

Міністерство освіти і науки України

**Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя**

*Кафедра технічної механіки та
сільськогосподарських машин*

МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТВАРИННИЦТВА

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК
до практичних занять та самостійної роботи
для студентів спеціальності
208 «Агроінженерія»

Тернопіль
2022

УДК 631.22(075)

X 76

Автори:

Н.І. Хомик, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин

Т.А. Довбуш, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин

Г.Б. Цьонь, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин

А.Д. Довбуш, старший викладач кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин

Рецензенти

І. Г. Ткаченко, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інжинірингу машинобудівних технологій Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя

В.С. Бончик, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технічного сервісу і загальнотехнічних дисциплін Закладу вищої освіти «Подільський державний університет

Схвалено й рекомендовано до друку та впровадження у навчальний процес на засіданні вченої ради ТНТУ імені Івана Пулюя, протокол № 14 від 21.12.2021 р.

Хомик Н.І.

X 76 **Машина та обладнання для тваринництва: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи / Н. І. Хомик, Т.А. Довбуш, Г. Б. Цьонь. А.Д. Довбуш Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 360 с.**

Посібник розроблено відповідно до навчальної програми і призначено для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія», може бути рекомендований і для фахівців інших спеціальностей.

Мета даного посібника – надати методичну допомогу студентам під час виконання практичних занять та самостійної роботи. У посібнику, у короткій формі, описано фізичні та механічні властивості кормів; наведено порядок визначення добової і разової потреби ферм у кормах та продуктивності ліній кормоцеху і вибору машин для нього; наведено конструктивно-кінематичний, силовий та енергетичний розрахунки молоткової дробарки і прес-гранулятора з кільцевою матрицею; наведено технологічно-конструктивний та кінематичний розрахунок мобільного бункерного кормороздавача; подано побудову схеми дискового різального апарата з криволінійним лезом; запропоновано методики визначення основних параметрів: барабанної соломосилосорізки, барабанної коренебульбомийки, шнекової коренебульбомийки, горизонтально-дискової коренебульборізки, горизонтально-лопатевого змішувача кормів, картоплезапарника, ланцюгово-скребкового транспортера для видалення гною, пульсатора доїльного апарата та сепаратора.

УДК 631.22(075)

**Хомик Н. І., Довбуш Т. А.,
Цьонь Г. Б., Довбуш А. Д., 2022**

ЗМІСТ

	стр
ВСТУП	6
1. Практичне заняття № 1 Фізичні та механічні властивості кормів.....	7
2. Практичне заняття № 2 Визначення добової і разової потреби ферми в кормах.....	19
Самостійна робота на тему: МЕХАНІЗАЦІЯ ВИЙМАННЯ СИЛОСУ З ТРАНШЕЙ	27
Самостійна робота на тему: МЕХАНІЗАЦІЯ ЗАКЛАДАННЯ ТА ВИЙМАННЯ СІНАЖУ З БАШТ.	33
3. Практичне заняття № 3 Визначення продуктивності ліній кормоцеху і вибір машин.....	37
4. Практичне заняття № 4 Конструктивно-кінематичний розрахунок молоткової дробарки.....	51
5. Практичне заняття № 5 Силовий та енергетичний розрахунок молоткової дробарки.....	60
Самостійна робота на тему: МАШИНИ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ КОНЦЕНТРОВАНИХ КОРМІВ.	67
6. Практичне заняття № 6 Технологічний та енергетичний розрахунок подрібнювача стеблових кормів і побудова схеми дискового різального апарата з криволінійним лезом.....	73
7. Практичне заняття № 7 Визначення основних параметрів барабанної соломосилосорізки.....	82
Самостійна робота на тему: МАШИНИ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ГРУБИХ КОРМІВ.	88
8. Практичне заняття № 8 Визначення основних параметрів барабанної коренебульбомийки.....	94
9. Практичне заняття № 9 Визначення основних параметрів шнекової коренебульбомийки.....	100

10. Практичне заняття № 10	
Визначення основних параметрів горизонтально-дискової коренебульборізки.....	108
Самостійна робота на тему: МАШИНИ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ.....	114
11 Практичне заняття № 11	
Визначення основних параметрів горизонтально-лопатевого змішувача кормів.....	118
Самостійна робота на тему: МАШИНИ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ КОРМОВИХ СУМІШЕЙ.....	126
12. Практичне заняття № 12	
Визначення основних параметрів картоплязапарника	138
13. Практичне заняття № 13	
Конструктивно-технологічний розрахунок прес-гранулятора з кільцевою матрицею.....	143
14. Практичне заняття № 14	
Кінематично-силовий та енергетичний розрахунок прес-гранулятора з кільцевою матрицею.....	152
Самостійна робота на тему: МЕХАНІЗАЦІЯ ПРИГОТУВАННЯ ТРАВ'ЯНОГО БОРОШНА.....	156
Самостійна робота на тему: ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ГРАНУЛЮВАННЯ ТРАВ'ЯНОГО БОРОШНА ТА КОМБІКОРМІВ.....	164
15. Практичне заняття № 15	
Технологічно-конструктивний та кінематичний розрахунок мобільного бункерного кормороздавача.....	170
Самостійна робота на тему: МОБІЛЬНІ КОРМОРОЗДАВАЧІ.....	176
Самостійна робота на тему: СТАЦІОНАРНІ КОРМОРОЗДАВАЧІ.....	184
16. Практичне заняття № 16	
Розрахунок основних параметрів ланцюгово-скребкового транспортера для видалення гною.....	191
Самостійна робота на тему: МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ГНОЮ.....	198
17. Практичне заняття № 17	
Розрахунок основних параметрів обладнання для вентиляції тваринницьких приміщень.....	207

Самостійна робота на тему: МІКРОКЛІМАТ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЙОГО ПІДТРИМАННЯ.....	211
18. Практичне заняття № 18 Розрахунок основних параметрів доїльних апаратів.....	216
19. Практичне заняття № 19 Розрахунок основних технологічних параметрів пульсатора доїльного апарата.....	225
20. Практичне заняття № 20 Розрахунок основних параметрів сепаратора.....	234
Самостійна робота на тему: МОЛОЧНІ СЕПАРАТОРИ ТА ОЧИСНИКИ МОЛОКА.....	245
Самостійна робота на тему: ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ МОЛОКА І МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ.....	251
Самостійна робота на тему: МАШИНИ ДЛЯ ПАСТЕРИЗАЦІЇ МОЛОКА І МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ. РЕГЕНЕРАТИВНІ ТЕПЛООБМІННИКИ.....	257
21. Практичне заняття № 21 Розрахунок основних параметрів обладнання для водопостачання ферм.....	263
Самостійна робота на тему: МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТВАРИННИЦЬКИХ ФЕРМ І КОМПЛЕКСІВ ТА РОЗПОДІЛЕННЯ ВОДИ.....	278
Самостійна робота на тему: МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ НАПУВАННЯ ТВАРИН І ПТИЦІ	282
Самостійна робота на тему: МЕХАНІЗАЦІЯ СТРИЖЕННЯ ОВЕЦЬ.....	287
22. Практичне заняття № 22 Загальна будова тваринницьких і птахівничих ферм і комплексів	294
23. Практичне заняття № 23 Види тваринницьких споруд та внутрішнє планування приміщень для утримання тварин і птиці	320
Перелік використаних та рекомендованих літературних джерел.....	358

ВСТУП

Тваринництво є частиною агропромислового виробництва, забезпечує населення продуктами харчування, дає сировину для переробної галузі, у поєднанні з рослинництвом, утворює замкнену гармонійну біотехнічну систему.

Відродження і розвиток тваринництва буде успішним і ефективним, якщо в цій галузі будуть застосовуватися нові пріоритетні технології та засоби механізації, технічне переоснащення діючих об'єктів, нові ферми і системи інженерно-технічного обслуговування та ремонту техніки, адаптовані до рівня концентрації і спеціалізації виробництва, способів утримання й годівлі тварин.

Створення обладнання для приготування та роздавання кормів тваринам і птиці, доїльного обладнання, систем для вентиляції та регулювання температурного режиму в тваринницьких приміщеннях, технічних засобів для сепарування, пастеризації та охолодження молока, систем водопостачання та напування тварин і птиці, видалення гною, посліду і приготування з них добрив змінило технології виробництва, способи утримання і годівлі тварин, вимоги до технологічних режимів їх життєзабезпечення.

Нові машини і знаряддя впливають на вдосконалення технологій утримання тварин, спрощують їх, зменшують витрати ресурсів на їх виконання, покращують використання генетичного потенціалу.

Сучасні технології у тваринництві: кліткове та вільне утримання птиці; різні способи утримання великої рогатої худоби і свиней, відновлення утримання овець; нові технології і форми організації доїння корів у залах і станках, обладнаних автоматичними системами контролю молоковіддачі; автоматичне нормування видавання кормів; створення засобів для машинного обслуговування тварин, автоматизовані системи виробництва яєць, м'яса бройлерів, відгодівлі свиней і т.ін.

Ефективність виробництва високоякісної конкурентоспроможної тваринницької продукції потребує високого рівня інженерно-технічних працівників, на підготовку яких частково направлений цей посібник.

Мета даного посібника – надати методичну допомогу студентам під час виконання практичних робіт, а також систематизувати самостійну роботу студентів для забезпечення можливості всестороннього вивчення предмета «Машини та обладнання для тваринництва». У посібнику, у короткій формі, описано фізичні та механічні властивості кормів; наведено порядок визначення добової і разової потреби ферм у кормах та продуктивності ліній кормоцеху і вибору машин для нього; наведено конструктивно-кінематичний, силовий та енергетичний розрахунки молоткової дробарки і прес-гранулятора з кільцевою матрицею; наведено технологічно-конструктивний та кінематичний розрахунок мобільного бункерного кормороздавача; подано побудову схеми дискового різального апарата з криволінійним лезом; запропоновано методики визначення основних параметрів: барабанної соломосилосорізки, барабанної коренебульбомийки, шнекової коренебульбомийки, горизонтально-дискової коренебульборізки, картоплезапарника, горизонтально-лопатевого змішувача кормів, ланцюгово-скребкового транспортера для видалення гною, пульсатора доїльного апарата та сепаратора.

Практичне заняття № 1

ФІЗИЧНІ ТА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОРМІВ

Мета роботи: вивчити фізичні та механічні властивості кормів.

1.1. Короткі відомості про корми

Для годівлі сільськогосподарських тварин використовують **корми** – органічні продукти рослинного і тваринного походження, мінеральні та синтетичні речовини (рисунки 1.1-1.3), які можуть бути ними перероблені у продукти харчування або сировину для харчової та легкої промисловості.

Корми забезпечують тваринам поживні речовини, необхідні їм для підтримання життєдіяльності організму й виробництва продукції.

Корми – сировина, тому мають відповідати певним вимогам.

Вимоги до кормів: повинні містити поживні речовини у доступній для засвоєння формі; добре поїдатися тваринами; не мати шкідливого впливу на тварин; не погіршувати якості продукції; за своїми фізичними і хімічними властивостями відповідати анатомо-фізіологічним особливостям тварин. Корми не повинні містити токсичних і отруйних речовин, та речовин, які можуть змінити природні властивості продукції, наприклад, її колір, смак або запах. Корми не повинні бути забруднені ґрунтом, пально-мастильними матеріалами, радіоактивними елементами, не містити сторонніх включень (особливо металевих), мати допустимий вміст нітратів і нітритів. У кормах не повинно бути біологічних чи хімічних препаратів, які, потрапляючи в організм людини з продуктами харчування, спричиняли б шкідливий вплив на здоров'я, наприклад, стимуляторів росту.

Сучасна **класифікація кормів** ґрунтується на їх походженні й найголовніших властивостях.

Усі корми залежно від походження складають три основні групи: рослинного походження, тваринного походження та промислового виробництва.

За властивостями корми поділяють на грубі, соковиті, концентровані, рибні, м'ясні, молочні, комбіновані, кормові добавки й харчові відходи.

Для підвищення інтенсифікації тваринництва замість багатокомпонентних раціонів застосовують **монокорми** з додаванням необхідних добавок. Технологія приготування монокорму така. Рослини скошують у фазі бутонізації – початку цвітіння трав або молочно-воскової стиглості зерна, коли найбільший вміст поживних речовин. Висушують у сушильному агрегаті. Подрібнюють на січку або борошно. Збагачують

білковими, мінеральними та біологічно активними речовинами і гранулюють чи брикетують.

1.2. Фізичні та механічні властивості кормів

Процес взаємодії робочих органів машин з кормами обумовлюється їх фізичними та механічними властивостями.

Найважливіші **фізичні властивості кормів**: *густина, вологість, температура, забрудненість і пористість*.

Найважливіші **механічні властивості кормів**:

- *пружність*;
- *в'язкість*;
- *твердість*;
- *липкість*;
- *тертя* та інші.

Густину корму можна визначити як відношення маси корму до його об'єму.

Методи визначення густини зводяться до визначення з достатньою точністю маси і об'єму.

Масу, як правило, визначають зважуванням, а об'єм – визначенням розмірів тіла і обчисленням його об'єму за відомими геометричними співвідношеннями або вимірюваннями.



