

# **Машинаи та обладнання для тваринництва**

## **Лекція № 6**

**2 години**

### **Машинаи для подрібнення концентрованих кормів**

#### **План лекції**

- 5.1. Способи подрібнення концентрованих кормів.
- 5.2. Зоотехнічні вимоги до технології подрібнення концентрованих кормів.
- 5.3. Класифікація подрібнювачів концентрованих кормів.
- 5.4. Визначення основних параметрів подрібнювачів концентрованих кормів.
  - 5.4.1. Живильник
  - 5.4.2. Робоча камера і молотковий барабан
  - 5.4.3. Молотки
  - 5.4.4. Аналіз фактора швидкості молотків
  - 5.4.5. Енергетичний розрахунок
  - 5.4.6. Зрівноваження
- 5.5. Будова та принцип роботи кормодробарки КДУ-2.
- 5.6. Будова та принцип роботи кормодробарки ДКМ-5.

### 5.1. Способи подрібнення концентрованих кормів.

Найпоширеніші способи подрібнення кормів (рис. 5.1): дроблення ударом, розколювання, стирання (розмелювання), плющення, різання.

Різнання може бути лезом, різцем або пуансоном.

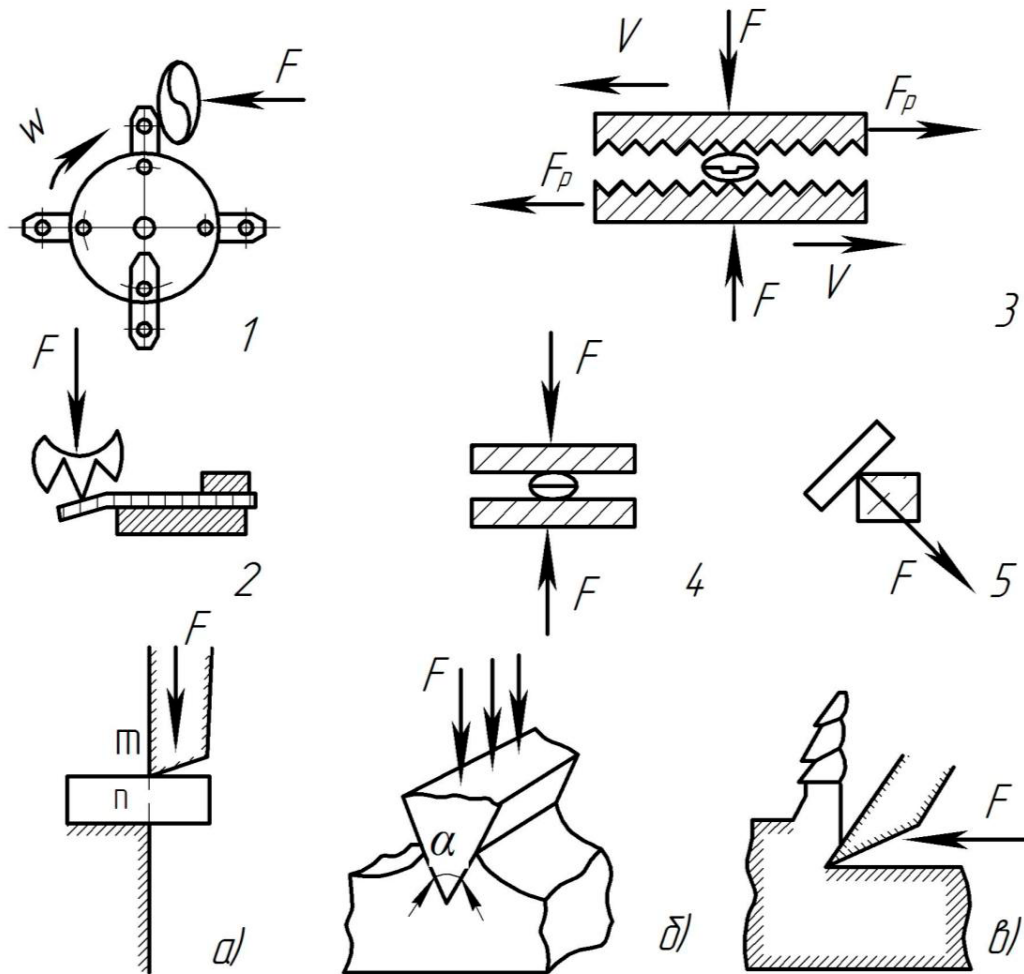


Рисунок 5.1. Способи подрібнення кормів:

1 - дроблення ударом; 2 - розколювання; 3 - стирання;  
4 - плющення; 5 - різання: а - пуансоном; б - лезом; в - різцем.

При виборі способу подрібнення і конструювання робочих органів подрібнювачів необхідно враховувати фізико-механічні властивості та геометричні параметри кормів і вибирати такі способи впливу на матеріал, що переробляється, за яких руйнування його може бути досягнуте при найменших напруженнях і витраті енергії.

Розколювання, стирання і різання вигідніші порівняно з іншими способами подрібнення, тому що руйнівне напруження сколювання менше за нормальне напруження.

Різноманіття видів кормів та їхніх властивостей, а також вимог до технології приготування, зумовлених фізіологією годівлі, призвело до створення різних способів подрібнення, кожен з яких має свій механіко-математичний опис або відповідну теорію.

## **5.2. Зоотехнічні вимоги до технології подрібнення концентрованих кормів**

Зоотехнічні вимоги до операції приготування концентрованих кормів.

1. Очищення від ґрунту, каміння, насіння бур'янів і домішок соломи на зерноочисних машинах (сепаратори, бурати, грохоти тощо); від металевих домішок - на магнітних сепараторах.

Вміст металевих домішок розміром до 2мм із негострими краями допускається не більше 30мг на 1кг корму.

2. Подрібнення до заданої крупності різними способами на дробарках або млинах-плющилках. Зернові корми подрібнюють до часток з такими розмірами: для ВРХ - не більше 3мм, для свиней - до 1мм, для птиці - до 2...3мм при сухій годівлі і до 1мм при годівлі вологими мішанками.

Стандарт на комбікорми, борошно та висівки (ГОСТ 13496.8-72, ГОСТ 27560-87) визначає 3 ступені розмелювання, що характеризуються середніми розмірами часток (модуль помолу): від 0,2 до 1мм - дрібне розмелювання, від 1 до 1,8мм - середнє і від 1,8 до 2,6мм - велике.

3. Дозування і змішування компонентів для приготування кормових сумішей за раціонами на спеціальних дозаторах і змішувачах.

