окружная скорость по концам молотков, м/с.

Для вентилятора:

$$N_B = K_B \cdot v_M^3.$$

Расход мощности $N_{хх}$ предусматривает работу барабана со снятыми молотками, так как затрата энергии на создание воздушного потока учтена вторым слагаемым $N_{ц}$.

В ориентировочных расчетах принимают расход мощности на холостой ход и вентиляцию – 15-20% от $N_{изм}$.

Тогда:

$$N \approx (1.15-1.20)N_{изм}.$$

Механическая характеристика молотковой дробилки показана на рисунке .

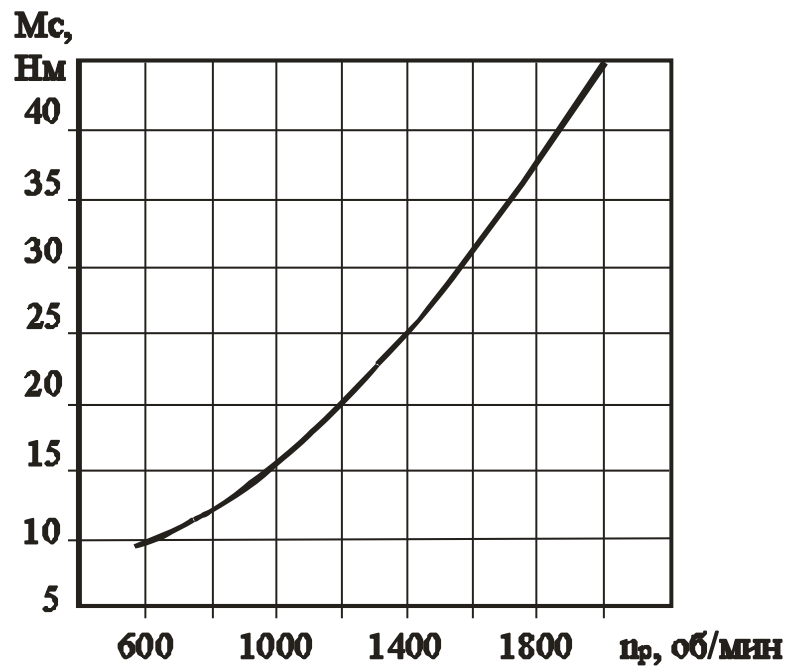


Рис.16. Механическая характеристика молотковой дробилки (на холостом ходу).

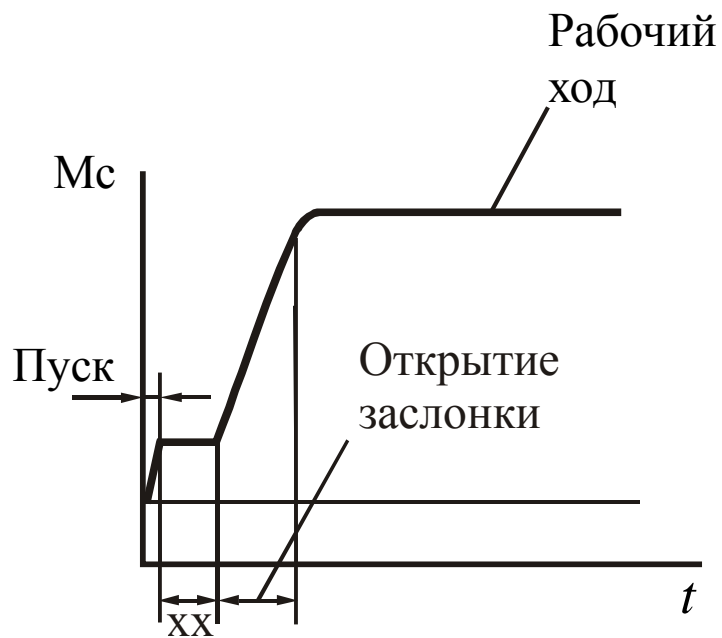


Рис.17. Нагрузочная диаграмма дробилки.