Рисунок 1.1

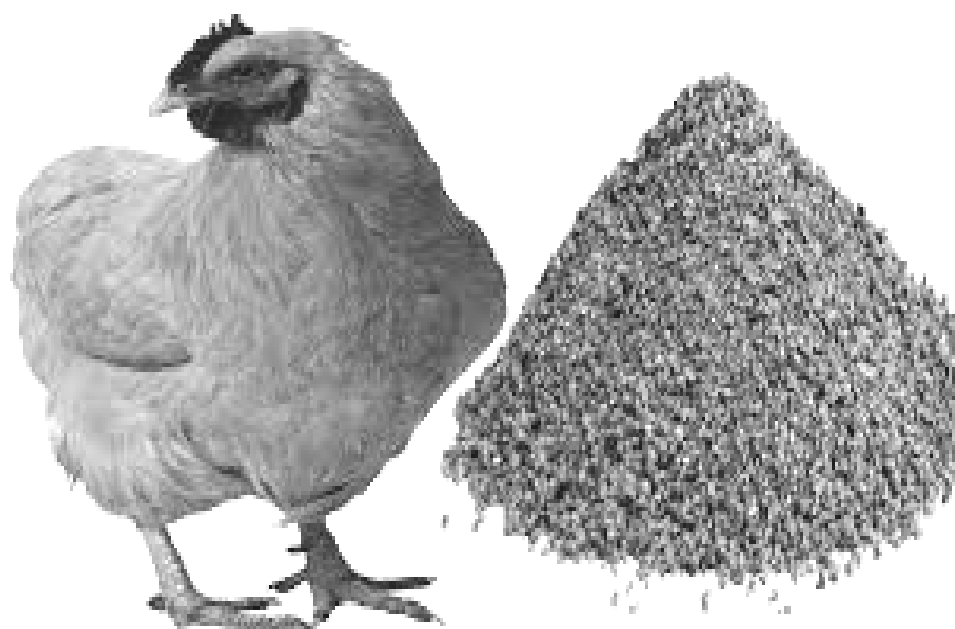
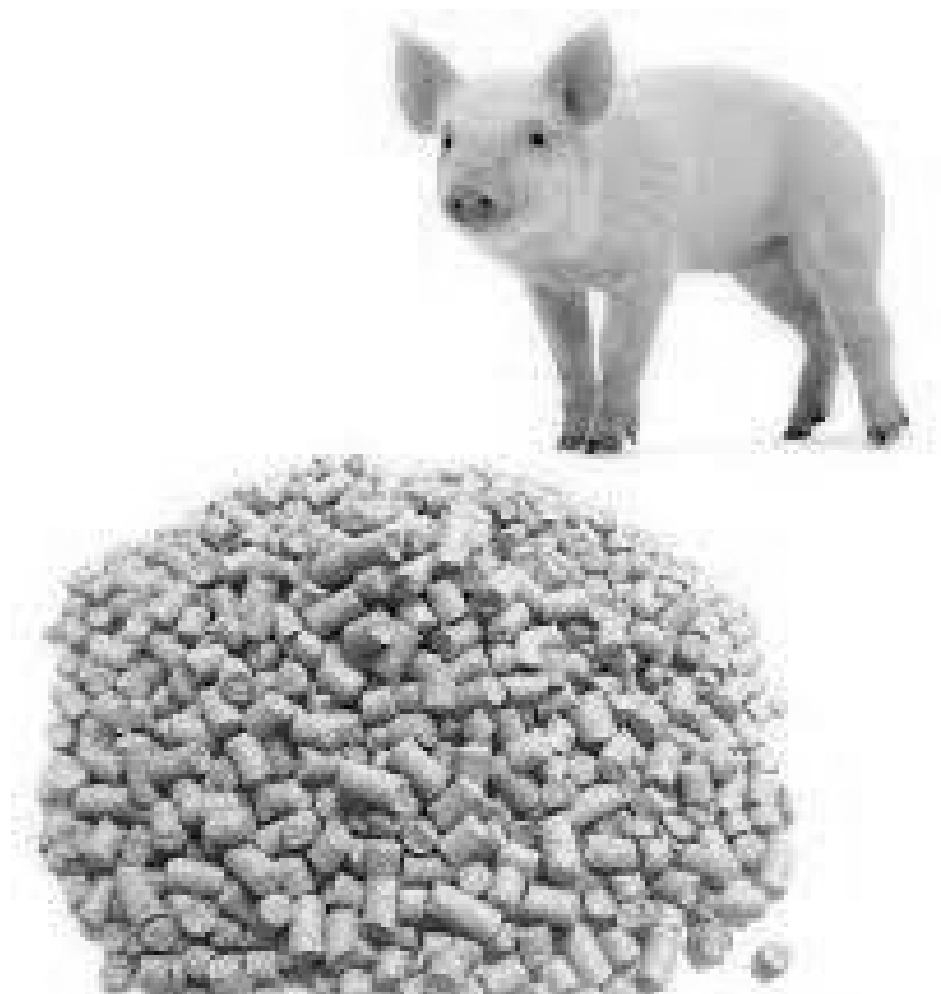


Рисунок 1.2

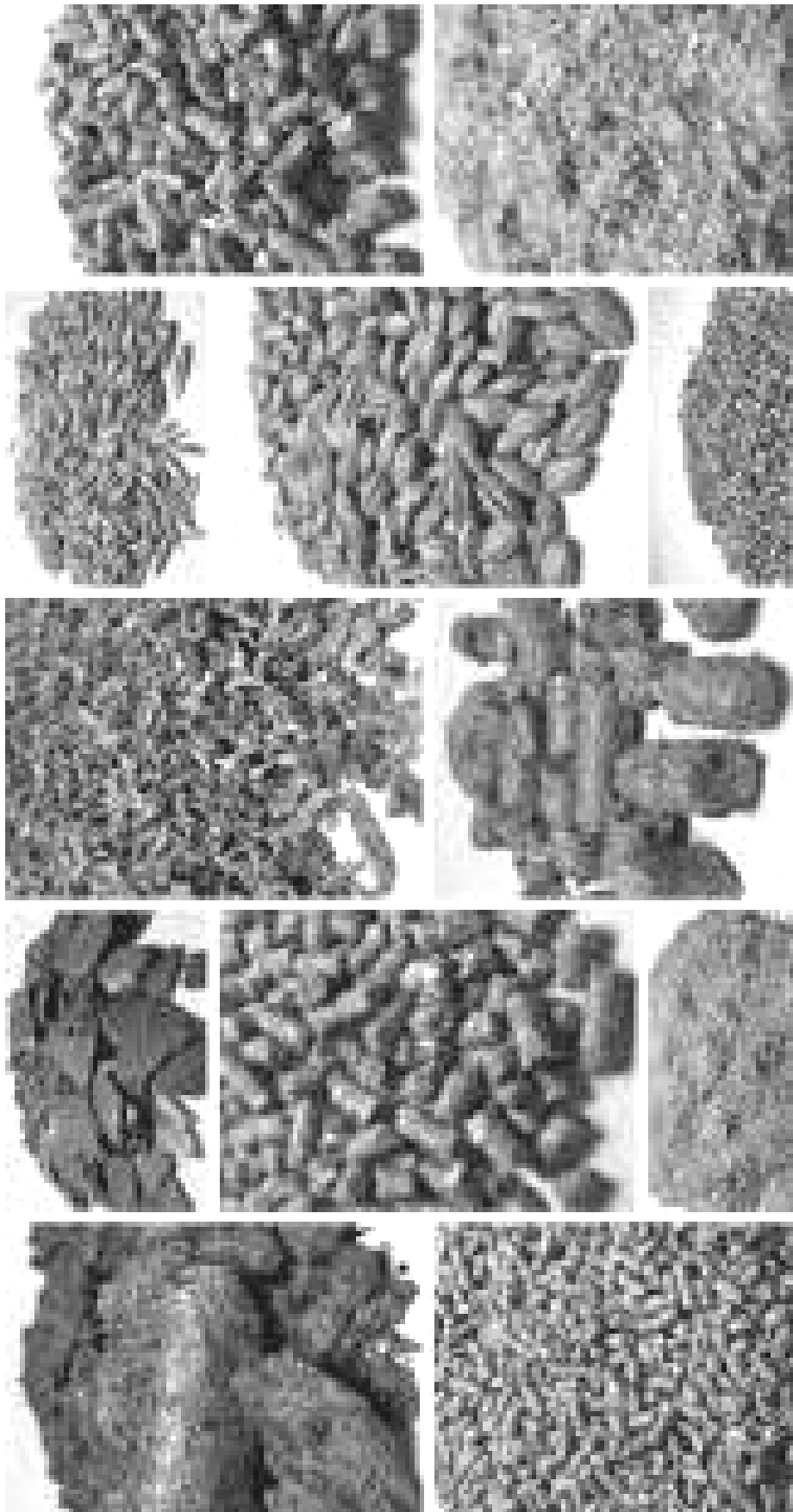


Рисунок 1.3

Абсолютну вологість корму, %, здебільшого визначають термостатно-ваговим методом з використанням формули

$$W_K = \frac{G_B - G_C}{G_C} \cdot 100 \% , \quad (1.1)$$

де G_B, G_C – вага вологої і сухої порції корму (кг), Н.

Забрудненість і пористість корму, %, визначають за формулами:

$$K_3 = \frac{G_3 - G_4}{G_4} \cdot 100 \% ; \quad (1.2)$$

$$K_{II} = \frac{v_K - v_C}{v_C} \cdot 100 \% , \quad (1.3)$$

де G_3, G_4 – вага забрудненого і чистого корму (кг), Н;

v_K, v_C – об'єм корму і скелету корму, м³.

Пружні властивості кормів можуть бути виражені через такі **пружні константи**: *модуль одновісного стиску-розтягу* – E ; *модуль зсуву* – G ; *модуль пружності всестороннього* (об'ємного) *стиску-розтягу* K_V ; *коефіцієнт поперечних деформацій* μ .

Модуль пружності корму E (модуль пружності першого роду) можна визначити проведенням випробувань зразка корму на стиск-розтяг аналогічно дослідженням опору матеріалів (рисунок 1.4 а).

Напруження у матеріалі стрижня залежить від деформації й механічних характеристик матеріалу. Описують цю залежність як закон Гука при розтягу (стиску)

$$\sigma = \varepsilon \cdot E , \quad (1.4)$$

де E – модуль пружності (модуль пружності I-го роду, модуль Юнга);

ε – відносна поздовжня деформація.

Напруження, Па, які виникають у стрижні від дії сили F , визначають за формулою

$$\sigma = \frac{F}{A} , \quad (1.5)$$

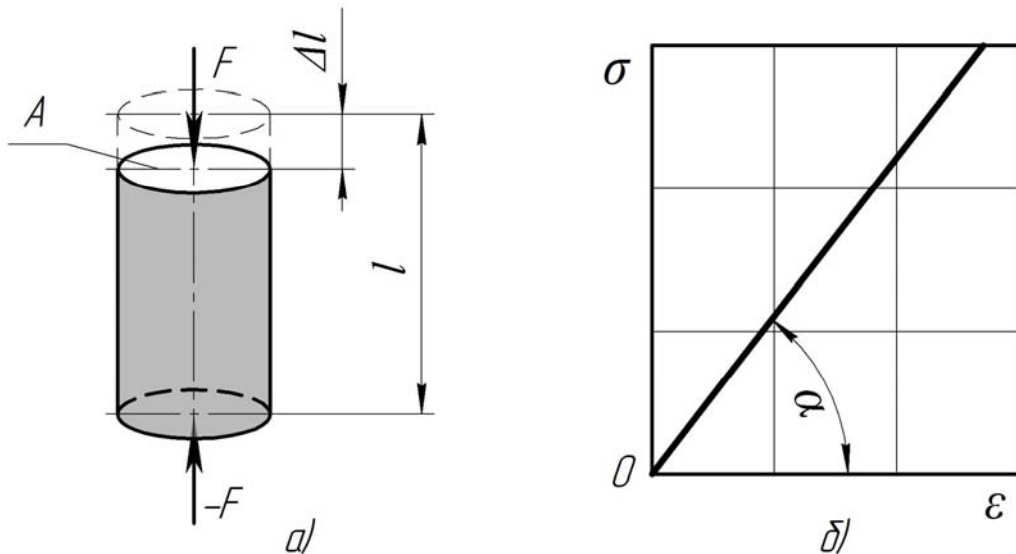
де F – сила, що виникає в тілі під час деформації, Н;

A – площа поперечного перетину зразка, м².

Відносну поздовжню деформацію стрижня (див. рис. 1.4), визначають за формулою

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}, \quad (1.6)$$

де Δl – повне поздовжнє видовження стрижня, м;
 l – довжина стрижня, м.



а) схема випробувань зразка на одновісний стиск(розтяг);
 б) діаграма напруження – відносна деформація стиску

Рисунок 1.4

Модуль пружності першого роду E (рисунок 1.4 б), визначають за формулою

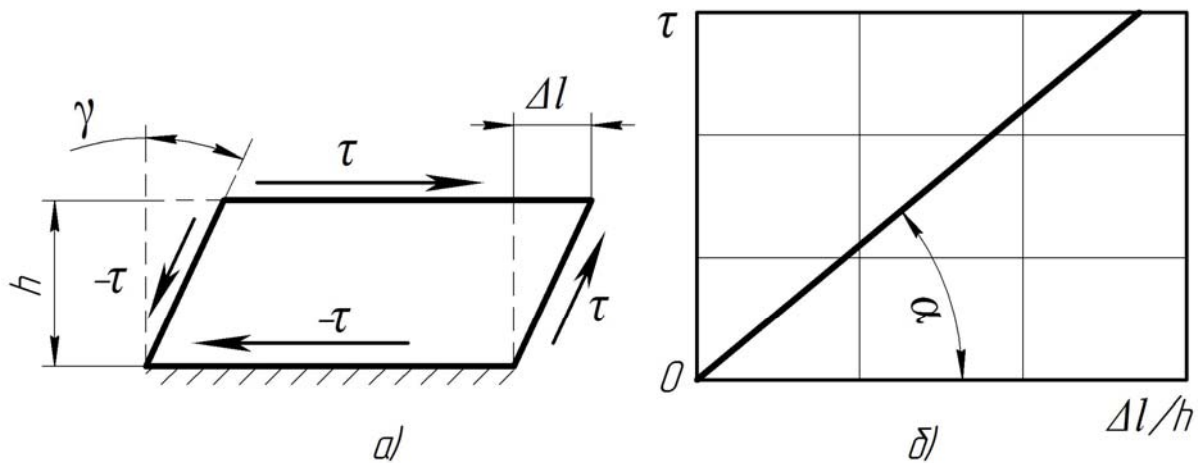
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \operatorname{tg} \alpha. \quad (1.7)$$

Модуль зсуву G можна визначити аналогічно, як і модуль пружності, за умови навантаження зразка корму дотичними напруженнями (рисунок 1.5 а, б).

Виходячи із закону Гука для деформації зсуву, модуль зсуву, визначають за формулою

$$\tau = G \cdot \gamma; \quad (1.8)$$

$$G = \operatorname{tg} \gamma. \quad (1.9)$$



а) схема випробувань зразка на зсув;
 б) діаграма напруження – відносна деформація зсуву
 Рисунок 1.5

Модуль пружності зміни об'єму K_V можна визначити випробуванням зразка корму на всесторонній стиск (розтяг) (рисунок 1.6), використавши закон Гука для об'ємної деформації

$$\sigma = K_V \cdot \varepsilon_{сер}; \quad (1.10)$$

$$K_V = \text{tg } \beta, \quad (1.11)$$

де $\varepsilon_{сер}$ – середня деформація зміни об'єму.