Однорідність складу забезпечує однакову поживну цінність усієї кормової суміші. Для зернових кормів показник однорідності суміші повинен бути не менше 90...95% (залежно від призначення за видом і віком тварин).

## **5.3. Класифікація подрібнювачів концентрованих кормів.**

За призначенням молоткові подрібнювачі можна поділити на три групи:

- спеціальні, що переробляють конкретні види кормової сировини, близькі між собою за фізико-механічними властивостями, умовами завантаження, а також регулюванням якості та характеристиками продукту. До них відносяться, наприклад, дробарка для подрібнення зерна, мінеральних добавок тощо;

- універсальні - можуть переробляти матеріали, що суттєво розрізняються за своїми властивостями (наприклад, сипкі та стеблові, сухі і вологі або соковиті) і характеристиками продуктів подрібнення (борошно, січка, паста), а отже і умовами подачі сировини, видалення продуктів подрібнення;

- комбіновані, що суміщають власне подрібнення з іншими технологічними процесами. Частіше за все це можуть бути, наприклад, подрібнювачі-змішувачі.

За конструктивним виконанням молоткові подрібнювачі бувають (рис. 5.2) відкритого і закритого типів, з периферійною і центральною (осьовою) подачами сировини в робочу камеру, з пристроєм для попереднього деформування або подрібнення сировини і без нього, з горизонтальним і вертикальним розміщенням барабана, із шарнірно підвішеними робочими органами (молотки) на барабані та з жорстким їх кріпленням, з циліндричними і боковими решетами, а також без решітні, з вихровою камерою або без неї. Розрізняються подрібнювачі і за кількістю барабанів (бувають одно- та двобарабанні), організацією повітряного потоку (замкнута, напівзамкнута та

відкрита-системи циркуляції повітря), видаленням продуктів подрібнення (пневмо- або механічним транспортером, самопливом тощо).

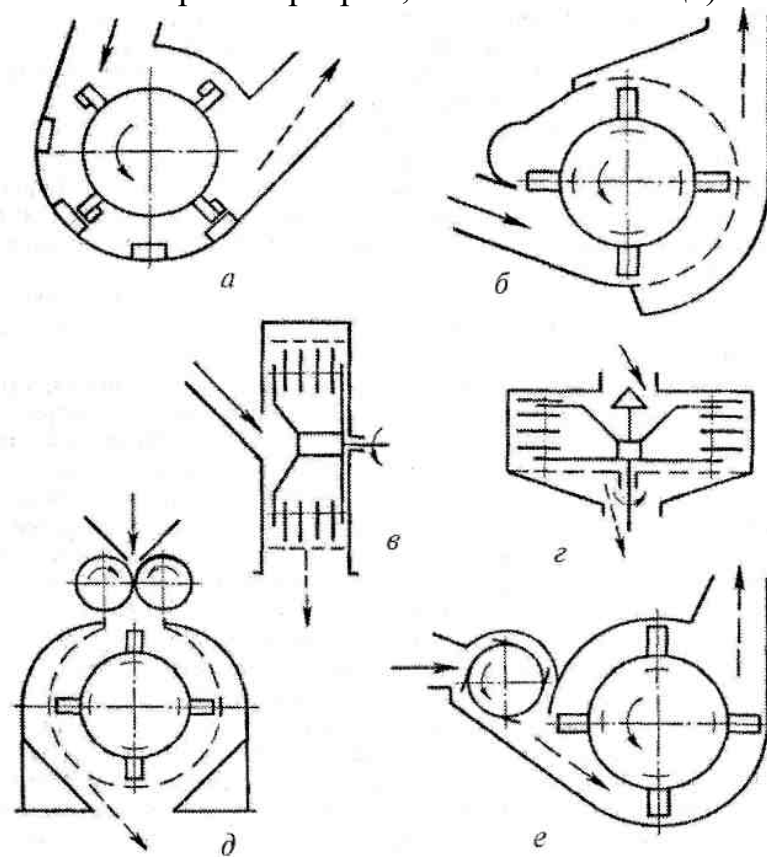


Рис. 5.2. Типи молоткових подрібнювачів: а, є - відкритого типу; б, в, г, д - закритого типу; а, б, д, є - периферійна подача; в, г - центральна подача; д, є - з пристроєм для попередньої обробки сировини; а, б, в, д, є - з горизонтальним розміщенням барабана; г - з вертикальним розміщенням барабана; б - з вихровою камерою; а - з жорстким кріпленням робочих органів; б, в, г, д, є - з шарнірними молотками; а, є - безрешітні; б, в, д - з циліндричними решетами; г - з боковим решетом

Так, універсальні та комбіновані машини, на перший погляд, мають суттєві переваги над спеціальними, оскільки здатні забезпечувати ширше коло робіт і, цим самим, скорочують потреби в номенклатурі машин. Проте їх економічна ефективність і, що головне, якість роботи не завжди рівнозначні і часто поступаються відповідним показникам спеціальних машин іншого типу. Виходячи з цього слід зазначити, що молоткові подрібнювачі доцільно застосовувати переважно для переробки концентрованих кормів (фуражного зерна, стеблових матеріалів тощо). До того ж додамо, що для подрібнення, наприклад, грубих кормів на борошно з метою їх використання в раціонах свиней чи птиці взагалі практично немає іншого вибору, крім молоткових подрібнювачів.

При розробці конструктивно-технологічної схеми молоткових подрібнювачів одним з першочергових питань є вибір способу подачі вихідного матеріалу в робочу камеру.

Порівняння способів подачі сировини в робочу камеру свідчить, що:

- центральна подача в більшій мірі сприяє затикуванню сировини в камеру подрібнювання і дозволяє збільшити площу сепарувальної поверхні (до 360° кута обхвату камери);

- периферійна подача відзначається рівномірнішим розподілом навантаження по ширині подрібнювальної камери, що зумовлює рівномірніше навантаження і спрацювання робочих органів і в кінцевому підсумку підвищення їх довговічності; високою ефективністю первинних ударів молотків; більшою рівномірністю гранулометричного складу продукту і вищим ступенем подрібнення перероблюваного матеріалу; кращою організацією і рівномірністю повітряного режиму в робочій камері та зарешітному просторі; меншими енергозатратами на вентиляційну дію молоткового барабана; можливостями переробки стеблових та шматкових матеріалів без попереднього різання, а також конструювання подрібнювачів відкритого типу (безрешітних, комбінованих).

