ОЦІНКА ПОДРІБНЮВАЧІВ КОНЦЕНТРОВАНИХ КОРМІВ ЗА ЯКІСНИМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Методичні вказівки до лабораторної роботи № 3

МЕТА РОБОТИ - оволодіти методикою визначення якісних та енергетичних показників подрібнювачів концентрованих кормів та їх порівняльним аналізом.

Підсумкові вимоги до знань і вмінь студентів:

знати-методику визначення якості подрібнення і енергетичних показників подрібнювачів концентрованих кормів;

вміти-практично організувати і провести випробування по оцінці подрібнювачів концентрованих кормів, зробити оцінку показників якості і енергетичних показників відповідно до вимог.

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки до роботи

Вивчити:

- значення та суть процесу подрібнення кормів[1, с.56; 3, с.10, 39];
- зоотехнічні вимоги до процесу подрібнення кормів [1, с.57; 3, с.50];
- класифікацію молоткових подрібнювачів [1, с.100…102].

Ознайомитися:

- з методикою оцінки якості подрібнених кормів[1, с.57…59; 2, с.101…104];
- з будовою і принципом дії лабораторних подрібнювачів концкормів (Додаток А).

Скласти звіт по роботі:

- номер, найменування та мета роботи;
- суть процесу подрібнення кормів;
- зоотехнічні вимоги до процесу подрібнення кормів.

1.2 Питання для самостійної підготовки

1.2.1 З якою метою подрібнюють зернові корми?

1.2.2 Дайте визначення поняттю «подрібнення».

1.2.3 До яких наслідків може привести надмірне подрібнення зернових кормів?

1.2.4 Назвіть зоотехнічні вимоги до процесу подрібнення зернових кормів.

1.2.5 Якими показниками оцінюється якість подрібнення зернових кормів?

1.2.6 Як на практиці визначають модуль помелу зерна?

1.2.7 За якими ознаками класифікуються молоткові подрібнювачі?

1.3 Рекомендована література

1Механізація виробництва продукції тваринництва / І.І.Ревенко, Г.М.Кукта, В.М.Манько та ін.; за ред. І.І.Ревенка. – К.: Урожай, 1994. – 264 с.

2Посібник – практикум з механізації виробництва продукції тваринництва / І.І. Ревенко, В.М. Манько, С.С. Зарайська та ін.; За ред. І.І Ревенка. – К.: Урожай, 1994. – 288 с.

3Машины и оборудование для приготовления кормов. Ч.1: Справочник / И.В. Кулаковский, Ф.С. Кирпичников, Е.И. Резников. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 285 с.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

2.1.1 Визначити еквівалентний діаметр зерна.

2.1.2 Провести досліди по вимірюванню потужності дробарок на холостому та робочому ході.

2.1.3 Провести оцінку якості подрібнення зерна.

2.1.4 Визначити продуктивність дробарок та ступінь подрібнення зерна.

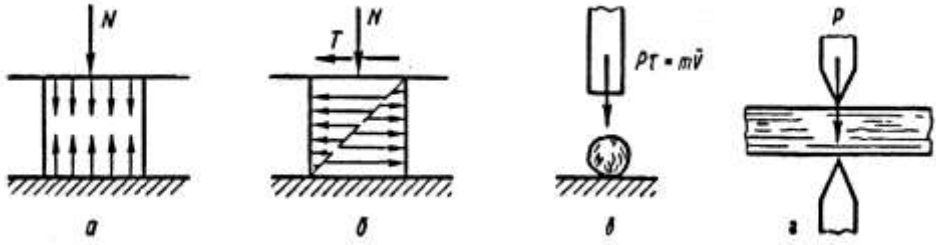
2.1.5 Провести комплексну оцінку енергомісткості процесу подрібнення зерна дробарками з шарнірним та жорстким кріпленням робочих органів.

2.2 Теоретичні відомості

В раціоні годування ВРХ, свиней і птиці особливе місце займають зернові корми, маючі високий вміст поживних речовин і добрі смакові якості. Однак зернові корми можуть бути малоефективними і іноді викликати шлункові захворювання, якщо їх згодовувати у не подрібненому виді.

Подрібнення – найбільш поширена і важлива операція в технологічному процесі підготовки зернових кормів до згодовування сільськогосподарським тваринам, обумовлена фізіологією їх годівлі. Так як поживні речовини засвоюються організмом тварини тільки в розчинному вигляді, то швидкість обробки часток корма шлунковим соком прямо пропорційна площі їх поверхні. У результаті подрібнення кормів утворюється багато часток з великою загальною площею поверхні, що сприяє прискоренню травлення і підвищує засвоюваність поживних речовин тваринами.