Середню деформацію зміни об'єму, визначають за формулою

$$\varepsilon_{сер} = \frac{1}{3}(\varepsilon_X + \varepsilon_Y + \varepsilon_Z), \quad (1.12)$$

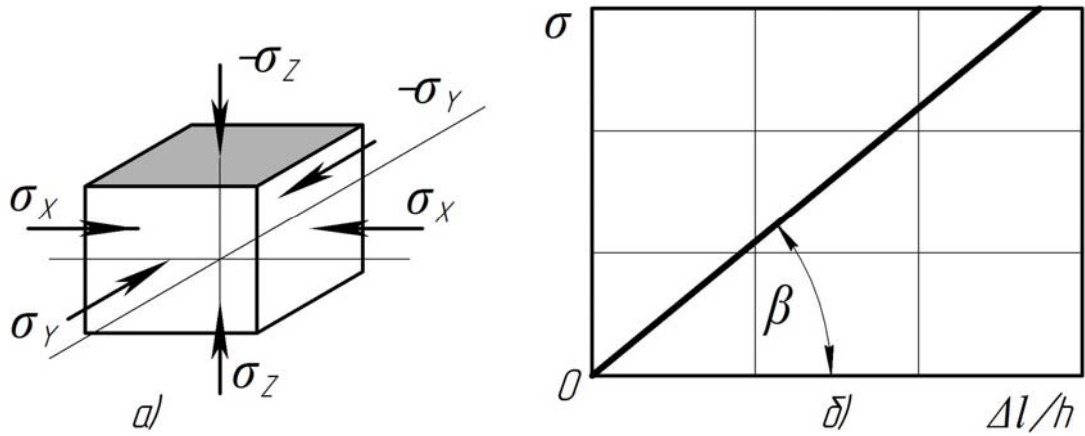
де $\varepsilon_X, \varepsilon_Y, \varepsilon_Z$ – відносна деформація зміни об'єму зразка у напрямку координатних осей.

Між пружними константами існує аналітичний зв'язок. Вони можуть бути виражені так:

$$G = \frac{E}{2(1 + \mu)}; \quad (1.13)$$

$$K_V = \frac{E}{3(1 - 2\mu)}, \quad (1.14)$$

де μ – коефіцієнт поперечних деформацій (коефіцієнт Пуассона).



а) схема випробувань на всесторонній стиск (розтяг);
 б) діаграма напруження – відносна деформація зміни об'єму
 Рисунок 1.6

Коефіцієнт поперечних деформацій можна виразити через коефіцієнт бокового розпору ξ . Його можна визначити навантаженням зразка корму без можливості бокового розпору (рисунок 1.7).

$$\mu = \frac{\xi}{1 + \xi}; \quad (1.15)$$

$$\xi = \frac{\sigma_X}{\sigma_Z}. \quad (1.16)$$

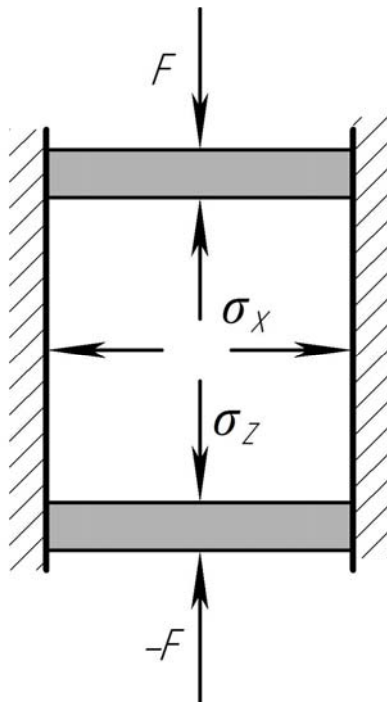


Рисунок 1.7 – Випробування зразка корму на стиск без бокового розпору

Для **в'язкопластичних матеріалів** пружні характеристики визначають динамічними методами для того, щоб уникнути впливу розвитку непружних деформацій, які протікають у часі. Найчастіше, у таких випадках, випробування проводять у режимі **вільних** або **вимушених** коливань так як це показано на рисунку 1.8.

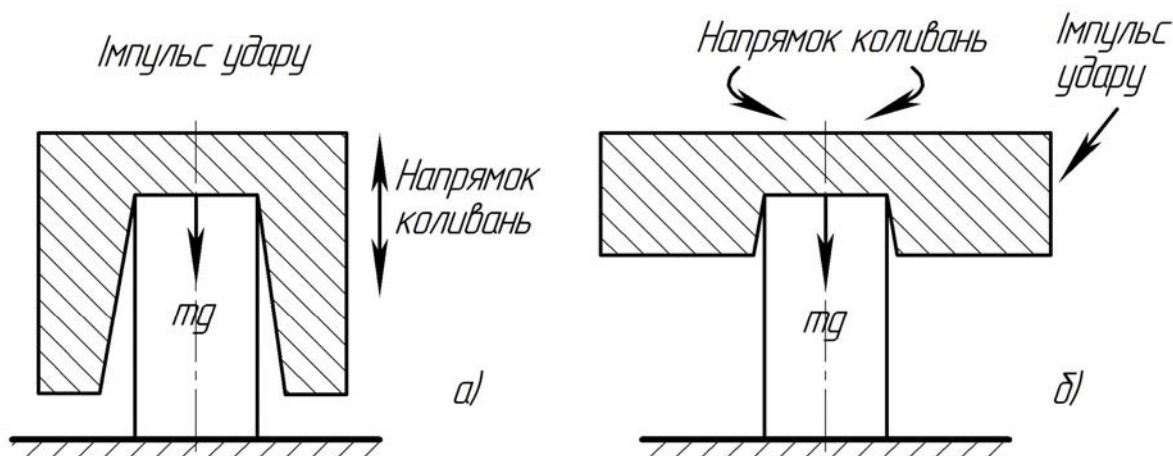


Рисунок 1.8 – Схеми установок для визначення модулів пружності динамічним методом:

- а) для визначення модуля пружності І-го роду E ;
 б) для визначення модуля зсуву G

За допомогою самозаписувальних приладів, наприклад осцилографів, здійснюють запис осцилограм коливного процесу (рисунок 1.9), потім визначають необхідні для розрахунку модулів пружності параметри.

Тоді модулі пружності можна визначити за формулами:

$$E = \frac{4\pi^2 \cdot f_1^2 \cdot l^2 \cdot \rho}{\beta_1^2}; \quad (1.17)$$

$$G = \frac{4\pi^2 \cdot f_2^2 \cdot l^2 \cdot \rho}{\beta_2^2}, \quad (1.18)$$

де f_1 і f_2 – частоти коливань, осьових і крутильних, відповідно, Гц;

l – довжина зразка, м;

ρ – густина корму, кг/м^3 ;

β_1 і β_2 – параметри, що залежать від співвідношення маси зразка до маси вантажу.

Ці параметри, визначають за формулами:

$$\beta_1 = \sqrt{\frac{A \cdot \rho \cdot l}{m_B}}; \quad (1.19)$$

$$\beta_1 = \sqrt{\frac{I_{3P}}{I_B}}, \quad (1.20)$$

де I_{3P}, I_B – полярні моменти інерції зразка і вантажу відповідно, кг/м^2 .

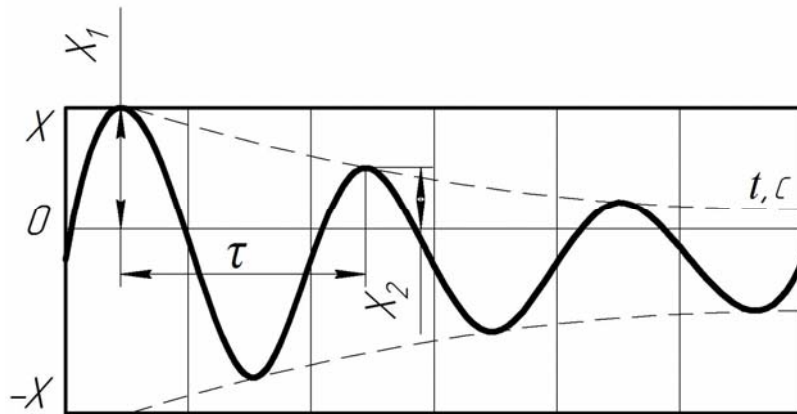


Рисунок 1.9 – Декремент затухання коливань

Користуючись **декрементом затухання коливань** (див. рис. 1.9) можна визначити важливу механічну характеристику корму – його **в'язкість**. Визначають її за формулою

$$\eta \cdot A = 2n \cdot m_B; \quad (1.21)$$

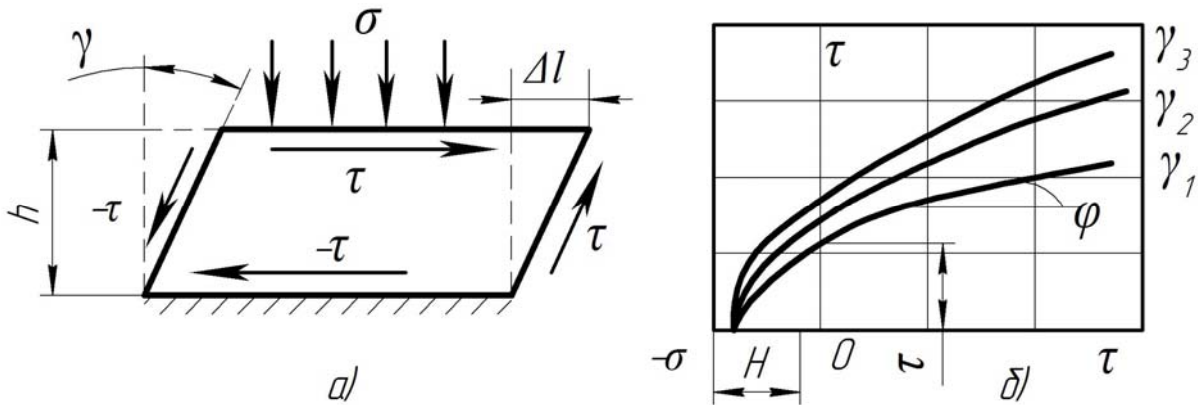
$$n = \frac{\delta}{\tau_D}; \quad (1.22)$$

$$\delta = \ln \frac{x_{Mi}}{x_{M(i+1)}}. \quad (1.23)$$

Важливими характеристиками корму є також параметри зовнішнього і внутрішнього тертя.

Коефіцієнт зовнішнього тертя спокою корму можна визначити через кут тертя, який дорівнює половині кута защемлення, або куту під яким знаходиться похила площина в момент початку сповзання з неї частинок корму.

Якщо властивості корму близькі до сипучого матеріалу, то коефіцієнт внутрішнього тертя можна визначити за кутом природного скосу. Для зв'язних (суцільних) кормів **коефіцієнт внутрішнього тертя** можна визначити випробуванням зразків корму на зсув при одночасній дії дотичних і нормальних напружень (рисунок 1.10 а).



а) схема навантаження;
 б) діаграма $\tau - \sigma$ під час випробування зразка корму на зсув при одночасній дії нормальних і дотичних напружень

Рисунок 1.10

Гранична крива діаграми (рисунок 1.10 б) відображає криву міцності Кулона-Мора. Дотичні напруження визначають за формулою

$$\tau = \tau_0 + \sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi + \eta \cdot \mathcal{D}, \quad (1.24)$$

де \mathcal{D} – швидкість деформації.

Величина H (див. рис. 1.10 б) відповідає **напруженню розриву**.

Властивості кормів у більшості випадків відмінні від пружних і моделюються різноманітними комбінаціями ідеальних пружних, в'язких і пластичних тіл (рисунок 1.11).

У таких випадках у рівняннях стану з'являються додаткові параметри і підвищується порядок рівнянь стану у диференціальній формі.

Якщо кількість параметрів, що входять у рівняння, є значна та високий їх порядок, то доцільно перейти до відображення моделей в інтегральній формі, так для релаксації нормальних напружень,

$$\sigma(t) = \varepsilon \cdot E - \int_0^t (K(t-t') \cdot \varepsilon(t') \cdot dt'), \quad (1.25)$$

а для зміни нормальної відносної деформації у часі (повзучості)

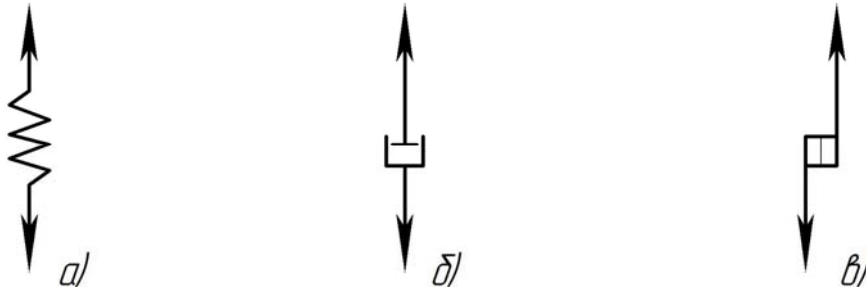
$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma}{E} + \int_0^t (R(t-t') \cdot \sigma(t') \cdot dt'), \quad (1.26)$$

де $K(t-t')$ – ядро повзучості інтегрального рівняння;

$R(t-t')$ – резольвента інтегрального рівняння, ядро релаксації;

t' – біжуче значення часу.

Механічні властивості кормів відображають не тільки (чистими) параметрами, що не залежать від параметрів деформатора, але і (змішаними), наприклад, твердість і питоме (на одиницю довжини леза) зусилля різання.