Відкритий варіант виконання робочої камери (вільний вихід продуктів з камери в кінці зони переробки) порівняно із закритим (вихід продукту з камери здійснюється крізь сепарувальну поверхню) відзначається більшою продуктивністю і меншими енерго- та металомісткістю процесу, проте поступається йому щодо якості подрібнення.

Шарнірне підвішування молотків значно збільшує їх надійність і довговічність, усуває можливість заклинювання. У разі периферійної подачі вихрові камери чи інші пристрої перед завантажувальною горловиною (за ходом обертання молоткового барабана) організують повітряний режим і цим самим полегшують надходження сировини в робочу камеру, запобігають зворотному руху матеріалу в завантажувальній горловині, підвищують ефективність ударної дії молотків сприяють просіюванню продукту крізь решітну поверхню.

При розробці конструктивно-функціональної схеми молоткового подрібнювача для переробки концентрованих кормів на борошно слід дотримуватися таких раціональних ознак (принципів):

- застосовувати периферійну подачу сировини, за якої простір подрібнювальної камери і робочі органи (молотки, решета) завантажені рівномірніше і використовуються повноцінніше, в результаті чого підвищується ефективність технологічного процесу і довговічність самої машини;

- віддавати перевагу решітним (в закритому чи комбінованому виконанні робочої камери), які забезпечують значно кращу якість (рівномірність фракційного складу) продуктів подрібнення, а в закритому варіанті - ще й можливість переробки стеблових кормів на борошно;

- розміщувати завантажувальну горловину зверху робочої камери, біля її вертикальної осі симетрії. В цьому разі гравітаційні сили сприятимуть надходженню вихідного матеріалу не тільки до камери подрібнення, а й під робочі органи. Експериментальні дані підтверджують, що верхня (вертикальна чи близька до неї) подача сировини є найбільш раціональною щодо

ефективності подрібнення, забезпечує максимальну руйнівну дію первинних ударів молотків у момент надходження матеріалу в робочу камеру. Дані швидкісної кінозйомки технологічного процесу свідчать, що ефективність первинних ударів найвища при переробці крупно стеблових та кускових кормів;

- передбачати заходи й рішення, які сприяли б рівномірному розподілу навантаження по ширині робочої камери. Щоб знизити осьове зміщення перероблюваного шару від середини до бокових стінок і підвищити рівномірність використання робочого простору камери подрібнення, доцільно: зменшувати бокові зазори між молотками і стінками камери; розміщувати робочі органи на барабані за раціональними схемами, при яких утворюються гвинтові поверхні, що симетрично сходяться на середині барабана; знижувати щільність робочих органів на барабані (відношення загальної товщини молотків до ширини камери подрібнення); збільшувати діаметр проміжних дисків молоткового барабана;

- для підвищення пропускної здатності дробарки і рівномірності фракційного складу продуктів подрібнення (завдяки їх своєчасному видаленню з робочої камери) необхідно збільшувати загальну площу сепаруючих поверхонь, зокрема, за рахунок кута  $\alpha_p$  обхвату робочої камери решетом. Дані експериментальних досліджень показують, що незалежно від способу подачі сировини в камеру подрібнення та виду перероблюваного матеріалу із збільшенням  $\alpha_p$  продуктивність дробарки зростає, а енергоємність процесу зменшується. В результаті цього при рівних швидкостях молотків незначно підвищується крупність продукту, а в міру їх збільшення помітно знижується інтенсивність зміни модуля помелу;

- передбачати перед завантажувальною горловиною (за ходом обертання молоткового барабана) вихрові, або відбиваючі пристрої, що підсилюють радіальні потоки повітря в робочій камері і цим сприяють інтенсифікації технологічного процесу;

- організовувати вихід продуктів подрібнення із-за решітного простору в кінці (за ходом обертання молоткового барабана) решітної поверхні, розміщуючи вивантажувальний патрубок унизу зарешіт-ного простору: при обертанні молоткового барабана за годинниковою стрілкою - в третій четверті, а в протилежному напрямку - в четвертій. При цьому як у робочій камері, так і в зарешітному просторі не буде зустрічних потоків, а гравітаційні сили запобігатимуть осіданню продукту в зарешітному просторі і сприятимуть його видаленню;

- забезпечувати наскрізне вентилявання зарешітного простору, передбачаючи на початку його (тобто в зоні, найбільш віддаленій від вивантажувального патрубку) пристрій для надходження повітря, що створює сприятливі умови для сепарації продуктів подрібнення, запобігає заторам у зарешітному просторі. Для продування останнього доцільно використовувати відпрацьоване повітря з циклона, що дає змогу, крім того, здійснити замкнутий цикл руху повітря в дробарках з периферійною подачею.

## 5.4. Визначення основних параметрів подрібнювачів концентрованих кормів.

### 5.4.1. Живильник

Подача живильника узгоджується з пропускною здатністю (продуктивністю)  $Q$  подрібнювача і описується рівнянням:

$$Q = \varepsilon abv_{\text{п}}\gamma,$$

де:  $\varepsilon$  - коефіцієнт, що враховує ступінь заповнення завантажувальної горловини і можливу нерівномірність шару сировини, що подається в робочу камеру,  $\varepsilon = 0,85$ ;  $a$ ,  $b$  - розміри (висота і ширина) завантажувальної горловини, м;  $v_{\text{п}}$  - швидкість подачі сировини, м/с;  $\gamma$  - об'ємна щільність перероблюваного матеріалу, кг/м<sup>3</sup>.

Для бункерного живильника сипких матеріалів самопливна подача можлива у випадку нахилу стінок під кутом  $\alpha$ , більшим за кут зовнішнього тертя  $\varphi$  перероблюваного матеріалу, тобто:

$$\alpha > \varphi.$$

### 5.4.2. Робоча камера і молотковий барабан

Розміри робочої камери (діаметр  $D$  та ширину  $L$ ) визначають через питому подачу  $Q_1$  залежно від заданої продуктивності молоткового подрібнювача  $Q$ :

$$D = \sqrt{\frac{KQ}{Q'}},$$

де:  $K$  - відношення діаметра до ширини камери:

$$K = \frac{D}{L}.$$

Це відношення в першу чергу залежить від способу подачі (центральної, периферійної) сировини в камеру подрібнення. У подрібнювачах з периферійною подачею, де сировина відносно рівномірно розподіляється по ширині робочої камери, рекомендується вибирати  $K = 0,8-1,5$ . Такий подрібнювач має молотковий барабан і за класифікацією С.В. Мельникова відноситься до першого типу, що має істотні динамічні переваги. Завдяки цьому осьовий момент інерції барабана відносно невеликий. Вій порівняно легко піддається динамічному зрівноваженню, оскільки має майже рівновісний еліпсоїд інерції, близький за формулою до кулі, і для такого барабана достатньо забезпечити лише статичне зрівноваження. Проте в конструктивному відношенні барабани першого типу є більш металомісткими.