Існує багато способів подрібнення, Найбільшого поширення серед них отримали роздавлювання, різання, перетирання і розбивання (рисунок 1). В існуючих машинах для подрібнення кормів часто ці способи суміщаються.



а – роздавлювання; б – перетирання; в – розбивання; г – різання

Рисунок 1 – Основні способи подрібнення

Способи подрібнення вибираються залежно від фізико-механічних властивостей корму, тобто його здатності чинити опір певному виду деформації.

Тому для подрібнення різних видів кормів застосовуються різні машини і механізми з робочими органами залежно від виду перероблюваного корму і зоотехнічних вимог на корм, який готується для різних статевовікових груп тварин. На практиці найчастіше для

подрібнення зернових кормів використовуються дробарки. Процес подрібнення в них здійснюється, як правило, способом розбивання і перетирання зерна.

При порівнянні ефективності роботи різних по конструктивному виконанню подрібнювачів використовується ряд показників.

Ефективність процесу подрібнення оцінюється **ступенем подрібнення** – показником кратності зменшення крупності часток перероблюваного матеріалу. Він визначається як відношення середніх розмірів часток вихідної сировини *D* і кінцевого продукту *d*:

$$\lambda = \frac{D}{d}. \qquad (1)$$

У міру зменшення крупності часток матеріалу при його подрібненні збільшується кількість новоутворених часток, розширюється відкрита поверхня матеріалу. Тому **ступінь подрібнення** – це також і показник приростання (розширення) площі поверхні матеріалу:

$$\lambda = \frac{S_к}{S_п}, \qquad (2)$$

де $S_к$ – площа поверхні корму після подрібнення;

$S_п$ – площа поверхні корму до подрібнення.

Звідси ще одне визначення: **подрібнення** – це процес утворення нових поверхонь або збільшення площі поверхні перероблюваного корму.

Визначити площу поверхні зернового матеріалу до подрібнення через складну форму зерна досить складно. Тому при визначенні розмірів зерна використовують поняття **еквівалентний діаметр** – діаметр кулі об'єм якої дорівнює об'єму одного зерна.

Енергомісткість процесу подрібнення залежить від багатьох факторів: фізико-механічних властивостей (міцність, крихкість, однорідність і вологість перероблюваного корму, розмір та форма часток); способів подрібнення; стану робочих органів машини тощо.

Тому аналітичним шляхом встановити залежність між витратами енергії на подрібнення, фізико-механічними властивостями перероблюваного матеріалу та результатами процесу можна лише у загальному вигляді:

$$E = \frac{N_{под}}{Q \cdot \lambda \cdot \left(1 - \frac{\nu}{100}\right)}, \quad (3)$$

де E – енергомісткість процесу подрібнення корму, кДж/кг;

$N_{под}$ – потужність, що споживається на подрібнення, кВт;

Q– продуктивність подрібнювача, кг/с.

Для практичного оцінювання якості і енергомісткості процесу подрібнення фуражного зерна пропонується порівняти деякі показники роботи дробарок з шарнірним і жорстким кріпленням робочих органів (молотків).

2.3 Оснащення робочого місця

2.3.1 Дробарки з шарнірним і жорстким кріпленням робочих органів (молотків);

2.3.2 Лабораторний решітний класифікатор з набором решіт 1; 1,5; 2,5 мм;

2.3.3 Мірний циліндр з гасом;

2.3.4 Прилад К-505;

2.3.5 Секундомір;

2.3.6 Електронні ваги;

2.3.7 Стіл та тара для розбирання проб;

2.3.8 Щітка для очищення решіт;

2.3.9 Зерно злакових культур (дві порції по 1 кг);

2.3.10 Інструкція з охорони праці на робочому місці;

2.3.12 Методичні вказівки до лабораторної роботи №3.