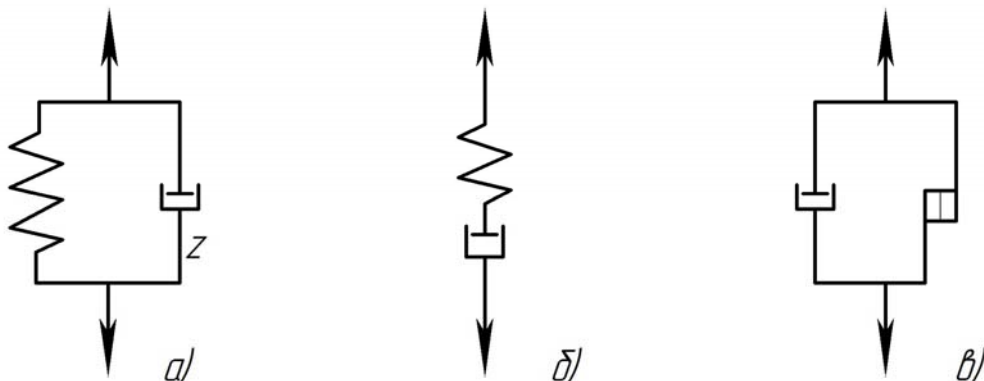


а) абсолютно пружне тіло Гука; б) абсолютно в'язке тіло Н'ютона;

в) абсолютно пластичне тіло Прандтля

Рисунок 1.11 – Механічні аналоги (моделі) ідеальних середовищ:

Для складніших тіл, наприклад, в'язкопружного і в'язкопластичного, механічні моделі будуть такими, які зображені на рисунку 1.12.



а) в'язкопружне тіло Кельвіна-Фойгта; б) в'язкопружне тіло Максвела;

в) в'язкопластичне тіло Бінгама-Шведова.

Рисунок 1.12 – Механічні аналоги (моделі) в'язкопружних і в'язкопластичних тіл:

Практичне заняття № 2 ВИЗНАЧЕННЯ ДОБОВОЇ І РАЗОВОЇ ПОТРЕБИ ФЕРМИ В КОРМАХ

Мета роботи: вивчити методику визначення добової і разової потреби ферми в кормах.

План роботи

Для виконання роботи необхідно з таблиць 2.1, 2.2, 2.3 виписати вихідні дані згідно варіанту (задає викладач), записати їх у таблицю 2.4 і визначити для кожного виду тварин добову і разову потребу в кормах.

2.1. Короткі відомості про типи годівлі тварин

Розвиток тваринництва і птахівництва базується на використанні повноцінних кормів рослинного, тваринного і промислового походження. У більшості господарств використовують корми власного виробництва. Для цього вирощують зернофуражні культури, коренебульбоплоди, зелені корми, заготовляють сіно, сінаж, силос, використовують побічні продукти рослинництва – полову, солому, стебла кукурудзи, відходи громадського харчування та харчової промисловості – жом, мелясу, макуху та ін. Для підвищення ефективності використання цих кормів з них готують суміші, до складу яких вводять збалансовуючі за поживними речовинами білково-вітамінно-мінеральні добавки.

Способи приготування кормів і сумішей з них визначають типом годівлі тварин і прийнятою у господарстві технологією їх утримання.

Найбільш широко застосовують такі типи годівлі (рисунки 2.1, 2.2):
для великої рогатої худоби (ВРХ) – сінний, силосний, концентратний, силосно-сінний, силосно-коренеплідний, силосно-жомовий, силосно-сінажний, силосно-сінажно-концентратний з вмістом концентрованих кормів до 30...35 %. У літній період типи годівлі визначаються співвідношенням трави, силосу і концентратів; трав'яний, трав'яно-силосний, трав'яно-концентратний;

для свиней – концентратно-коренеплідний, концентратно-картопляний (вміст до 60...75 % концентратних кормів) і концентратний;

для овець – сіно-концентратний з вмістом до 25...35 % сіно-концентратних кормів.

Конкретним виразником типу годівлі тварин є **раціон**.

На фермах ВРХ і свинофермах добову норму корму розподіляють рівномірно між годівлями. Кратність годівлі визначають, виходячи з максимальної одноразової видачі корму, кратності доїння та прийнятого розпорядку дня на фермі.



Годівля ВРХ



Годівля овець

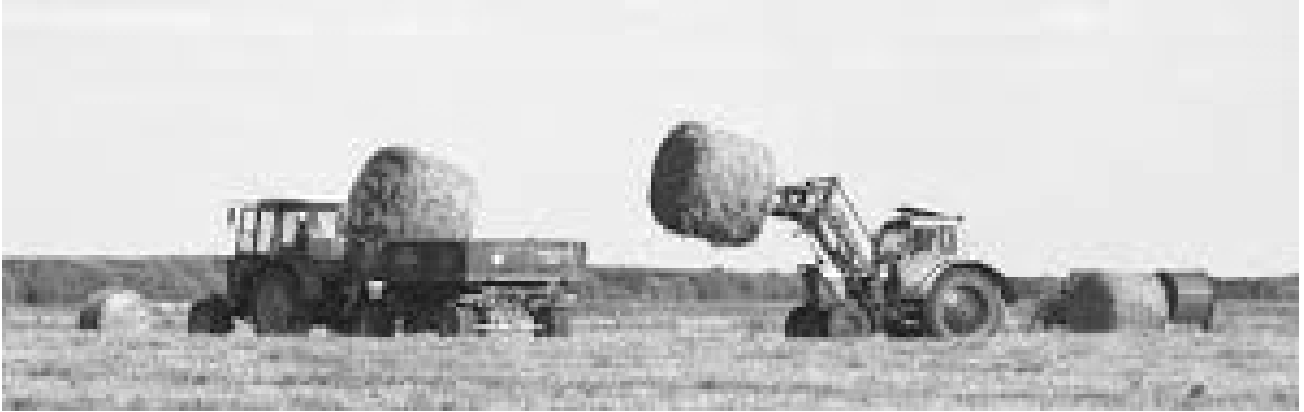


Годівля свиней



Годівля птиці

Рисунок 2.1



Заготівля сіна



Заготівля силосу



Концентровані корми

Рисунок 2.2

Таблиця 2.1 – Добова кількість кормів у раціоні ВРХ, кг

Варіант	Кількість голів	Вид корму									
		сінаж	солома	сіно	силос	кормові буряки	жом	зернові	сухі дріжджі	трав'яне борошно	м'яса
1	200	14	6	6	25	15	28	4	1,0	1,2	1,5
2	250	15	5	6	24	16	27	5	1,1	1,4	1,5
3	300	16	4	5	23	17	26	6	1,2	1,6	1,4
4	350	17	6	5	22	18	25	7	1,3	1,8	1,4
5	400	18	5	4	21	19	24	8	1,0	2,0	1,6
6	450	19	4	6	20	20	23	7	1,1	1,8	1,5
7	500	20	6	3	21	19	22	6	1,2	1,6	1,6
8	550	21	5	6	25	18	21	5	1,3	1,4	1,5
9	600	22	4	6	24	17	20	4	1,0	1,2	1,4
10	650	23	3	4	23	16	21	5	1,1	1,3	1,5
11	700	24	4	5	22	15	22	6	1,2	1,4	1,4
12	750	25	6	6	21	15	23	7	1,3	1,5	1,6
13	800	24	5	4	20	16	24	8	1,0	1,6	1,5
14	850	23	4	3	20	17	25	7	1,1	1,7	1,6
15	900	22	3	6	21	18	26	6	1,2	1,8	1,5
16	950	21	4	4	23	17	27	5	1,3	1,9	1,4
17	1000	20	5	3	25	16	28	4	1,0	2,0	1,6
18	1100	19	6	5	24	19	20	5	1,1	1,9	1,4
19	1200	18	5	4	23	20	21	6	1,2	1,8	1,6
20	1300	17	6	3	25	21	22	7	1,3	1,7	1,5
21	1400	16	4	6	21	15	23	8	1,0	1,6	1,4
22	1500	15	6	5	22	16	24	7	1,1	1,5	1,6
23	1600	14	5	4	23	15	25	6	1,2	1,4	1,4
24	1700	15	6	5	24	17	26	5	1,3	1,3	1,5
35	1800	16	3	6	25	15	27	4	1,0	1,2	1,4
26	1900	17	4	5	24	19	28	5	1,1	1,3	1,6
27	2000	18	4	4	23	20	27	6	1,2	1,4	1,5
28	2100	19	3	6	22	15	26	7	1,3	1,5	1,4
29	2200	20	6	3	21	20	25	8	1,1	1,6	1,5
30	2300	21	3	4	20	16	24	7	1,2	1,7	1,6

Таблиця 2.2 – Додова кількість кормів у раціоні молодняка ВРХ, кг

Варіант	Кількість голів	Вид корму									
		сінаж	солома	сіно	силос	кормові буряки	жом	зернові	сухі дріжджі	трав'яне борошно	м'яса
1	330	7	3	4	2	3	4	1,0	1	1,1	1,5
2	350	8	4	3	3	4	5	1,5	1	1,2	1,4
3	380	9	5	2	4	2	3	1,8	1	1,3	1,3
4	400	10	4	5	2	3	4	2,0	1	1,1	1,2
5	420	11	3	4	3	4	5	2,2	1	1,2	1,1
6	450	12	2	3	4	2	3	2,0	1	1,3	1,0
7	480	11	3	2	2	3	4	1,9	1	1,1	1,1
5	500	10	4	3	3	4	5	1,8	1	1,2	1,2
9	530	9	5	4	4	2	3	1,7	1	1,3	1,3
10	550	8	4	5	4	3	4	1,6	1	1,1	1,4
11	580	7	3	4	5	4	5	1,5	1	1,2	1,5
12	600	8	2	3	6	2	3	1,4	1	1,3	1,4
13	630	9	3	2	5	3	4	1,3	1	1,1	1,3
14	650	10	4	5	4	4	5	1,2	1	1,2	1,2
15	680	11	5	2	3	2	3	1,1	1	1,3	1,1
16	710	12	4	3	2	3	4	1,0	1	1,1	1,0
17	740	13	3	2	3	4	5	1,1	1	1,2	1,1
18	760	12	2	2	4	2	3	1,2	1	1,3	1,2
19	790	11	3	3	5	3	4	1,3	1	1,1	1,3
20	820	10	4	4	6	4	5	1,4	1	1,2	1,4
21	850	9	5	2	5	2	3	1,5	1	1,3	1,5
22	880	8	4	5	4	3	4	1,6	1	1,1	1,4
23	900	7	4	3	3	4	5	1,7	1	1,2	1,3
24	560	6	3	5	2	2	3	1,8	1	1,3	1,3
25	300	7	3	2	5	3	4	1,9	1	1,1	1,1
26	700	8	4	4	4	4	5	2,0	1	1,2	1,0
27	520	9	5	3	3	2	3	2,1	1	1,3	1,1
28	800	10	4	2	5	3	4	2,2	1	1,1	1,2
29	750	11	3	3	4	4	5	2,3	1	1,2	1,3
30	520	12	2	5	3	2	3	2,4	1	1,3	1,4

Таблиця 2.3 – Добова кількість кормів у раціоні свиней, кг

Варіант	Кількість голів	Вид корму			
		силос	картопля	жом	зернові
1	300	6	5	6	3,0
2	350	5	6	4	2,0
3	400	4	6	5	1,0
4	450	6	4	5	2,0
5	500	5	5	3	3,0
6	550	4	6	4	1,0
7	600	6	4	5	2,0
8	650	5	3	4	1,5
9	700	4	6	4	2,0
10	750	6	4	5	1,5
11	800	5	6	3	2,0
12	850	4	5	6	3,0
13	900	6	5	3	1,5
14	950	5	6	4	1,0
15	1000	4	4	5	2,0
16	1100	6	4	5	1,0
17	1200	5	4	6	1,5
18	1300	4	5	3	2,0
19	1400	6	5	3	1,0
20	1500	5	6	4	1,5
21	1600	4	4	5	3,0
22	1700	6	4	3	1,0
23	1800	5	6	4	2,0
24	1900	4	6	5	1,5
25	2000	6	4	5	3,0
26	2100	5	6	4	2,5
27	2200	4	5	3	2,0
28	2300	6	4	5	1,5
29	2400	5	4	6	1,0
30	2500	4	5	3	2,0

У деяких випадках на фермах ВРХ на обідню годівлю виділяють до 40 % добової норми кормів. Солому використовують переважно для ранішньої і вечірньої годівлі.

Таблиця 2.4 – Зведені результати розрахунків витрати кормів, кг

Вид корму	Добова норма, кг/гол	Добова потреба у кормі, кг	У т. ч. на одну годівлю, $\Pi_{K.P_i}$:					
			Ранішню		Обідню		Вечірню	
			Частка δ , %	Кількість, кг	Частка δ , %	Кількість, кг	Частка δ , %	Кількість, кг
Для ВРХ	Сінаж							
	Солома							
	Сіно							
	Силос							
	Кормові буряки							
	Жом							
	Зернові							
	Сухі дріжджі							
	Трав'яне борошно							
	М'яса							
	Всього:			–		–		–
Для молодняка ВРХ	Сінаж							
	Солома							
	Сіно							
	Силос							
	Кормові буряки							
	Жом							
	Зернові							
	Сухі дріжджі							
	Трав'яне борошно							
	М'яса							
	Всього:			–		–		–
Для свиней	Силос							
	Картопля							
	Жом							
	Зернові							
	Всього:			–		–		–
Разом			–		–		–	

Добова витрата всіх кормів на фермі містить корми, які підлягають і не підлягають обробці відповідно до зоотехнічних вимог і згодуюються в натуральному вигляді.

2.2. Методика розрахунку витрати кормів

Добову потребу, кг, кожного виду корму визначають за формулою

$$P_{Д.К_i} = m_{T_i} \cdot q_{1i}, \quad (2.1)$$

де m_{T_i} – кількість тварин кожного виду або групи, голів (див. табл.

2.1...2.3);

q_{1i} – добова норма кожного виду корму на одну голову, кг/гол. (див. табл. 2.1, 2.2, 2.3).

Необхідну кількість кожного виду корму і загальну кількість кожного виду корму на разову (одну) годівлю $P_{К.P_i}$ (ранішню $P_{К.P_iP}$, обіднішню $P_{К.P_iОБ}$, вечірню $P_{К.P_iВ}$), кг, визначають за формулою

$$P_{К.P_i} = \frac{P_{Д.К(i...n)} \cdot \delta}{100}, \quad (2.2)$$

де δ – частка добової норми кожного виду корму або загальна кількість корму, який виділяють на годівлю, $\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = 100$ %, приймають $\delta_1 = \delta_3 = 30$ %, $\delta_2 = 40$ %.

Добову потребу кормів на фермі, кг, визначають за формулою

$$P_{Д.Ф.} = P_{Д.К_1} + P_{Д.К_2} + \dots + P_{Д.К_n} = \sum_{i=1}^n P_{Д.К_i}, \quad (2.3)$$

де $P_{Д.К_1}, P_{Д.К_2}, \dots, P_{Д.К_n}$ – добова витрата кожного виду корму, який вносять у раціон, кг.