Під час центральної подачі перероблюваний матеріал розподіляється дуже нерівномірно по ширині камери. Тому рекомендується приймати  $K = 4-7$ . У таких подрібнювачах використовуються барабани другого типу. Пакети молотків віддалені від осі обертання барабана на значну відстань, що спричиняє збільшення осьових моментів інерції. Такі барабани мають двовісні еліпсоїди інерції.

Аналіз техніко економічних показників молоткових дробарок свідчить, що в сучасних машинах питома подача знаходиться в межах:  $Q' - 2-5 \text{ кг/с м}^2$  при

подрібненні фуражного зерна і  $Q' = 0,5-2 \text{ кг/с} \cdot \text{м}$  при переробці грубих кормів.

Відповідно до розмірів камери подрібнення визначають діаметр  $D_6$  і довжину  $L_6$  барабана: (рис. 5.3):

$$D_6 = D - 2\Delta R;$$

$$L_6 = L - 2\Delta L,$$

де  $\Delta R$ - величина радіального зазору між кільцями молотків і поверхнею робочої камери;  $\Delta L$ - величина бокових зазорів від площини крайніх молотків до стінок камери.

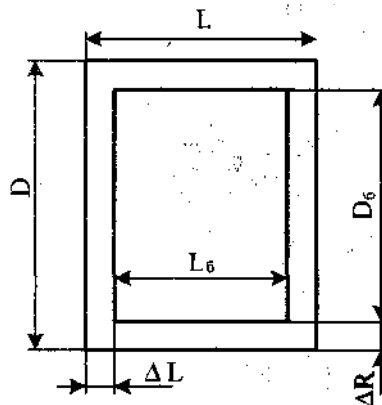


Рис. 5.3. До визначення розмірів молоткового барабана

Для підвищення інтенсивності подрібнення радіальні зазори у зоні дек доцільно зводити до мінімуму  $\Delta R_{\min}$ , який визначається умовою безпечної роботи (кінці молотків не повинні торкатися поверхні камери):

$$\Delta R_{\min} = \left( \sqrt{l_1^2 + \frac{b_m^2}{4}} - l_1 \right) + e_0,$$

де:  $l_1$  - відстань від осі підвісу до кінця молотка;  $b_m$  - ширина молотка;  $e_0$  - допуск на неточність розмірів ( для прямокутних молотків без ступінчастих кінців  $e_0 = 1-2 \text{ мм}$ , із ступінчастими кінцями  $e_0 = 0$ ).

У зоні решітної поверхні раціональна величина радіального зазора з умови підвищення пропускної здатності цієї поверхні (поліпшення умов просівання продукту) рекомендується в межах:  $\Delta R = 8-20 \text{ мм}$ . Бокові зазори необхідно зводити до конструктивно можливого мінімуму (2-5 мм), щоб зменшити нагромадження перероблюваного шару біля бокових стінок камери.

Робоча поверхня камери подрібнення складається з дек та решіт. Функції цих конструктивних елементів у технологічному процесі неоднакові. Якщо деки націлені тільки на максимальне подрібнення матеріалу, то решітна поверхня повинна забезпечити своєчасне видалення кінцевого продукту з робочої камери і сприяти переробці матеріалу. Оскільки в закритих варіантах подрібнюваній на максимально ефективному рівні підвищення швидкості молотків продуктивність установки обумовлюється пропускною здатністю сепарувальної поверхні, то згідно з рівнянням кут обхвату камери решітною поверхнею завжди доцільно збільшувати до конструктивно можливих меж.

Розмір отворів решітної поверхні визначають відповідно до заданої крупності продукту  $M$  (рис. 5.4):



$$d_0 = \frac{M}{\beta_p},$$

де:  $\beta_p$  - коефіцієнт пропорційності:

$$\beta_p = \cos \psi.$$

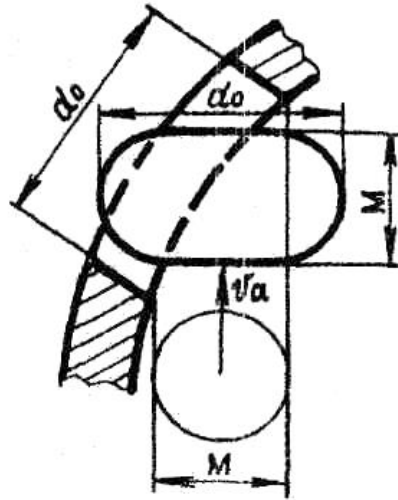


Рис. 5.4. Схема до просіювання продукту і визначення розміру отворів решета

### 5.4.3. Молотки

Розміри молотка визначають на основі теорії ексцентричного удару, виходячи з умови, щоб реакція від ударних імпульсів не передавалася на вісь підвісу молотка. При цьому допускається, що удари наносяться зовнішнім кінцем молотка, а центр удару знаходиться на перетині повздовжньої осі молотка з його зовнішньою гранню. Тоді для суміщення центра коливання молотка з центром удару необхідно, щоб:

$$\rho^2 = cl_1,$$

тобто квадрат радіуса інерції  $\rho$  молотка відносно осі підвісу дорівнював добутку відстаней від цієї осі до центра маси  $c$  та до кінця  $l_1$  молотка.

Відстань  $c$  для пластинчастих молотків прямокутної форми з одним отвором діаметром  $d$  визначається за формулою:

$$c = \frac{a_m^2 + b_m^2}{6a_m},$$

а для молотків з двома отворами -

$$c = \sqrt{\frac{A^2}{4} + B} - \frac{A}{2},$$

де:  $a_m, b_m$  - відповідно довжина та ширина молотка, м;

$$A = \frac{a_m^2 b_m}{\pi d^2} - \frac{a_m}{2}; \quad B = \frac{a_m b_m (a_m^2 + b_m^2)}{6\pi d^2} - \frac{d^2}{4}.$$

На основі викладених умов одержані розрахункові формули для визначення розмірів молотків (рис. 5.5):

$$\left. \begin{aligned} l_1 &= \frac{4}{9} R_n = 0,154 D_5; \\ R_n &= 0,346 D_6; \\ a_m &= 1,5 l_1 \approx 0,23 D_5; \\ b_m &= (0,4 \dots 0,5) a_m \approx 0,1 D_5. \end{aligned} \right\}$$

Діаметр отворів під вісь підвісу (палець) та кількість несучих дисків (опор для пальця) розраховують з умов міцності. В існуючих машинах сільськогосподарського призначення цей діаметр дорівнює 18-20 мм.