2.4 Рекомендації щодо виконання роботи й оформлення звіту

2.4.1 Визначити еквівалентний діаметр зерна у наступній послідовності:

а) відібрати пробу масою 50 г із наважки зерна, керуючись ГОСТ 3040-55 «Зерно. Методы определения качества»;

б) від проби відібрати 100 зернин;

в) помістити 100 зернин у наповнений гасом мірний циліндр і по різниці позначок рівня гасу до і після опускання зернин

знайти їх об'єм в мілілітрах;

г) визначити об'єм однієї зернини $V_З$ *(мм^3)* за формулою

$$V_З = \frac{V_к - V_п}{100} \cdot 10^3 \qquad (4)$$

де *Vк* - кінцевий об'єм гасу з зерном, *мл;*

Vп - початковий об'єм гасу, *мл.*

д) визначити еквівалентний діаметр зерна *De(мм)*

$$D_е = 1{,}24 \cdot \sqrt[3]{V_З} \qquad (5)$$

е) при проведенні лабораторної роботи з різними видами зернових кормів повторити послідовно пункти в), г), д);

є) записати до журналу спостережень результати дослідів.

2.4.2 Провести досліди по вимірюванню потужності дробарок:

а) виміряти потужність кожної дробарки на холостому ході, $N_{х.х.}$*(Вт)*;

Встановити решето з отворами діаметром 4 мм у камеру кожної дробарки. Ввімкнути дробарку з шарнірним кріпленням молотків і через 30 с після пуску зняти показання ватметра на холостому ході. Отримані значення шкали перевести у одиниці виміру *(Вт)* і занести у журнал спостережень (таблиця 1). Вимкнути дробарку з шарнірним кріпленням молотків і ввімкнути дробарку з жорстким кріпленням молотків та аналогічно визначити її потужність на холостому ході. Результати занести у журнал спостережень (таблиця 1).

б) виміряти середню потужність $\boldsymbol{N_{р.х.сер}}$**,** *(Вт)* кожної дробарки на робочому ході.

Порцію зерна (1 кг) засипати у приймальну камеру дробарки з шарнірним кріпленням молотків при закритій заслінці. Ввімкнути дробарку, повільно відкрити заслінку і одночасно ввімкнути секундомір. Коли дробарка перейде у холостий режим (по попереднім значенням шкали ватметра на холостому ході) зупинити секундомір. За час подрібнення зняти показання шкали ватметра (10…15 разів). Визначити середнє значення показань шкали ватметра і перевести його у одиниці виміру *(Вт).* Отримані результати занести до таблиці 1 журналу спостережень.

в) взяти наважку подрібненого дробаркою з шарнірним кріпленням молотків зерна масою 100 г;

г) повторити пункти *б)* і *в)* з дробаркою із жорстким кріпленням молотків.

Таблиця 1 - Результати спостережень

Вид зерна	Початковий об'єм гасу, *мл*	Кінцевий об'єм гасу з зерном, *мл*	Кріплення молотків	Потужність на привід, *Вт*		Маса фракцій на решетах, *г*				Тривалість досліду, *с*
				$N_{x.x.}$	$N_{р.х.ср.}$	P_0	P_1	$P_{1,5}$	$P_{2,5}$	t
			Шарнірне							
			Жорстке							

2.4.3 Провести оцінку якості подрібнення

Повна якісна характеристика продуктів подрібнення будь яких матеріалів включає такі показники: *фракційний склад, середній розмір часток помелу (модуль помелу М), середньоквадратичне відхилення (дисперсія σ) та ступінь нерівномірності фракційного складу (коефіцієнт варіації v)*. З точки зору виробничого призначення і технологічної ефективності використання кормів, всі ці показники важливі при подрібненні кормової сировини.

Оцінку якості подрібнення провести у наступній послідовності:

а) визначити фракційний склад;

Фракційний склад подрібненого зерна оцінюють за допомогою ситового аналізу відповідно до ГОСТ 134986.8-72 «Комбикорма. Методы определения крупности размола и содержания неразмолотых семян культурных и дикорастущих растений», який характеризує розподілення часток по класам (фракціям), тобто показує скільки часток подрібненого матеріалу належить тому чи іншому класу.

Порядок проведення:

1) підготовити решітний класифікатор з набором решіт з отворами (*мм*): 1; 1,5; 2,5 для середнього та крупного помелу. Верхнє решето є контрольним. Решета установлюють у пакеті з наростанням розміру діаметра отворів від піддону;

2) завантажити наважку (100 г) матеріалів подрібнення дробарки з шарнірним кріпленням молотків на верхнє решето. Ввімкнути привод решітного класифікатора і просіяти наважку упродовж п'яти хвилин, зібрати та переважити фракції матеріалу на кожному решеті та піддоні. Рештки на кожному решеті зважувати з точністю до 0,1 г;

3) отримані результати занести у таблицю 1;

4) повторити пункти *2)* і *3)* для наважки матеріалів подрібнення дробарки з жорстким кріпленням молотків.