Отримані результати розрахунків записують у таблицю 2.4.

Кількість кормів, які підлягають обробці, кг, визначають за формулою

$$P_{К.ПР} = P_{Д.Ф.} - P_{К.Н.}, \quad (2.4)$$

де $P_{К.Н.}$ – добова потреба в кормах, які не підлягають обробці, кг.

Завдання для звіту

Користуючись наведеними у п. 2.2 формулами, визначити добову і разову витрату кожного виду корму на одну годівлю та їх загальну витрату для разової годівлі і в цілому на фермі.

Самостійна робота на тему:

МЕХАНІЗАЦІЯ ВИЙМАННЯ СИЛОСУ З ТРАНШЕЙ

Мета роботи: вивчити технологію заготівлі силосу в траншеях; вивчити технологію заготівлі силосу у полімерну плівку; вивчити будову, робочий процес, правила експлуатації та техніки безпеки машин для виймання силосу з траншей.

Матеріальне забезпечення: навантажувачі-подрібнювачі ПСК-5А, АСС-5,5; фуражири начіпні ФН-1,2, ФН-1,4; навантажувач грейферний ПЕ-1,0 «Карпатець»; технічна документація; навчальні плакати; набір ключів та вимірювальних інструментів; відеоматеріали.

План роботи

1. Вивчити будову, параметри та класифікацію силосних траншей.
2. Вивчити технологію та обладнання для закладання силосних траншей.
3. Вивчити технологію та механізацію виймання силосу з траншей.
4. Вивчити технологію силосування кормів у полімерні рукави та тюки.
5. Вивчити будову, принцип роботи, основні механізми, технічні характеристики та регулювання навантажувача стеблових кормів ПСК-5А.
6. Вивчити призначення, будову, технічні характеристики та принцип роботи навантажувачів ФН-1,2; ФН-1,4; АСС-5,5; ПЕ-1,0.
7. Встановити конструктивні відмінності навантажувачів ФН-1,2; ФН-1,4; АСС-5,5; ПЕ-1,0 від навантажувача ПСК-5А.
8. Вивчити призначення, будову, технічні характеристики та принцип роботи машин та обладнання закордонного виробництва, які використовують в Україні для заготівлі силосу.
9. Виконати розрахункову частину роботи.

Порядок роботи

Вивчають будову, параметри та класифікацію силосних траншей (рисунок С1-С2). Вивчають технологію та обладнання для закладання силосу в траншеї.

Вивчають технологію силосування кормів у полімерні рукави та тюки (рисунок С2).

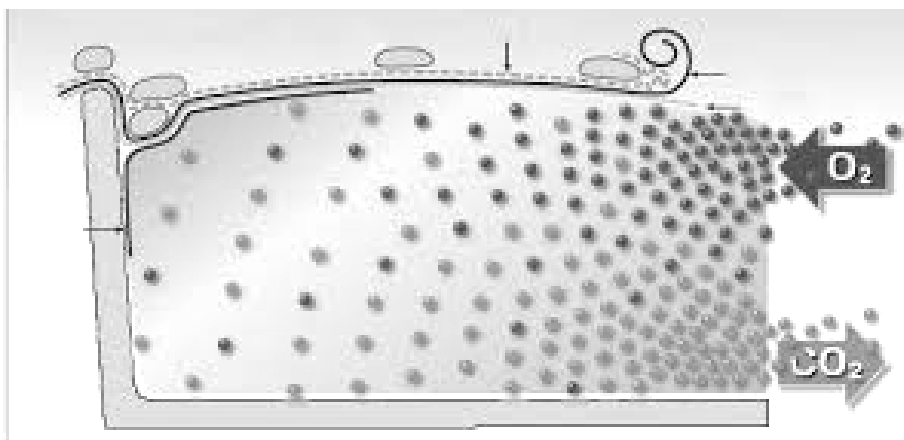
Вивчають технологію і механізацію виймання силосу з траншей машинами ПСК-5А, ФН-1,2, ПЕ-1,0.



Вигляд силосу перед закладанням у траншеї

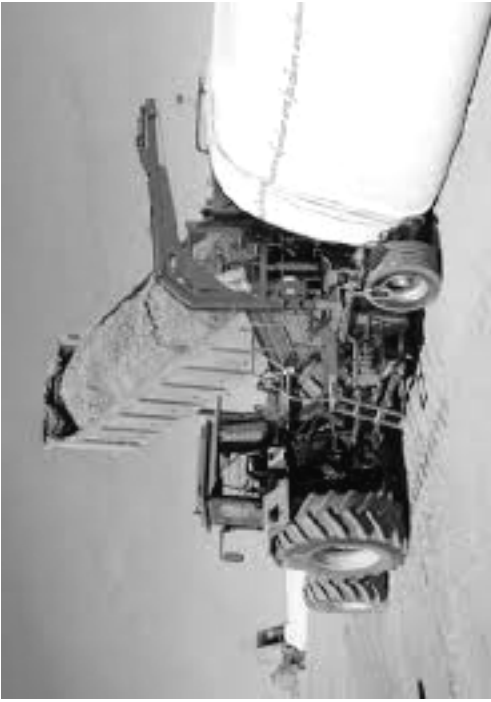


Утрамбовування силосу у траншеях



Повітрообмін у траншеях для забезпечення якості заготовленого силосу

Рисунок С1



Заготівля силосу у полімерні рукави



Вигляд силосної траншеї зі сторони вивантаження силосу



Заготівля силосу у герметичні тюки



Вигляд траншеї з укриттям

Рисунок С2

Під час вивчення конструкцій машин знімають захисні кожухи та кришки для полегшення доступу до основних механізмів.

Під час виконання робіт із безпосереднім контактом із обладнання необхідно дотримуватися заходів безпеки для запобігання травматизму та нещасним випадкам.

Вивчення конструкцій машин починають з навантажувача стеблових кормів ПСК-5А. Встановлюють його призначення, вивчають технічні характеристики та виділяють основні механізми, вивчають їх будову, принцип роботи та основні регулювання.

Вивчають технологічний процес навантаження силосу машиною ПСК-5А. Викреслюють технологічну схему навантажувача. Вивчають правила експлуатації та правила техніки безпеки навантажувача.

Вивчають призначення, будову, технічні характеристики та принцип роботи навантажувачів ФН-1,2, ФН-1,4, АСС-5,5, ПЕ-1,0. Встановлюють основні конструктивні та технологічні відмінності цих машин від навантажувача ПСК-5А.

Вивчають призначення, будову, технічні характеристики та принцип роботи машин та обладнання закордонного виробництва, які використовують в Україні для заготівлі силосу.

Визначають необхідну кількість силосних траншей для умови, наведеної у задачі або згідно варіанту (див. практичну роботу № 2).

Розв'язати задачу

Дано: молочнотоварна ферма на 600 голів, добова выдача силосу на одну голову $q_{1C} = 19...24$ кг/гол. Період годування силосом (стійловий період) $n_{\partial} = 210$ днів, щільність силосу в траншеях $\rho_{СЛ} = 550...600$ кг/м³.

Визначити необхідну кількість силосних траншей для зберігання річного запасу силосу на фермі.

Необхідну кількість траншей для зберігання річного запасу силосу, шт, визначають за формулою

$$Z_T = \frac{L_T}{l_T}, \quad (1)$$

де L_T – загальна необхідна довжина траншей для зберігання річного запасу силосу, м;

l_T – рекомендована довжина силосної траншеї, $l_T = 60...72$ м.

Загальну довжину траншей для зберігання річного запасу силосу, м, визначають за формулою

$$L_T = \frac{V_T}{A_T}, \quad (2)$$

де V_T – необхідний об'єм силосних траншей для зберігання річного запасу, м^3 ;

A_T – площа поперечного перетину прийнятої траншеї, м^2 .

Рекомендований розмір траншеї: ширина 12...18 м, висота 3...3,5 м.

Об'єм силосних траншей для зберігання річного запасу, м^3 , визначають за формулою

$$V_T = \frac{m_K \cdot q_{1C} \cdot n_{\partial} \cdot K_{TC} \cdot K_{PC}}{\rho_{СЛ}}, \quad (3)$$

де m_K – поголів'я корів, $m_K = 600$ гол.;

K_{TC} – коефіцієнт запасу, що враховує втрати силосу під час зберігання, для траншей $K_{TC} = 1,05...1,1$;

K_{PC} – коефіцієнт резерву, який враховує підстраховуючий запас силосу, $K_{PC} = 1,1...1,2$.

Виконавши розрахунки, вивчають будову і принцип роботи машин, які можуть бути використані на малих фермах: навантажувач-роздавач кормів ПРК-Ф-0,4-5; механізовані вила для вивантажування кормів з траншеї ВВР-Ф-0,8 і ВВР-Ф-0,5.

Результати виконання самостійної роботи

1. Описати технології заготівлі силосу та виймання його з траншей.
2. Описати будову та схеми силосних траншей, навести їх класифікацію.
3. Описати технологію силосування кормів у полімерні рукави.
3. Описати навантажувач стеблових кормів ПСК-5А (призначення, будова, принцип роботи, технологічна схема, основні регулювання, правила експлуатації та техніки безпеки).
4. Відзначити основні конструктивні та технологічні відмінності навантажувачів АСС-5,5, ФН-1,2, ФН-1,4, ПЕ-1,0 від ПСК-5А та інші.
5. Описати технічні характеристики вивчених навантажувачів силосу.
6. Виконати розрахунок необхідної кількості силосних траншей (згідно варіанту).

Контрольні запитання

1. Пояснити будову силосних траншей.
2. Пояснити технологію заготівлі та виймання силосу з траншей.
3. Пояснити технологію заготівлі та виймання силосу з полімерних рукавів і тюків.
4. Яке призначення навантажувачів ПСК-5А, ФН-1,2, ПЕ-1,0?
5. Який принцип роботи навантажувачів ПСК-5А, ФН-1,2, ПЕ-1,0?
6. Пояснити будову навантажувачів ПСК-5А, ФН-1,2, ПЕ-1,0.
7. Пояснити основні регулювання навантажувачів ПСК-5А, ФН-1,2, ПЕ-1,0.
8. Які можливі шляхи підвищення продуктивності навантажувачів силосу?
9. Які правила експлуатації вивчених машин і правила техніки безпеки під час їх роботи?
10. Специфіка праці та основні особливості будови навантажувачів для малих ферм.

Самостійна робота на тему:

МЕХАНІЗАЦІЯ ЗАКЛАДАННЯ ТА ВИЙМАННЯ СІНАЖУ З БАШТ

Мета роботи: вивчити технології заготівлі сінажу та силосу в баштах; вивчити будову, робочий процес, правила експлуатації та техніки безпеки машин для закладання і виймання сінажу та силосу з башт.

Матеріальне забезпечення: завантажувач башт ЗБ-50; розподільник-розвантажувач сінажу РРС-Ф-50-6; технічна документація; навчальні плакати; набір ключів та інструментів; відеоматеріали.

План роботи

1. Вивчити будову сінажних башт.
2. Вивчити технологію заготівлі сінажу.
3. Вивчити будову, принцип роботи, основні механізми, технічні характеристики та регулювання машин для завантаження та розвантаження сінажних башт.
4. Вивчити призначення, будову, технічні характеристики та принцип роботи машин та обладнання закордонного виробництва, які використовують в Україні для заготівлі сінажу.
5. Виконати розрахункову частину роботи.

Порядок роботи

Вивчають будову сінажних башт (рисунок С3).

Вивчають технологію закладання сінажу у башти.

Вивчають призначення, будову, принцип роботи, технічні характеристики, правила експлуатації, основні регулювання машин для завантаження і розвантаження сінажних башт (рисунок С4).

Вивчають правила техніки безпеки під час експлуатації машин: транспортера-завантажувача сінажних башт ЗБ-50, розподільника-розвантажувача сінажу РРС-Ф-50-6.

Вивчають призначення, будову, технічні характеристики та принцип роботи машин та обладнання закордонного виробництва, які використовують в Україні для заготівлі сінажу.

Розраховують необхідну кількість сінажних башт для умови, наведеної у задачі або згідно варіанту (див. практичну роботу № 2).



Вигляд свіжого сінажу



Загальний вигляд сінажних башт

Рисунок С3

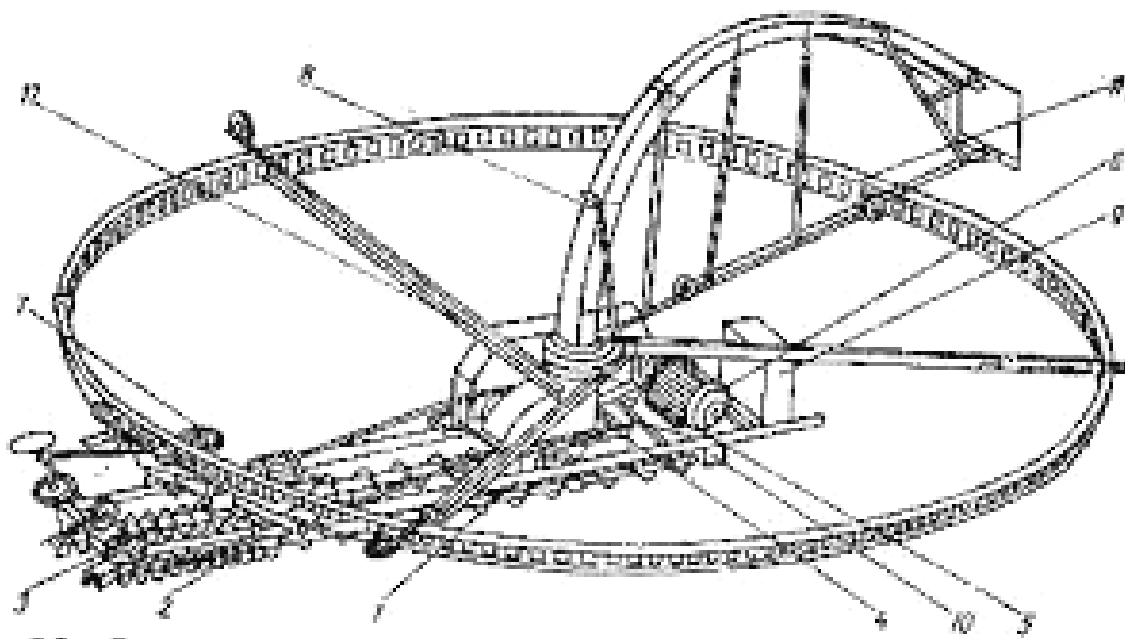


Рисунок С4 – Розподільник-розвантажувач сінажу РРС-Ф-50-6

Розв'язати задачу

Дано: тваринницький комплекс на 1200 голів ВРХ; разова видача на 1 голову сінажу згідно раціону $q_{1Г} = 8,2$ кг/гол. Період годування сінажем $n_{СН} = 210$ днів, щільність сінажу $\rho_{СН} = 650...750$ кг/м³.