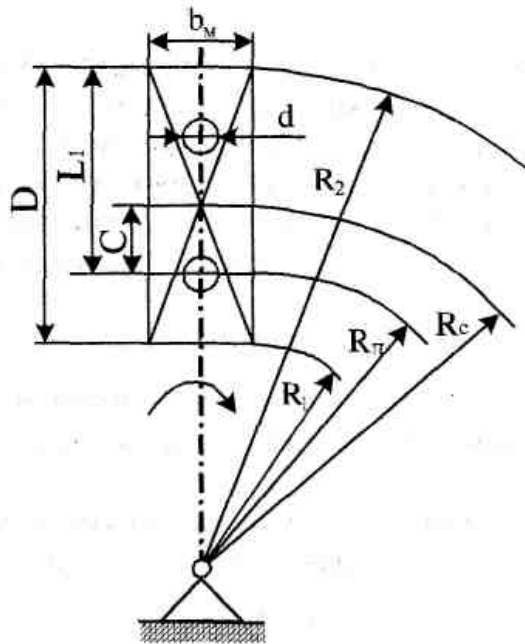


Рис. 5.5. Схема до визначення параметрів молотків і молоткового барабана:  
 $R_{\pm}$  - радіус барабана до початку молотків;  $R_2$  - радіус барабана по кінцях молотків,  $R_2 = V_i D f$ ;  $R_r$  - радіус барабана по центрах маси молотків

#### 5.4.4. Аналіз фактора швидкості молотків

Швидкість молотків - це основний параметр, що обумовлює ефективність руйнування матеріалу в процесі його переробки. Через значну складність механіки подрібнення матеріалів у молотковій дробарці, широку різноманітність фізико-механічних властивостей сировини та конструктивно-технологічних факторів, що впливають на процес подрібнення, спроби одержати одну загальну і достовірну формулу для визначення робочої швидкості молотків не дали придатного для практичного застосування результату.

Рішення такої задачі охоплює комплекс технологічних, технічних і економічних показників: якість подрібнення, продуктивність і енерго-місткість процесу, надійність і довговічність обладнання. Тому єдиним шляхом для вибору раціональної швидкості молотків залишаються дані експериментальних досліджень та виробничого досвіду.

Узагальнення наукових даних дозволяє зробити висновок, що для подрібнювачів концентрованих кормів (фуражне зерно, стеблові) такою межею є швидкість молотків на рівні  $v_m = 70-80$  м/с. Причому ця межа практично не залежить від виду, а отже і фізико-механічних властивостей перероблюваного матеріалу. Це вказує на те, що при значній складності розрахунку руйнівної швидкості за вище наведеними формулами вони все ж таки не забезпечують достовірних результатів.

У разі відкритого виконання робочої камери усувається обмежувальна роль решета. Продуктивність залежить тільки від подрібнювальної здатності установки. У такому випадку вибір швидкості молотків можна здійснювати, наприклад, виходячи з умови забезпечення заданого розміру часток продуктів подрібнення, а можлива межа збільшення швидкості визначається рівнем технічної досконалості конструкції і встановленою потужністю привода.

На основі раціональної швидкості молотків визначають частоту обертання барабана:

$$n = \frac{v_m}{\pi D_s}$$

#### 5.4.5. Енергетичний розрахунок

У процесі роботи дробарки потужність привода споживається на подрібнення  $N_{\Pi}$  матеріалу і на холостий хід  $N_x$  молоткового барабана:

$$N = N_{\Pi} + N_x,$$

де  $N$  - загальна споживана потужність, Вт.

Перша складова рівняння залежить від продуктивності установки та питомої роботи  $A_{\text{под}}$  подрібнення, що розглядається раніше.

Для молоткових і роторних подрібнювачів, що відзначаються швидкохідністю робочих органів, характерною ознакою є сильна вентиляційна дія барабана, на яку затрачається до 40-60 % від загальної споживаної потужності. Нераціональна конструкція барабана чи необґрунтоване підвищення частоти його обертання можуть призвести до ще більшого і різкого зростання цієї частки енерговитрат. У зв'язку з цим доцільно детальніше проаналізувати рівняння балансу потужності привода установки.

Потужність холостого ходу в основному споживається на вентиляційну дію  $N_v$  молоткового барабана і лише деяка частка (не більше 10-20%) на подолання опорів тертя  $N_T$ :

$$N_x = N_v + N_T = (1,1 \dots 1,2) N_v.$$

#### 5.4.6. Зрівноваження

При збиранні роторів кормопереробних машин, зокрема дробарок, на заводах-виготовлювачах здійснюється їх статичне та динамічне балансування.

Балансування ротора полягає в рівномірному розміщенні власної маси незалежно від кута провертання з тим, щоб центр його маси знаходився на осі обертання ротора. При такій умові підшипники, на які спирається ротор, та цапфи його валу не будуть магі вібраційного навантаження, надійність і довговічність їх роботи і самої машини підвищуються.

Динамічне балансування роторів здійснюється лише на заводах-виготовлювачах та спеціалізованих ремонтних підприємствах, оскільки для цього потрібні відповідні балансувальні машини.

В умовах експлуатації дробарок виконується лише статичне балансування.

При цьому особливого значення набуває зрівноваження ротора в разі заміни молотків та пальців, яке виконується в господарствах безпосередньо на

місці роботи машини. Нові молотки можуть різнитись між собою за масою до 10...15 г, що для пакетів молотків, розміщених на різних осях підвісу, може дати в сумі дисбаланс до 150-200 г. Тому довільний набір молотків не допустимий, оскільки може привести до швидкого виходу машини з ладу.

Статичне балансування проводять в два етапи: зрівноваження ротора без молотків, пальців і розпірних втулок; підбір рівновеликих за масою для діаметрально протилежних осей підвісу пакетів молотків, втулок та пальців. У справних, добре змащених підшипниках перевірку зрівноваженості при знятих молотках, пальцях та осях можна проводити не знімаючи ротора з дробарки шляхом повертання і нанесення міток при зупинці. В зрівноваженому роторі ці мітки кожен раз не повинні співпадати.