б) визначити середній розмір часток помелу (модуль помелу М)

На практиці для оцінки якості продуктів подрібнення використовують найчастіше ***модуль помелу М —*** *середньозважений розмір часток продуктів подрібнення.*

Порядок проведення:

1) визначити модуль **помелу М** продуктів подрібнення дробарки з шарнірним кріпленням молотків за рівнянням:

$$M = \frac{0{,}5 \cdot P_0 + 1{,}25 \cdot P_1 + 2 \cdot P_{1,5} + 3{,}25 \cdot P_{2,5}}{100} \qquad (6)$$

де P_o - маса решетка на піддоні, г;

P_1, $P_{1,5}$, $P_{2,5}$- маса фракцій на решетах з отворами відповідно 1; 1,5; 2,5 мм, г;

0,5; 1,25; 2; 3,25 - середній розмір отворів між нижнім і верхнім решетами починаючи з піддону, *мм.*

2) занести результати розрахунків до таблиці 1

3) повторити пункти *1)* і *2)* для продуктів подрібнення дробарки з жорстким кріпленням молотків.

в) визначити ступінь нерівномірності фракційного складу

Ступінь нерівномірності фракційного складу оцінюють ***коефіцієнтом варіації фракційного складу*** ν, який визначається за рівнянням

$$\nu = \frac{\sigma}{M} \cdot 100, \qquad (7)$$

де σ - середньоквадратичне відхилення, мм.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(d_i - M\right)^2 \cdot P_i}{100 \cdot (n-1)}} \qquad (8)$$

де d_i – середній і-ий розмір отворів між решетами, починаючи з піддону, мм;

P_i - маса *i*-ої фракції на піддоні або решеті, г;

n - кількість фракцій.

Результати розрахунків коефіцієнта варіації фракційного складу для продуктів подрібнення дробарок з шарнірним і жорстким кріпленням молотків занести до таблиці 2.

2.4.4 Визначити продуктивність дробарок та ступінь подрібнення зерна

Визначення продуктивності та ступеня подрібнення зерна проводиться для двох типів дробарок.

Послідовність розрахунків наступна:

а) ***продуктивність дробарки*** визначити за рівнянням

$$Q = \frac{G}{t}, \qquad (9)$$

де *G* - маса порції зерна, кг (*G* = 1кг);

t- тривалість подрібнення, *с.*

б) визначити ***ступінь подрібнення зерна*** за формулою

$$\lambda = \frac{D_e}{M}. \qquad (10)$$

Результати розрахунків продуктивності і ступеня подрібнення зерна дробарками з шарнірним і жорстким кріпленням молотків занести до таблиці 2.

2.4.5 Провести комплексну оцінку енергомісткості процесу подрібнення

Для комплексної оцінки енергомісткості процесу подрібнення зерна дробарками з шарнірним і жорстким кріпленням молотків її визначають з урахуванням досягнутого ступеня подрібнення та

рівномірності фракційного складу кінцевого продукту.

Питома енергомісткість з урахуванням досягнутого ступеня подрібнення та рівномірності фракційного складу кінцевого продукту визначається за формулою

$$E = \frac{3\eta \cdot \left(N_{р.х.ср.} - N_{х.х.}\right)}{Q \cdot \lambda \cdot \left(1 - \frac{\nu}{100}\right) \cdot 3600} \qquad (11)$$

де η - к.к.д., що враховує втрати потужності при и передачі виконуючому механізму, η= 0,7…0,8.

Розрахунок провести для двох типів дробарок. Результати розрахунків занести до таблиці 2.

Таблиця 2 - Результати розрахунків показників подрібнення зернових кормів дробарками з шарнірним і жорстким кріпленням молотків

Вид зерна	Тип дробарки	Модуль помелу *M, мм*	Коефіцієнт варіації ν**,** *проц.*	Продуктивність дробарки *Q, кг/с*	Ступінь подрібнення, λ	Питома енергомісткість *E, Вт·год./кг*
	Шарнірне					
	Жорстке					

2.4.6 Після виконання роботи, студент складає звіт, який вміщує наступні дані:

1 Номер, найменування та мета роботи.

2 Суть процесу подрібнення кормів.

3 Зоотехнічні вимоги до процесу подрібнення кормів.