Визначити необхідну кількість сінажних башт для зберігання річного запасу сінажу на фермі.

Необхідну кількість сінажних башт, шт, для зберігання річного запасу сінажу, визначають за формулою

$$Z_{BC} = \frac{V_P}{V_B} \cdot K_{ЗБ}, \quad (4)$$

де V_P – річна потреба у сінажі на комплексі (фермі), м³;

V_B – кубатура прийнятої до установки сінажної башти, м³;

$K_{ЗБ}$ – коефіцієнт запасу, який враховує втрати сінажу від його пропадання під час зберігання, для сінажних башт

$$K_{ЗБ} = 1,2...1,3.$$

Річну потребу сінажу на комплексі (фермі), м³, визначають за формулою

$$V_P = \frac{m_T \cdot q_{1Г} \cdot n_{СН} \cdot K_{ВБ} \cdot K_{РС}}{\rho_{СН}}, \quad (5)$$

- де m_T – поголів'я тварин для годівлі сінажем, $m_T = 1200$ голів;
- K_{BB} – коефіцієнт використання башт, який враховує заповнення їх відповідно до технології завантаження, наявність механізмів завантаження та розвантаження, центральної шахти, $K_{BB} = 0,7...0,8$ (нижню границю приймають при розвантаженні башт знизу);
- K_{PC} – коефіцієнт резерву, який враховує підстраховуючий запас сінажу, $K_{PC} = 1,1...1,2$.

Результати виконання самостійної роботи

1. Описати технологію закладання сінажу в башти, його виймання і транспортування на ферму.
2. Описати будову сінажних башт із зазначенням їх параметрів.
3. Описати транспортер-завантажувач сінажних башт ЗБ-50 (призначення, будова, принцип роботи, регулювання, правила експлуатації та техніки безпеки, технічні характеристики).
4. Описати розподільник-розвантажувач башт РРС-Ф-50-6 (призначення, будова, принцип роботи, регулювання, правила експлуатації та техніки безпеки, технічні характеристики).
5. Описати машини інших конструкцій, які використовують для заготівлі сінажу.
5. Розрахувати необхідну кількість сінажних башт (згідно варіанту).

Контрольні запитання

1. Пояснити будову сінажних башт.
2. Пояснити технологію заготівлі сінажу в баштах та їх розвантаження.
3. Яке призначення машин ЗБ-50, РРС-Ф-50-6 та їх будова?
4. Який принцип роботи машини ЗБ-50 та основні регулювання?
5. Який принцип роботи машини РРС-Ф-50-6 та основні регулювання?
6. Правила експлуатації машин ЗБ-50 і РРС-Ф-50-6 та основні вимоги техніки безпеки.
7. Які можливі шляхи підвищення продуктивності машин, які використовують для закладання та виймання сінажу з башт?

Практичне заняття № 3

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЛІНІЙ КОРМОЦЕХУ І ВИБІР МАШИН

Мета роботи: вивчити суть технології обробки кормів і методику визначення продуктивності ліній кормоцеху та вибору машин.

План роботи

Для виконання цієї роботи необхідно з практичного заняття № 2 виписати отримані результати розрахунків витрати кормів і в згрупованому вигляді за видами кормів і тварин записати їх у таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Витрата кормів по фермі, кг

Вид корму	Вид тварин	Добова витрата корму, кг	У т. ч. на одну годівлю, кг:		
			ранішню	обідню	вечірню
Сінаж	ВРХ				
	Молодняк ВРХ				
	Всього				
Солома	ВРХ				
	Молодняк ВРХ				
	Всього				
Сіно	ВРХ				
	Молодняк ВРХ				
	Всього				
Силос	ВРХ				
	Молодняк ВРХ				
	Всього				
Кормові буряки	ВРХ				
	Молодняк ВРХ				
	Всього				
Жом	ВРХ				
	Молодняк ВРХ				
	Всього				
-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-

3.1. Короткі відомості про технології обробки кормів та комплекти обладнання кормоцехів

Значну частину кормів, які надходять у кормоцех, піддають різним способам обробки. Коренеплоди миють і подрібнюють, картоплю після миття запарюють і мнуть.

Баштанні культури подрібнюють і варять. Зелену масу і силос завозять у кормоцех у подрібненому стані і тут їх обов'язково доподрібнюють.

Для приготування трав'яного борошна зелену масу попередньо подрібнюють, висушують, після чого ще раз її подрібнюють і затарюють у мішки в розсипному або в гранульованому вигляді.

Зернові корми бажано завозити в кормоцех у подрібненому вигляді.

Особливу увагу приділяють обробці соломи. Найбільш простий спосіб – це її подрібнення з наступним перемішуванням з іншими кормами. Широко застосовують обробку соломи парою, а також хімічним способом, що забезпечує поліпшення її смакових якостей і підвищує поживність. Для обробки 1 т соломи витрачають 0,8...1 т води, в якій розчиняють 30 кг негашеного вапна або 90 кг гашеного і 10...12 кг кухонної солі.

При обробці содою на 1 т соломи витрачають 0,8...1 т води і 100 кг розчиненої у воді соди.

Для обробки соломи розчинами використовують спеціальні ємкості, в яких її витримують протягом 12...24 год. Щоб прискорити цей процес, соломі спочатку запарюють протягом 1 год після чого її витримують близько 3...4 год. Оброблена солома має запах хліба, жовтий колір і стає м'якою, коефіцієнт перетравності органічних речовин підвищується до 70 %, а поживність – в 1,5...2 рази. За добу на одну голову ВРХ згодують до 10...15 кг такої соломи.

Для приготування кормових сумішей в кормоцехах встановлюють технологічні лінії для обробки і приготування тих чи інших видів кормів.

Типова технологічна схема обробки і приготування кормів зображена на рисунку 3.1.

Для забезпечення максимального використання поживних речовин кормів і кормових сумішей технологія їх приготування повинна відповідати таким вимогам:

1. Корми рослинного походження необхідно збирати в момент їх найбільшої врожайності і поживності (злакові – у фазі колосіння, бобові – у фазі бутонізації – початку цвітіння).

2. Коренеплоди необхідно мити і подрібнювати безпосередньо перед приготуванням кормових сумішей з тим, щоб не допустити їх окислення на повітрі і псування. Залишкове забруднення після миття не повинне перевищувати 2...3 % маси чистих кормів.

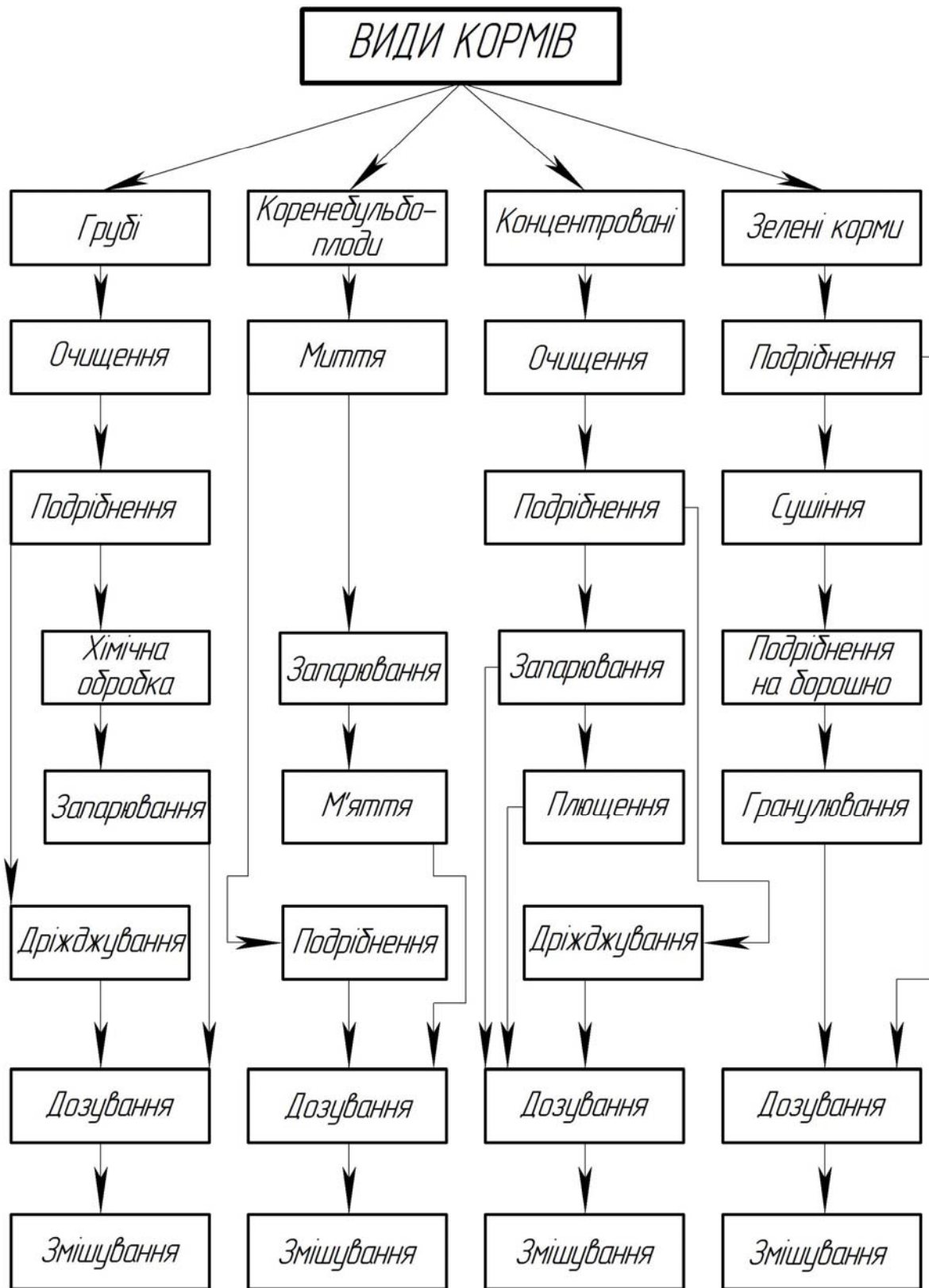


Рисунок 3.1 – Технологічна схема обробки і приготування кормів

3. Соковиті корми і силос для свиней необхідно подрібнювати до пастоподібного стану або дрібної різки, в якій частинки до 10 мм повинні становити не менше 70...75 %. Для ВРХ розмір частинок повинен становити 10...15 мм.

4. Картоплю необхідно мити, запарювати і розминати до стану пюре. Допускається подрібнення запареної картоплі до частинок розміром 10 мм не менше 70 % по масі. Максимальний розмір частинок не повинен перевищувати 20 мм. Температура запареної картоплі перед подачею на змішування не повинна перевищувати 35...40°C.

5. Грубі корми для ВРХ подрібнюють до частинок розміром 20...40 мм, вміст яких у масі повинен становити не менше 80 %. Допускається довжина різки до 50 мм, маса таких частинок не перевищує 20 %. При цьому грубі корми повинні бути розщеплені вздовж стебел і сплюснені.

6. Зернові корми подрібнюють до таких розмірів: для свиней 0,5...1,0 мм (тонкий помел); для ВРХ – 1,0...1,8 мм (середній помел); для коней і птиці – 1,8...2,6 мм (грубий помел).

Одним з нових напрямків у будівництві кормоцехів є створення для них різних комплектів обладнання, змонтованого у технологічні лінії за продуктивністю та іншими параметрами. Використання таких комплектів здешевлює будівництво, спрощує монтаж та експлуатацію обладнання, знижує затрати праці й ресурсів на приготування кормосумішей.

У сільськогосподарському виробництві для комплексної механізації кормоприготування виготовляють комплекти машин та обладнання для всіх видів тваринницьких ферм залежно від їх потужності і типів годівлі.

Для молочнотоварних ферм випускають комплекти обладнання кормоцехів на 400...1600 голів ВРХ для приготування кормових сумішей з використанням у них силосу, сінажу, соломи та інших кормів (таблиця 3.2).

Для ферм з вирощування телят і ремонтного молодняку ВРХ розроблені комплекти на 3000 і 6000 голів (таблиця 3.3).

Для свиноферм розроблено комплекти обладнання серії уніфікованих кормоцехів типу КЦС, призначених для репродуктивних ферм на 100, 200, 300 свиноматок і відгодівельних комплексів продуктивністю 6 і 12 тис. свиней в рік з використанням у раціонах тварин всіх видів місцевих кормів (таблиця 3.4) та 4 тис. голів свиней одночасної постановки.

Технічна характеристика машин та обладнання, призначених для комплектації кормоцехів, наведена в таблиця 3.5.