Для більш точного зрівноваження ротор слід зняти з дробарки, розібрати підшипникові вузли, вийняти пальці, молотки, втулки і встановити його на спеціальний стенд точно в горизонтальному положенні. При цьому цапфи посадочними місцями під підшипники повинні розміщуватись на опорних ножах. Якою при багаторазовому провертанні ротора мітки, нанесені на диски, співпадають, то рівноваги ротора добиваються зняттям металу з боку, де є надмірна маса чи додаванням маси з легшого боку.

Наступним етапом статичного балансування є підбір для протилежних осей підвісу однакових за масою пальців, комплектів молотків та розпірних втулок.

Ефективність роботи молоткових кормодробарок в значній мірі залежить від того, наскільки повноцінно використовується робочий простір подрібнювальної камери.

Між тим відомо, що в цих машинах перероблюваний матеріал розподіляється по ширині робочої камери досить нерівномірно: зони біля бокових стінок є найбільш навантаженими, а в середніх зонах спостерігається різке зменшення товщини шару. Причинами такого явища є гальмівна дія нерухомих стінок подрібнювальної камери, а також потужний повітряний потік, який створюється молотковим ротором, що обертається з високою частотою і роздуває перероблюваний шар від середини до бокових стінок камери.

Нерівномірний розподіл перероблюваного матеріалу по ширині камери подрібнювання спричиняє:

- неповноцінне і нерівномірне використання робочого простору камери, чим зменшуються можливості підвищення продуктивності дробарки;
- нерівномірний гранулометричний склад продуктів подрібнення по ширині камери, в результаті чого погіршується якість (рівномірність) кінцевого продукту в цілому;
- нерівномірне спрацювання робочих органів вздовж ротора, що порушує його балансування, знижує довговічність робочих органів і самої машини.

З урахуванням зазначених негативних явищ, а також характеру розподілу перероблюваного матеріалу по ширині камери подрібнювання дуже важливим питанням є обґрунтування раціональної схеми розміщення молотків на роторі.

### 5.5. Будова та принцип роботи кормодробарки КДУ-2.

Заводи-виготовлювачі сільськогосподарської техніки випускають кілька типів молоткових дробарок для подрібнення фуражного зерна: КДУ-2, ДДМ, ДМ, ДЗ-Ф-2, ДКМ-5, ДБ-5 та інші.

**Дробарка КДУ-2 «Українка»** (рис. 5.6) призначена для подрібнювання зерна, сіна, сухих кукурудзяних стебел і качанів, макухи, зеленої маси і коренебульбоплодів. На ній можна також готувати кормові суміші з кількох компонентів із введенням рідких добавок. Дробарку можна використовувати як окрему машину або в комплекті кормоприготувального обладнання.

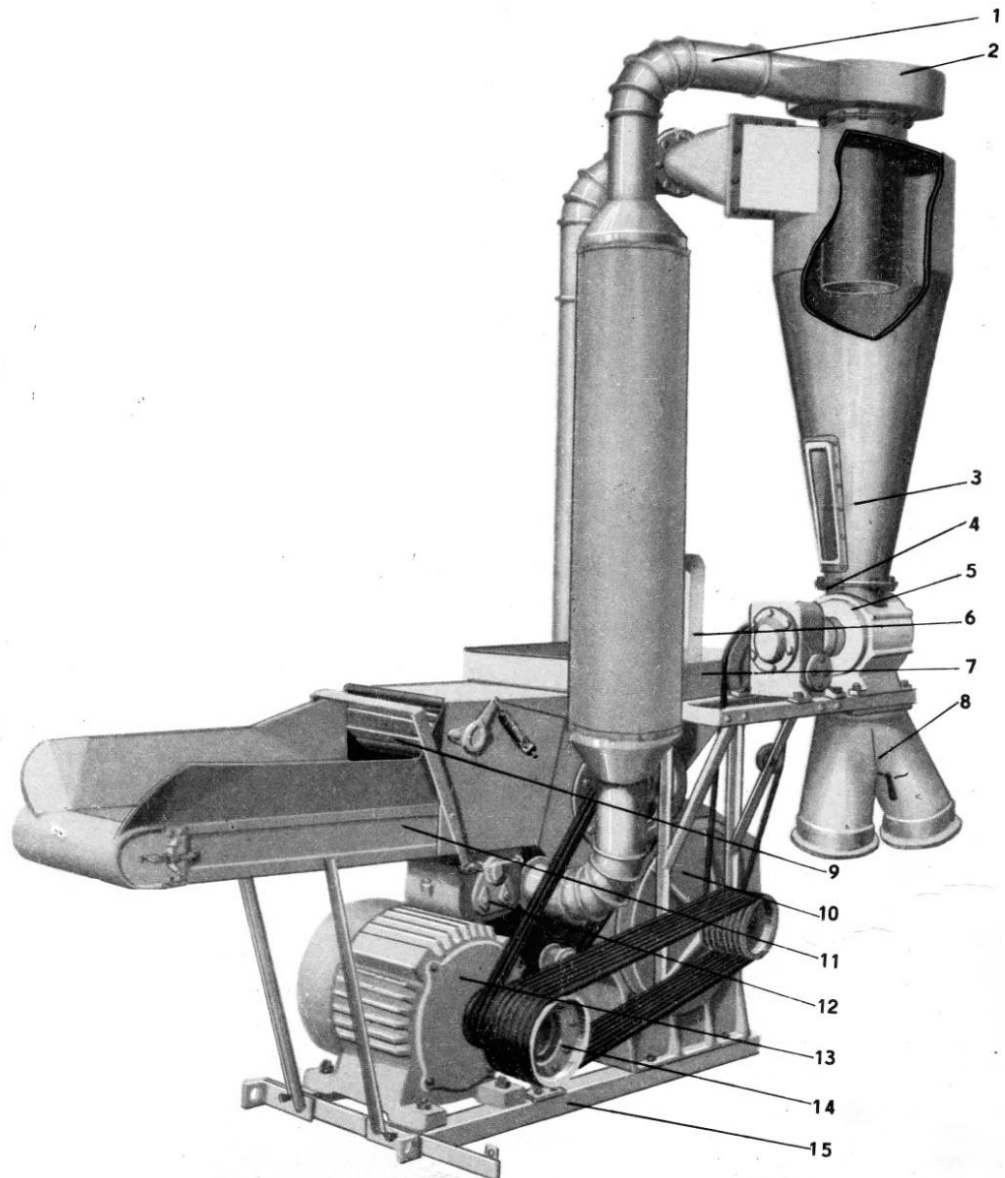


Рисунок 5.6. Дробарка КДУ-2:

- 1 - зворотній трубопровід з фільтром; 2 - верх циклону; 3 - цикл н; 4 - редуктор шлюзового затвору; 5 - шлюзовий затвор; 6 - рамка амперметра-індикатора; 7 - приймальний бункер; 8 - розтруб циклону; 9 - пресуючий транспортер; 10 - дробильна камера; 11 - живильний транспортер; 12 - редуктор транспортера; 13 - електродвигун; 14 - шків з автоматичною фрикційною муфтою; 15 - рама.