4 Призначення, будова та регулювання лабораторних подрібнювачів концкормів.

5 Заповнений журнал спостережень (таблиця 1).

6 Розрахунки якісних і енергетичних показників оцінки роботи дробарок з шарнірним і жорстким кріпленням молотків.

7 Результати розрахунків у вигляді таблиці 2.

8 При написанні висновків по роботі порівняти всі визначені якісні та енергетичні показники для двох типів подрібнювачів. Вказати який вид помелу отримали, а також відповідність величини коефіцієнта варіації вимогам якісного подрібнення.

Пункти 1, 2, 3 підрозділу 2.4.6 студент виконує самостійно, як підготовку до лабораторної роботи.

2.5 Контрольні питання

2.5.1 Що таке еквівалентний діаметр зерна і як його визначити?

2.5.2 Якими показниками оцінюється якість подрібнення кормів?

2.5.3 Що таке модуль помелу і як його визначити?

2.5.4 Як визначити ступінь подрібнення і що вона характеризує?

2.5.5 На що впливає якість подрібнення?

2.5.6 Як визначити продуктивність дробарки?

2.5.7 Що характеризує коефіцієнт варіації фракційного складу продуктів подрібнення і яке його практичне значення?

2.5.8 Як оцінюється енергетична складова оцінки подрібнювача кормів?

2.5.9 Що визначають за допомогою ситового аналізу?

2.5.10 Зробіть порівняльну оцінку подрібнювачів з шарнірним і жорстким кріпленням молотків за отриманими показниками.

Додаток А
(довідковий)

А.1 Значення та суть процесу подрібнення кормів. Зоотехнічні вимоги до нього.

При організації повноцінного годування тварин важливе значення має раціональне використання концентрованих кормів, які в подрібненому вигляді являються основним компонентом комбікормів. Збалансовані по основним поживним речовинам і збагачені вітамінами, мікроелементами та іншими біологічно активними речовинами комбікорми сприяють підвищенню продуктивності тварин на 10…15% при одночасному скороченню витрат праці на виробництво тваринницької продукції.

Зерно злакових вміщує багато цінного білку, більше 50% крохмалю. Крохмаль являється цінним вуглеводом, але на його засвоювання тварина витрачає багато енергії, яка б могла піти на утворення жиру та інших корисних продуктів.

Враховуючи ці особливості зерна, його необхідно вважати не кормом, а лише цінною сировиною для приготування кормів. Змінити якість білка, розрушити крохмаль до більш засвоюваних речовин, нейтралізувати шкідливі начала і тим самим значно підвищити поживність зерна можливо тільки при його попередній підготовці.

Одним із способів підготовки зерна до згодовування являється його подрібнення до оптимальних розмірів. В якості прикладу нижче приводиться вплив подрібнення зерна ячменю на перетравність поживних речовин свинями (таблиця 1).

Таблиця 1 – Вплив ступеню подрібнення зерна ячменю на перетравність поживних речовин свинями

Ступінь подрібнення	Перетравність, %					Середньодобовий приріст живої маси, г
	органічної речовини	протеїну	жиру	клітковини	БЕР*	
Зерно ячменю ціле	67,1	60,3	36,7	11,8	75,0	490
Середній помел (1,5…2мм)	81,8	80,6	54,6	13,3	87,7	599
Мілкий помел (до 1 мм)	84,6	84,4	75,5	30,0	89,7	631

БЕР* (безазотисті екстрактивні речовини) – група продуктів вуглеводного обміну в організмі тварини

Подрібнення – це процес руйнування перероблюваного матеріалу з метою зменшення крупності його часток (кусків) до розмірів, необхідних для ефективного використання продуктів, що при цьому одержуються. Таким чином, процес подрібнення має дві суті: *фізичну* – руйнування, як порушення цілісності матеріалу і *технологічну* – отримання при цьому продукту з оптимальною крупністю часток.

Оптимальна крупність кормових часток встановлюється науково обґрунтованими зоотехнічними рекомендаціями і залежить від біологічного виду та віку тварин і птиці, а також від виду кормової сировини і характеру використання кормів (згодовування роздільне чи в складі кормових сумішок, в розсипному стані чи у вигляді брикетів або гранул).