Таблиця 3.2 – Комплекти обладнання кормоцехів молочних ферм

Машини та обладнання	Кількість машин для ферм розміром, голів			
	400	800	1200	1600
Змішувач меляси СМ-І/7	—	1	1	1
Кормороздавач мобільний КТУ-10А	2	2	4	4
Бункер-живильник грубих кормів	—	—	3	3
Бункер БСК-10	1	1	2	2
Дозатор концкормів ДК-10	1	1	2	2
Транспортер коренебульбоплодів ТК-5Б	1	1	1	1
Мийка-коренерізка ИКМ-5	1	1	1	1
Дозатор подрібнених коренебульбоплодів ДС-1,5	1	1	1	1
Насос НШП-20-69	1	1	1	1
Транспортер стрічковий збірний ТЛ-65	1	1	1	1
Електромагнітний очисник кормів від металевих домішок	1	1	1	1
Подрібнювач-змішувач кормів ИСК-3	1	1	1	1
Транспортер ТС-40М або шнек	1	1	1	1

Таблиця 3.3 – Комплекти обладнання кормоцехів ферм
з вирощування телят і ремонтного молодняка

Машини та обладнання	Кількість машин для ферм розміром, голів	
	3000	6000
Навантажувач фронтальний ПФ-0,5	1	1
Навантажувач силосу і сінажу з наземних траншей ПСС-5,5	1	1
Подрібнювач грубих кормів ИРТ-165	1	1
Бункер-живильник грубих кормів	1	1
Транспортер стрічковий скребковий	2	4
Бункер БСК-25	2	2
Завантажувач сухих кормів ЗСК-Ш	1	2
Бункер для зважування кормів	1	1
Змішувач С-12	1	1
Змішувач меляси з сечовиною СМ-1/7	1	1
Транспортер центральний розподільний для передачі кормів у кормороздавачі	1	1
Агрегат АЗМ-0,8	2	4
Установка автоматизована для централізованого приготування рідких поживних сумішей з сухих порошків і питної води	2	4
Установка для приготування і роздавання регенерованого молока з центральним кормоприготуванням і молокопроводом	1	2

Таблиця 3.4 – Комплекти обладнання кормоцехів
свинарських ферм і комплексів

Машини та обладнання	Кількість машин для ферм розміром, голів				
	100	200	300	6000	12000
Транспортер ТПК-5/10	1	1	1	1	1
Бункер-дозатор КТУ-20	1	1	1	1	2
Подрібнювач «Волгарь-5»	1	1	1	1	2
Мийка-коренерізка ИКМ-5	1	1	1	1	2
Подрібнювач зерна КДУ-2	1	1	1	1	—
Подрібнювач зерна ДБ-5	—	—	—	—	1
Живильник шнековий ПК-6	1	1	1	1	1
Транспортер коренебульбоплодів ТК-5Б	—	1	1	1	2
Транспортер коренебульбоплодів ТК-5	1	—	—	—	—
Транспортер ТС-40С	—	—	—	1	2
Транспортер ТС-40М	1	1	1	1	2
Шнек ШВС-40М	1	1	1	1	2
Шнек ШЗС-40М	1	1	1	1	2
Змішувач С-12	—	1	1	2	2
Змішувач С-7	1	—	—	—	—
Резервуар В-2-ОМВ-2,5	1	1	—	1	1
Насос відцентровий для молока 36МЦ-10-20	1	1	1	1	1
Обладнання для приготування і роздавання регенерованого молока КПОІ08	—	1	—	—	-
Насос фекальний ФГ-115/38Б	1	1	1	1	—
Котел-пароутворювач Д-721А	1	1	1	1	2
Комплект електрообладнання	1	1	1	1	1

Таблиця 3.5 – Технічна характеристика машин та обладнання для комплектації кормоцехів

Марка машини	Продуктивність, т/год	Габаритні розміри, мм			Маса, кг	Потужність електродвигуна, кВт	
		довжина	ширина	висота			
ИГК-30Б	3	3350	1350	3500	1320	30	
РСС-6Б	2,5	3200	1600	3820	1450	17	
КДУ-2:	зерно	2,0	2800	1550	3000	1300	30
	коренеплоди	5,0	—	—	—	—	—
	грубі	0,8	—	—	—	—	—
	зелена маса	2...3	—	—	—	—	—
МРК-5,0	5	2350	1250	2400	480	3	
КПИ-4,0	4	805	645	1160	157	5,5	
ИКС-5М	5	4100	2600	2900	1250	9	
ИКМ-5	6...7	2200	1360	2860	900	10,5	
Волгарь-5	5	2400	1330	1350	1175	22	
ИЗМ-5	5	2870	1535	1075	1060	14	
АПК-10	10	4685	4310	2180	2780	30	
ЗПК-4	1	4700	1510	2780	1180	4,4	
АЗК-3	3	3700	3600	3700	2960	9,3	
ВК-1	0,5	2470	1640	1520	1620	3,6	
ВКС-3М	2,5	3900	1400	1050	1900	5,5	
С-2	2	3400	4400	2560	2790	8,5	
С-12	5	4215	2880	2400	6100	14,6	
АПС-6	3	3900	11670	3385	5400	15,8	
ИСК-3	25	1600	1090	1150	1080	39	
СМ-1	5	3800	5000	3500	1800	6	
ТК-5	5	3000	800	1670	920	3	
ТК-5Б	6	6435	730	1666	1500	3,7	
ТС-40С	28	7440	680	1450	550	1,5	
ТС-40М	40	6155	675	1925	650	3,0	
ШЗС-40	40	4590	670	1010	326	2,2	
ШВС-40	40	3970	600	950	280	2,2	
ПК-6	6...8	4225	765	820	635	2,6	
ПСМ-10	30...35	4650	2300	1200	1020	1,5	
КП-10	5...10	5570	2850	2000	1550	5,2	
Д-721А	0,8	3100	1440	2280	1890	3,4	

3.2. Методика визначення продуктивності лінії кормоцеху і вибір машин

Продуктивність технологічної лінії кормоцеху (рисунки 3.1-3.3) розраховують, виходячи з її призначення (для яких кормів) та з врахуванням максимально допустимого часу зберігання підготовленого корму до згодовування, кількості даванок та інших факторів.

Продуктивність технологічних ліній Q , кг/год, визначають за такими формулами:

а) для технологічної лінії підготовки концентрованих кормів

$$Q_{Л.КК} = \frac{П_{К.ПР}}{T_1 \cdot \tau_{\text{ч}}}, \quad (3.1)$$

де $П_{К.ПР}$ – кількість концентрованих кормів, яка підлягає обробці, кг (див. ф-лу 2.4);

T_1 – час, який відведений на підготовку однієї даванки з максимальною кількістю даного виду корму, год.;

$\tau_{\text{ч}}$ – коефіцієнт використання змінного часу.

б) для технологічної лінії підготовки коренеплодів

$$Q_{Л.К} = \frac{П_{К}}{T_{К} \cdot \tau_{\text{ч}} \cdot z_{К}}, \quad (3.2)$$

де $П_{К}$ – кількість коренеплодів, кг;

$T_{К}$ – максимально допустимий час зберігання подрібнених коренеплодів $T_{К} = 1,5 \dots 2$ год.;

$z_{К}$ – число даванок коренеплодів за добу.

в) для технологічної лінії подрібнення грубих кормів

$$Q_{Л.ГК} = \frac{П_{ГК} \cdot K_{ГС}}{T_{ГК} \cdot \tau_{\text{ч}} \cdot z_{Г}}, \quad (3.3)$$

де $П_{ГК}$ – кількість грубих кормів, кг;

$K_{ГС}$ – коефіцієнт, який враховує частину добової норми грубих кормів, які видають в сухому вигляді;

$T_{ГК}$ – час, відведений на подрібнення грубих кормів, год.;

$z_{Г}$ – число даванок грубих кормів за добу.

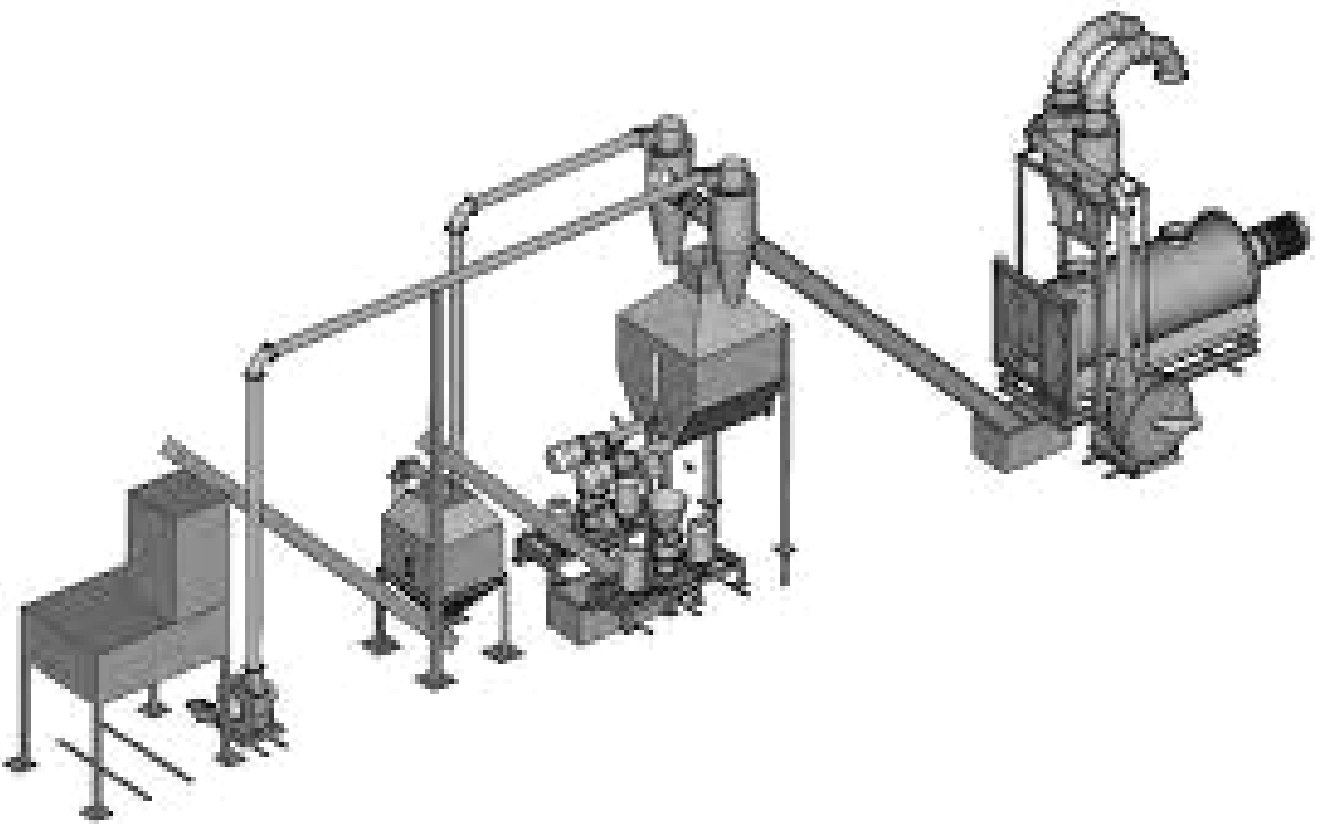
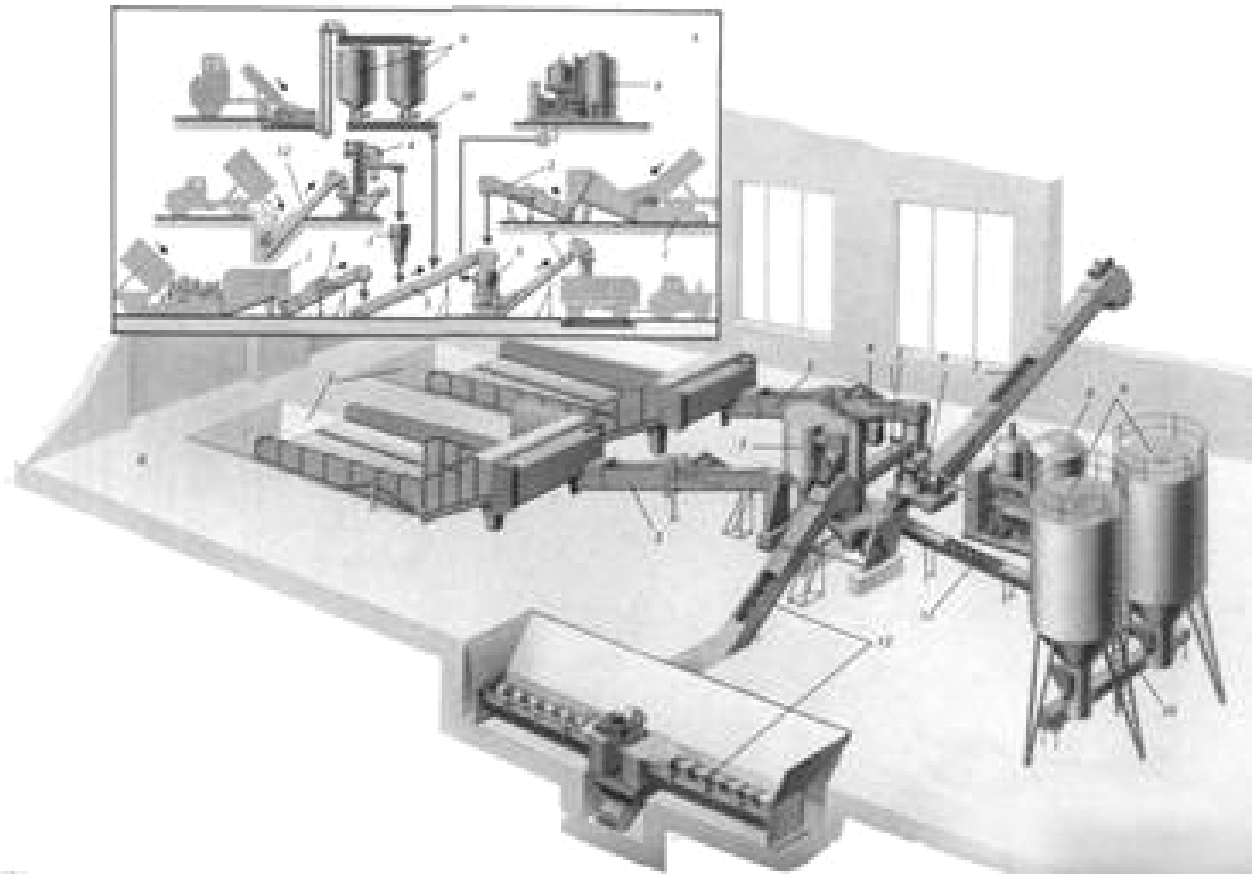