Дробарка КДУ-2 складається із завантажувального бункера, живильного і пресуючого транспортерів, різального барабана, дробильного апарата, вентилятора, пневмопровода з циклоном і шлюзовим затвором, рами, приводного електродвигуна і захисної електроапаратури.

У нижній частині бункера дробарки КДУ-2 встановлена поворотна засувка для регулювання подачі зерна. На скатній дошці розташований магнітний сепаратор.

Дробильний апарат має ротор і дробильну камеру (рис. 5.7.).

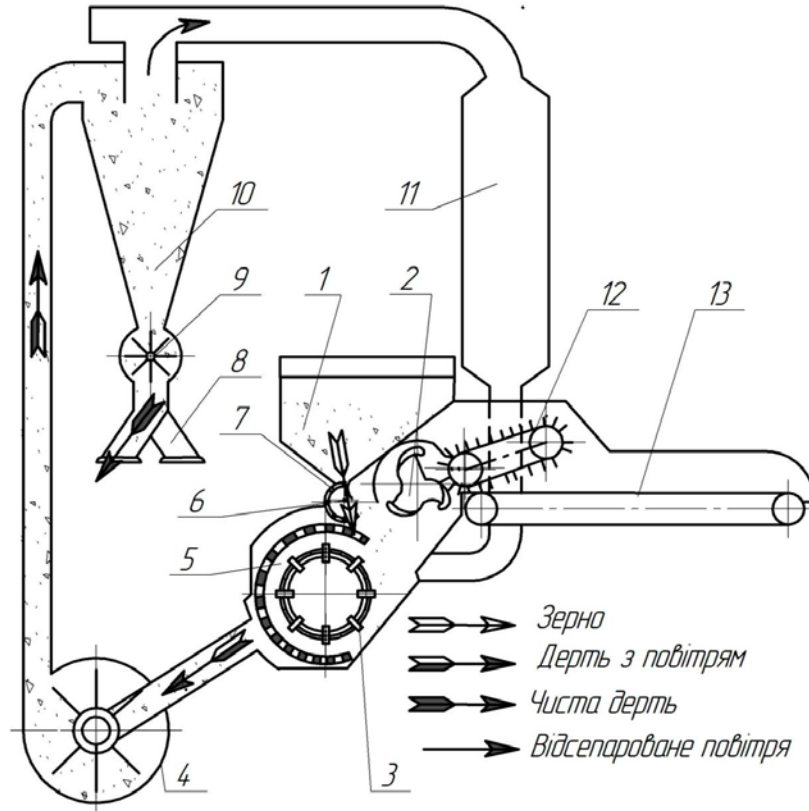


Рисунок 5.7. Технологічна схема подрібнювача сипучих кормів (кормодробарки КДУ-2):

- 1 - бункер; 2 - ножовий барабан; 3 - ротор; 4 - вентилятор; 5 - решето;
- 6 - магнітний сепаратор; 7 - заслінка; 8 - розтруб; 9 - шлюзовий затвор;
- 10 - циклон; 11 - фільтр; 12 - притисний транспортер;
- 13 - живильний транспортер.

На валу ротора жорстко посаджено 8 дисків. На краях кожного з них шарнірно навішано по 15 пластинчастих молотків у шаховому порядку.

Барабан обертається в дробильній камері, утвореній двома боковинами корпусу, решетом і рифленою декою. Змінне решето затискається кришкою дробильної камери за допомогою накидних замків. При обробці соковитих кормів замість змінного решета закріплюють вставну викидну горловину.

Для подрібнення соковитих і грубих кормів використовується ножовий барабан. На його двох фігурних сталевих дисках закріплені три спіральні ножі. Зазор між ножем і протиризальною пластиною повинен бути не більше 0,55мм. Його регулюють двома гвинтами. Живильні й пресуючі транспортери

приводяться в дію ланцюговими передачами через редуктор, що знаходиться під рамою живильного транспортера.

Дробарка приводиться в дію через автоматичну фрикційну муфту, яка насаджена на вал електродвигуна.

При подрібнюванні сіна та інших грубих кормів включають різальний апарат дробарки, отвір для завантаження зерна в бункері перекривають. При переробці соковитих кормів замість решета закріплюють вставну викидну горловину і відсмоктуючий патрубок знімають. При подрібнюванні фуражного зерна різальний барабан вимикають.

Технологічні схеми подрібнювача кормів КДУ-2 на обробці різних видів кормів зображені на рис. 5.8.

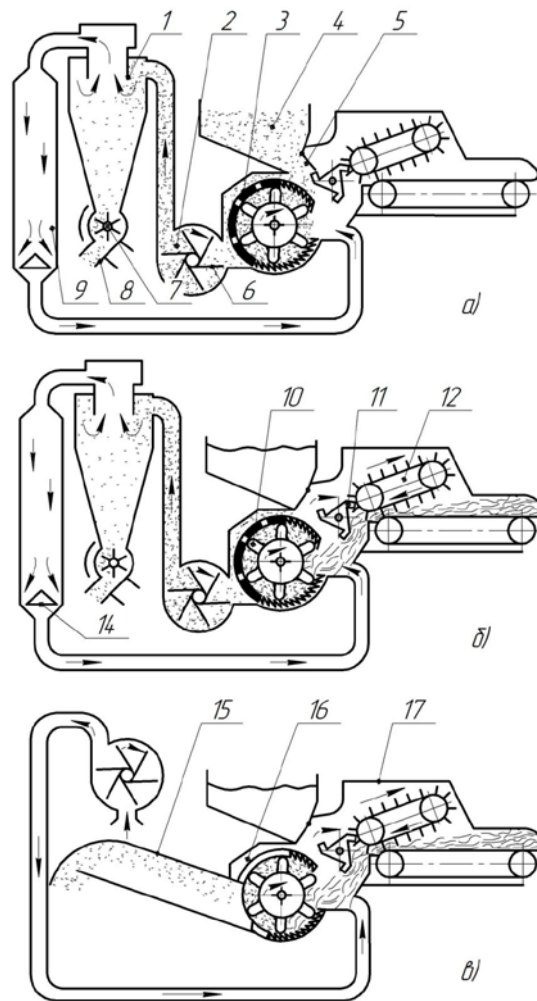


Рисунок 5.8. Технологічні схеми подрібнювача кормів КДУ-2 на обробці різних видів кормів:

- а - подрібнення зерна та інших сипучих кормів; б - подрібнення несіпучих концентрованих кормів (сіна, соломи); в - подрібнення вологих і соковитих кормів; 1 - циклон; 2 - вентилятор; 3 - дробильна камера; 4 - бункер; 5 - заслінка; 6 - подрібнений сухий продукт; 7 - шлюзовий затвор; 8 - розтруб мішкотримачів; 9 - фільтрувальний рукав; 10 - дробильний барабан; 11 - ножовий барабан; 12 - верхній транспортер живильника; 13 - нижній транспортер живильника; 14 - розсікач фільтрувального рукава; 15 - викидна горловина; 16 - дефлектор; 17 - корпус живильника.

### 5.6. Будова та принцип роботи кормодробарки ДКМ-5.

Кормодробарка ДКМ-5 призначена для подрібнення зерна і грубих кормів у технологічних лініях їх приготування. Основні вузли ДКМ-5: дробарка, завантажувальний шнек, вивантажувальний шнек, блок керування і підставка під вивантажувальний шнек.

Процес подрібнення фуражного зерна, грубих кормів і приготування січки на ДКМ-5 виконується відповідно до функціональних схем, зображених на рис. 5.9.

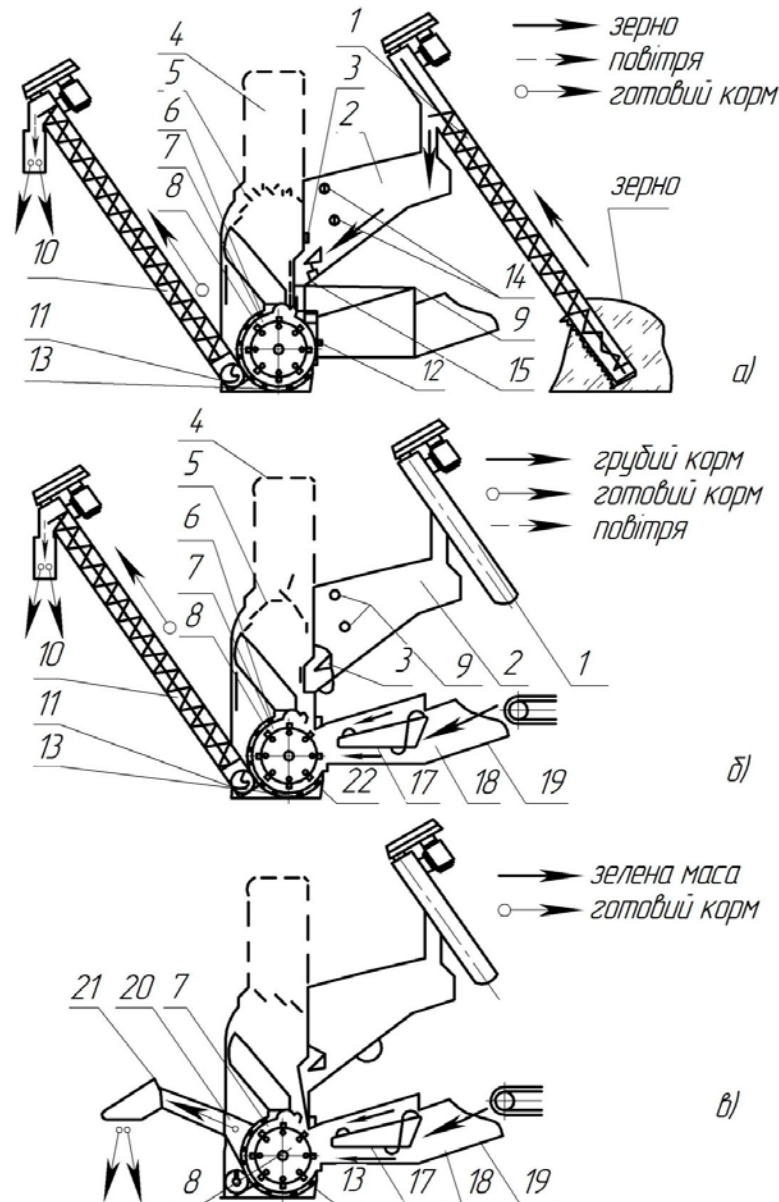


Рисунок 5.9. Функціональна схема дробарки ДКМ-5:

- а - робота на зерні; б - робота на грубих кормах і качанах кукурудзи;  
 в - приготування січки; 1 - шнек завантажувальний; 2 - бункер; 3 - заслінка;  
 4 - фільтр; 5 - пиловідокремлювач; 6 - змінне решето; 7 - камера подрібнення;  
 8 - ротор; 9 - заслінка; 10- шнек вивантажувальний; 11 - шнек дробарки;  
 12 - кришка; 13 - деки; 14 - датчики рівня; 15 - магнітний сепаратор;  
 17 - внутрішній шнек живильника (нерухомий); 18 - зовнішній шнек  
 живильника (рухомий); 19 - лоток; 20 - горловина; 21 - дефлектор;  
 22 - пластина.



Для отримання кормів заданої крупності встановлюють змінні решета для ячменю і пшениці - з отворами 4; 6; 8мм, вівса - 8; 16мм.

Вологість зерна повинна бути в межах 12-14%. При подрібненні вівса вологістю більше 12% використовують решета з діаметром отворів 16мм.

Вологість грубих кормів повинна бути 10-17%, решето - з діаметрами отворів 16мм.

### **Питання для самоконтролю**

1. Які розрізняють способи подрібнення концентрованих кормів?
2. Які зоотехнічні вимоги до технології подрібнення концентрованих кормів?
3. Як класифікують подрібнювачі концентрованих кормів?
4. Як визначити основні параметри кормодробарок?
5. Що таке живильник?
6. Що таке робоча камера і молотковий барабан.
7. Класифікація молотків.
8. Який аналіз фактор швидкості молотків?
9. Поясніть будову та принцип роботи кормодробарки КДУ-2.
10. Поясніть будову та принцип роботи кормодробарки ДКМ-5.