Надмірне подрібнення супроводжується збільшенням виходу пиловидної фракції при переробці зерна. Це призводить до підвищення втрат продукту і його поживних речовин. Пиловидні частки, крім того, погано змочуються слиною і поїдаються тваринами; вони утворюють грудочки, що важко засвоюються організмом. З цих позицій цілком закономірне зниження технологічної ефективності надмірно подрібнених кормів. Пил шкідливий для людей і тварин, оскільки забиває їх шляхи дихання. Зі зростанням пилоутворення знижується довговічність машин, підвищуються витрати на їх експлуатацію і удосконалення системи пиловловлювання. Окрім цього, надмірне подрібнення саме по собі завжди пов’язане з додатковими витратами енергії, праці та засобів.

Для зерна передбачені три **ступені помелу (подрібнення): дрібний** (середній розмір часток – 0,2…1,0 мм), **середній** (1,0…1,8 мм) та **крупний** (1,8…2,6 мм).

Готувати комбікорми для свиней необхідно з інгредієнтів дрібного помелу, а для великої рогатої худоби і птиці – середнього та крупного.

А.2 Класифікація молоткових подрібнювачів

Молоткові подрібнювачі – це машини ударної дії, які мають такі наступні переваги: широку універсальність, простоту конструкції і експлуатації, високу надійність у роботі, компактність будови, швидкохідність робочих органів, що спрощує трансмісію (дозволяє безпосередньо з’єднувати вал барабана з валом електродвигуна) і

обумовлює високу продуктивність, пристосованість до автоматизації керування технологічним процесом. Завдяки цьому вони поширені в багатьох галузях народного господарства.

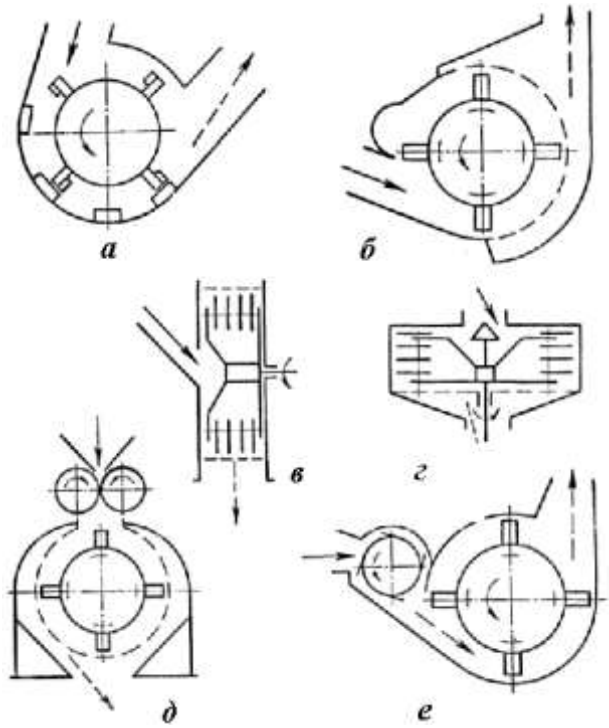
За **призначенням** молоткові подрібнювачі можна поділити на три групи:

- *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, дробарки 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 (дерть, борошно, січка, паста), а отже і умовами подачі сировини, видалення продукту;

- *комбіновані*, що уміщують подрібнення з іншими технологічними процесами. Частіше за все це подрібнювачі-змішувачі.

За **конструктивним виконанням** молоткові подрібнювачі бувають (рис. А1): 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(молотками) на барабані та з жорстким їх кріпленням, з циліндричними і боковими решетами, а також безрешітні, 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).



а, е – відкритого типу: б, в, г, д – закритого типу; а, б, д, е – периферійна подача; в, г – центральна подача; д, е – з пристроєм для попередньої обробки сировини; а, б, в, д, е – з горизонтальним розміщенням барабана; г – з вертикальним розміщенням барабана; б – з вихровою камерою; а – з жорстким кріпленням робочих органів на барабані; б, в, г, д, е – з шарнірними молотками; а, е – безрешітні; б, в, д – з циліндричними решетами: г – з боковим решетом

Рисунок А1 – Типи молоткових подрібнювачів

А.3 Оцінка якості подрібнення кормів

На практиці оцінка якості подрібнення найчастіше обмежується визначенням **модуля помелу** – середньозваженого розміру часток на основі розсіювання на решітному класифікаторі (рис. А2) проби (наважки) продукту за формулою:

$$M = \frac{d_0 \cdot P_0 + d_1 \cdot P_1 + d_2 \cdot P_2 + ... + d_n \cdot P_n}{P} \qquad (1)$$

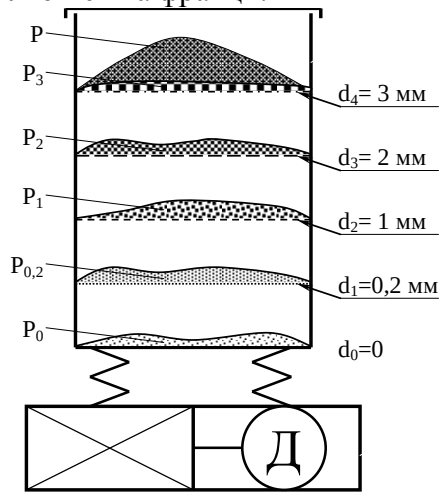
де M – середньозважений розмір часток (модуль), мм;

$d_0, d_1, \ldots d_n$ – середній розмір фракцій на дні коробки та на відповідних решетах класифікатора, мм. Визначається як середня величина між розмірами отворів решіт над і під відповідною фракцією продукту;

$P_0, P_1, \ldots P_n$ – маса вказаних фракцій, г;

P – загальна маса проби (наважки), г.

Для визначення крупності продукту при подрібненні зернофуражу просіюють його наважку масою 100 г на класифікаторі з набором решіт 5, 3, 2, 1 та 0,2 мм. Верхнє решето є контрольним. Всі решета встановлюються послідовно по величині збільшення діаметрів отворів на піддон. Весь комплект решіт, разом з піддоном, встановлюють на привод. Під час роботи класифікатора комплект решіт з насипаною на верхнє решето наважкою здійснює коливальні рухи і наважка розподіляється на фракції.



d_0, d_1, d_2, d_3,d_4– розмір отворів решіт, мм; P – маса наважки, г; P_0, $P_{0,2}$, P_1, P_2, P_3 – маса фракцій на решеті з і-им розміром отворів, г

Рисунок А2 – Схема решітного класифікатора

Існують також додаткові технічні умови оцінки якості подрібнення кормів. Зокрема, незалежно від кінцевої крупності часток при подрібненні зерна небажаним є утворення пиловидних фракцій (згідно вимог вона не повинна перевищувати 20%). Обмежується також наявність цілих зерен у помелі фуражного зерна (0,3…0,5%). Це не більше 6 зерен в 100 г продукту. На комбікормових підприємствах взагалі контроль якості помелу здійснюють тільки за

кількістю залишків на решетах класифікатора з розміром отворів 3 і 5 мм, що дозволяє обмежувати лише максимальний розмір часток продукту. Оцінювати якість подрібненого зерна допускається по залишку на решеті з отворами 3 мм: дрібний помел – 5%; середній – 10% і крупний – 30%.

Повна ж якісна характеристика продуктів подрібнення, окрім середнього розміру часток (модулю помелу M) включає: середньоквадратичне відхилення σ та ступінь нерівномірності (коефіцієнт варіації v).

Коефіцієнт варіації (нерівномірність) фракційного складу продуктів подрібнення визначають за формулою:

$$v = \frac{\sigma}{M} \cdot 100, \tag{2}$$

де v – коефіцієнт варіації, проц.;

σ – середньоквадратичне відхилення, мм:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \left(d_i - M\right)^2 \cdot P_i}{P \cdot (n-1)}} \tag{3}$$

де d_i – середній і-ий розмір отворів між решетами, починаючи з піддону, мм;

P_i – маса відповідної фракції, г;

n– кількість фракцій.

Результати аналізу дослідних даних про ефективність використання кормів свідчать, що зниження коефіцієнта варіації (нерівномірності) фракційного складу в процесі подрібнення кормів на кожні 10% рівноцінне економії або додатковому виробництву 1…3% кормів.

Отже, висока якість подрібнення кормів забезпечується комплексом заходів, пов’язаних з удосконаленням подрібнювачів, підвищенням вимог до керування процесом і контролю продуктів подрібнення.

При цьому необхідно виділити основні критерії якісного подрібнення кормів:

- середньозважений розмір кормових часток має відповідати науково обґрунтованим зоотехнічним вимогам;

- коефіцієнт варіації фракційного складу продуктів подрібнення

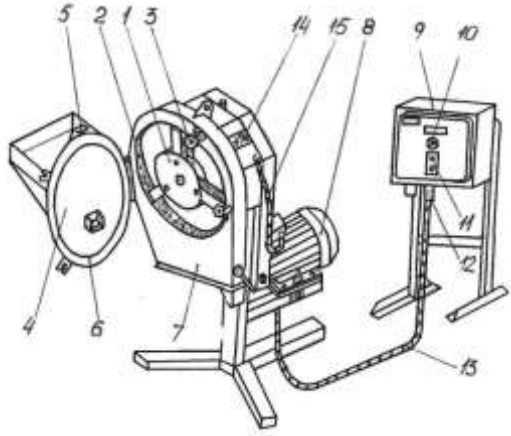
не повинен перевищувати 45…65%. Верхня межа рекомендується для дрібного та середнього помелу, а нижня – для крупного помелу фуражного зерна.

А4 Будова і принцип дії лабораторних подрібнювачів

Подрібнювач ИЗК-Ф-1.

Подрібнювач призначений для подрібнення всіх видів фуражного зерна і коренеплодів в особистому підсобному господарстві та малих тваринницьких фермах, які мають 3-х фазну електромережу на 380 В.

Подрібнювач переобладнується для подрібнення концентрованих кормів або коренеплодів. Будова подрібнювача при подрібненні зерна приводяться на рисунку А3.



1 - ротор, 2 - решето, 3 - маховичок, 4 - кришка, 5 - заслінка, 6 - ущільнення, 7 – подрібнювальна камера, 8 - електродвигун, 9 - шафа керування, 10 - світлосигнальна арматура, 11 - кнопки "Пуск", "Стоп", 12 - гумова втулка, 13 - кабель, 14 - вимірювач струму, 15 - кабель

Рисунок А3 – Подрібнювач ИЗК-Ф-1 в режимі подрібнення зерна

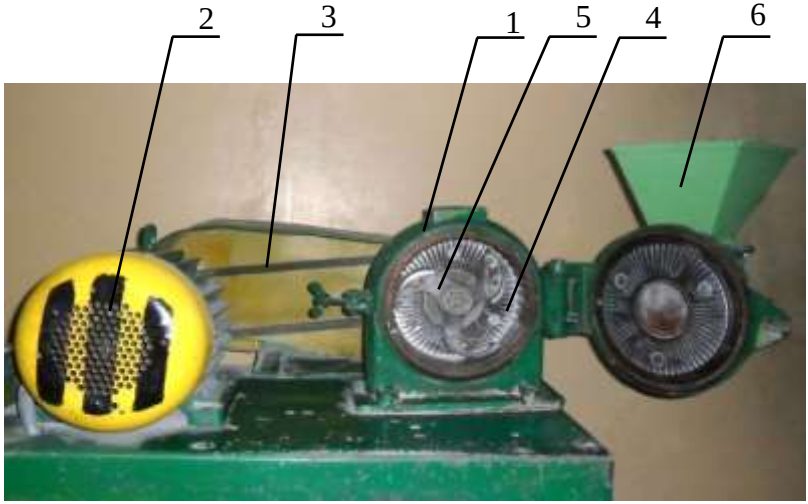
При роботі на фуражному зерні на корпус подрібнювача встановлюється накопичувальний бункер із заслінкою, ротор з молотками і решето.

Зерно подається в бункер, звідки воно через заслінку дозовано потрапляє у подрібнювальну камеру де інтенсивно подрібнюєтьсяшарнірно підвішеними молотками. Подрібнене зерно

через знімне решето і вихідну горловину поступає в накопичувальну місткість.

Подрібнювач з жорстким кріпленням робочих органів

Подрібнювач призначений для подрібнення фуражного зерна на малих тваринницьких фермах. Будова подрібнювача приводиться на рис. А4.



1 – корпус; 2 – електродвигун; 3 – клинопасова передача; 4 – подрібнювальна камера; 5 – ротор із жорстко закріпленими молотками; 5 – бункер із заслінкою

Рисунок А4 – Подрібнювач з жорстким кріпленням робочих органів

Принцип дії подрібнювача. Зерно з бункера через вікно регулювальної заслінки рівномірно поступає в подрібнювальну камеру де інтенсивно розбивається і перетирається жорстко закріпленими на роторі робочими органами. На обох половинах корпусу подрібнювальної камери виконані спеціальні напливи (рифи), які сприяють додатковому перетиранню зерна. При подрібненні зерна до відповідних розмірів воно проходить через отвори змінного решета (знаходиться в нижній частині подрібнювальної камери) і поступає в накопичувальну місткість. Привод дробарки здійснюється від електродвигуна через клинопасову передачу.