Рисунок 3.1

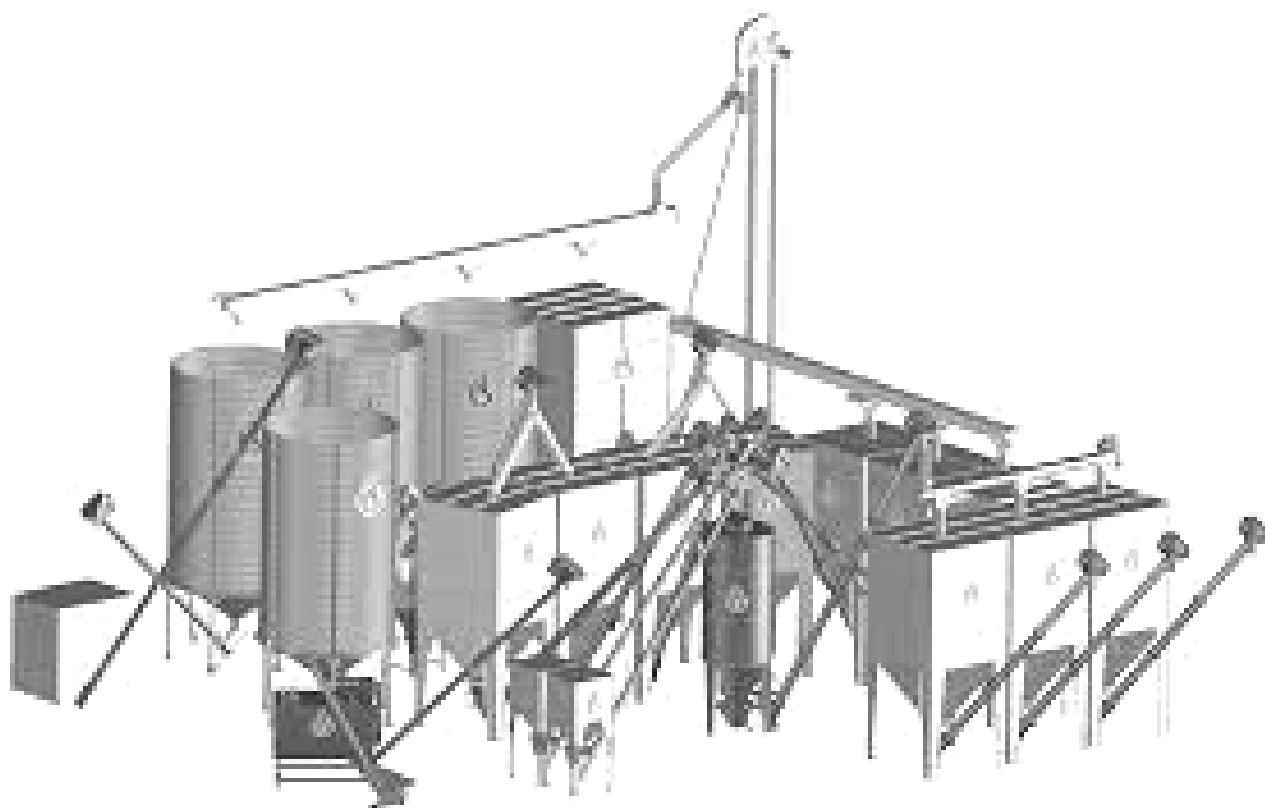


Рисунок 3.2

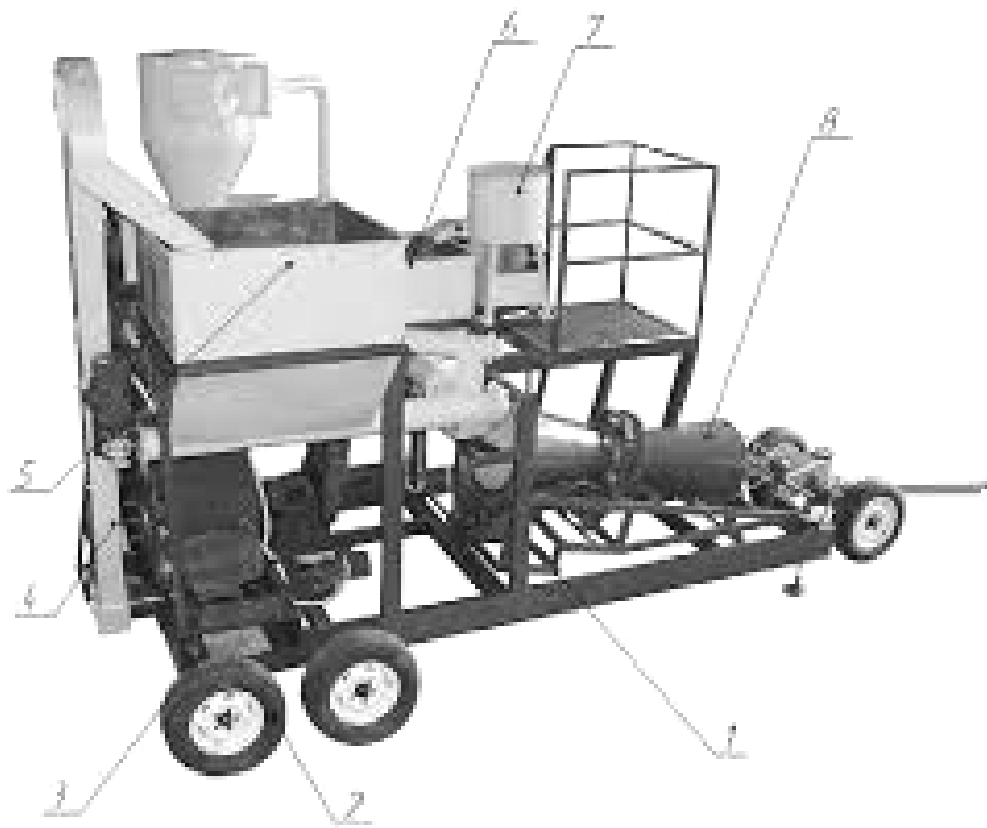


Рисунок 3.3

г) для технологічної лінії запарювання грубих кормів або їх обробки іншими способами

$$Q_{Л.ЗГК} = \frac{П_{ГК} \cdot K_{ГЗ} + W_B}{T_{Ц.Г} \cdot z_{ЗГК}}, \quad (3.4)$$

де $Q_{Л.ЗГК}$ – добова витрата грубих кормів, кг/доб.;

$K_{ГЗ}$ – коефіцієнт, який враховує витрати грубих кормів у запарюваному вигляді;

W_B – кількість води, яка необхідна для зволоження грубих кормів, кг;

$t_{Ц.Г}$ – час циклу запарювання грубих кормів, год;

$z_{ЗГК}$ – число циклів запарювання грубих кормів за час роботи кормоцеху.

Кількість води, кг, яка необхідна для зволоження грубих кормів визначають за формулою

$$W_B = q_{В1} \cdot П_C, \quad (3.5)$$

де $П_C$ – кількість соломи, необхідної для запарювання, кг;

$q_{В1}$ – норматив витрати води на зволоження 1 кг січки соломи, $q = 1,0 \dots 1,5$ кг/кг.

Час циклу запарювання грубих кормів, год, визначають за формулою

$$t_{Ц.Г} = t_{З.З} + t_{З.К} + t_{В.Г}, \quad (3.6)$$

де $t_{З.З}$ – час завантаження запарника, год.;

$t_{З.К}$ – час запарювання корму, год.;

$t_{В.Г}$ – час вивантаження готового корму, год.

д) для технологічної лінії змішування кормів

$$Q_{ЛЗМ} = \frac{1}{t_{Ц.ЗМ} \cdot z_{ЗМ}} \sum_{i=1}^n M_i, \quad (3.7)$$

де $\sum_{i=1}^n M_i$ – сумарна маса компонентів, які входять у суміш з n видів

кормів добового раціону тварин, кг;

$t_{Ц.ЗМ}$ – час циклу змішування, год.;

$z_{ЗМ}$ – число циклів змішування за час роботи кормоцеху.

3) для технологічної лінії підготовки харчових відходів

$$Q_{Л.ХВ} = \frac{\alpha_{\max} \cdot q_{ХВ} \cdot m_{ХВ}}{T_{ХВ} \cdot K}, \quad (3.8)$$

де α_{\max} – коефіцієнт, який враховує нерівномірність надходження харчових відходів, $\alpha_{\max} = 1,3 \dots 1,5$;

$q_{ХВ}$ – добова норма витрат харчових відходів на одну тварину, кг/доб.;

$m_{ХВ}$ – кількість тварин, яких годують харчовими відходами, гол.;

$T_{ХВ}$ – мінімально допустимий час обробки харчових відходів, $T_{ХВ} = 1 \dots 2$ год;

K – кратність годівлі, $K = 2 \dots 3$.

Машина та обладнання технологічної лінії приготування кормів повинні забезпечувати безперервність її роботи та підготовку кормів до їх вивантаження у встановлені терміни.

Машина та обладнання підбирають для кожної операції відповідно до схеми технологічного процесу.

Кількість машин вибраної марки в технологічній лінії кормоцеху визначають за формулою

$$n_M = \frac{Q_{Л.Р}}{Q_{Ф.М}}, \quad (3.9)$$

де $Q_{Л.Р}$ – розрахункова продуктивність технологічної лінії, кг/год.;

$Q_{Ф.М}$ – фактична продуктивність машини вибраної марки, кг/год.

Вибрані для кормоцеху машини та їх характеристики записують у загальну таблицю, яку складають за формою таблицю 3.5.

Обладнання необхідно підбирати таким чином, щоб продуктивність машини, зайнятої на наступній операції, була на 5...8 % більшою, ніж у попередній.

Завдання для звіту

Користуючись наведеними в п. 3.2 формулами, визначити продуктивність ліній кормоцеху, підібрати відповідні машини і записати їх технічні характеристики.

Практичне заняття № 4

КОНСТРУКТИВНО-КІНЕМАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК МОЛОТКОВОЇ ДРОБАРКИ

Мета роботи: вивчити суть процесу подрібнення зерна та методику розрахунку основних конструктивно-кінематичних параметрів молоткової дробарки.

План роботи

Ознайомитись з теоретичними основами розрахунку молоткових дробарок і відповідно з даними свого варіанту (таблиця 4.1) розрахувати її основні конструктивно-кінематичні параметри.

4.1. Короткі відомості про процес подрібнення зерна

Вперше молоткові дробарки були винайдені в ХІХ столітті. У 1860 р. в Лондоні був зареєстрований патент «на машину ударної дії для подрібнення кварцу та інших дрібних матеріалів».

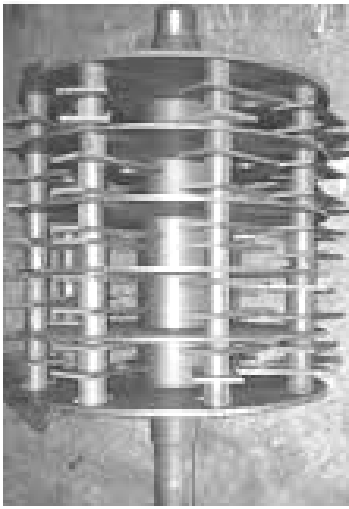
Основний робочий орган дробарки (рисунок 4.1) – ротор з шарнірно-підвішаними молотками (рисунок 4.1, 4.2), які під час обертання створюють круговий циркуляційний повітряно-зерновий потік. У цьому потоці зернини знаходяться у зрівноваженому стані. Під час удару молотків по зернинах вони відкидаються на деку або на решето і «випробовуються на прохід» крізь отвір решета. Якщо зернина або частинка крізь решето не проходить, то вона відбивається до центра ротора, але повертається із сповільненням, оскільки після відбиття від решета вона знаходиться під дією відцентрової сили і сили опору повітряного потоку. В деякий момент часу частинка зупиняється і знову під дією удару молотка і відцентрової сили відкидається на решето.

Внаслідок багаторазових послідовних ударів молотків і деки або решета зернини, або їх частинки, руйнується на дрібніші частинки і вільно проходять через отвори решета.

Показники роботи дробарки залежать від конструктивних параметрів ротора, як основного подрібнювального механізму, фізико-механічних властивостей подрібнювального матеріалу, ступеня подрібнення, показників кінематичного і динамічного режимів роботи. Якість та ефективність подрібнення залежить від швидкості молотків. Тому, розробка чи удосконалення машин для подрібнення зерна поєднує технологічний, конструктивний, силовий та енергетичний розрахунки.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Культура	Границя міцності зернини в статичних умовах, 10^6 МПа	Довжина зернини, мм	Довжина недеформованої частинки зернини після удару, мм	Густина подрібнюваного матеріалу, $кг/м^3$	Ступінь подрібнення зерна	Продуктивність дробарки, $кг/с$	Вологість зерна, %
		σ_{BCT}	a_3	x_1	ρ_3	λ	Q_D	χ
1	Пшениця	1,50	6	2,8	650	3,5	0,30	14,1
2		2,25	7	3,2	700	3,0	0,40	14,2
3		3,25	8	3,4	750	3,5	0,50	14,3
4	Жито	1,55	7	3,1	520	2,8	0,55	14,4
5		2,55	8	3,3	560	3,5	0,65	14,5
6		3,55	9	3,5	590	3,0	0,75	14,8
7	Ячмінь	4,50	8	3,6	550	3,1	0,85	14,0
8		5,50	9	3,8	650	3,2	0,95	14,1
9		6,50	10	4,2	750	3,4	1,00	14,2
10	Овес	2,50	9	3,7	400	3,6	1,10	14,3
11		3,00	10	3,9	450	3,1	0,59	14,4
12		3,50	11	4,1	500	3,4	0,72	14,5
13	Горох	4,00	6	2,9	600	2,2	0,47	14,0
14		4,50	7	3,3	700	3,1	0,57	14,1
15		5,00	8	3,7	800	3,6	0,62	14,2
16	Пшениця	2,50	5	2,6	670	2,8	0,30	14,2
17		3,50	6	2,7	690	2,0	0,40	14,3
18		4,50	7	2,8	710	2,2	0,50	14,4
19	Жито	2,75	8	3,8	610	3,4	1,00	14,5
20		3,00	9	4,2	640	3,6	1,20	14,1
21		3,25	10	4,8	670	2,8	0,43	14,2
22	Ячмінь	3,75	7	3,5	570	3,0	0,40	14,3
23		4,00	8	3,9	590	3,2	0,60	14,4
24		4,25	9	4,3	630	3,4	0,80	14,5
25	Овес	3,50	10	4,6	660	3,6	1,00	14,1
26		2,15	11	5,2	430	3,2	0,54	14,2
27		2,25	12	6,0	450	3,1	0,55	14,3
28	Горох	3,75	7	3,5	750	2,8	0,58	14,4
29		3,45	8	4,3	820	3,5	0,43	14,5
30		3,15	6	3,1	680	3,2	0,40	14,6



Ротор дробарка КДУ-2

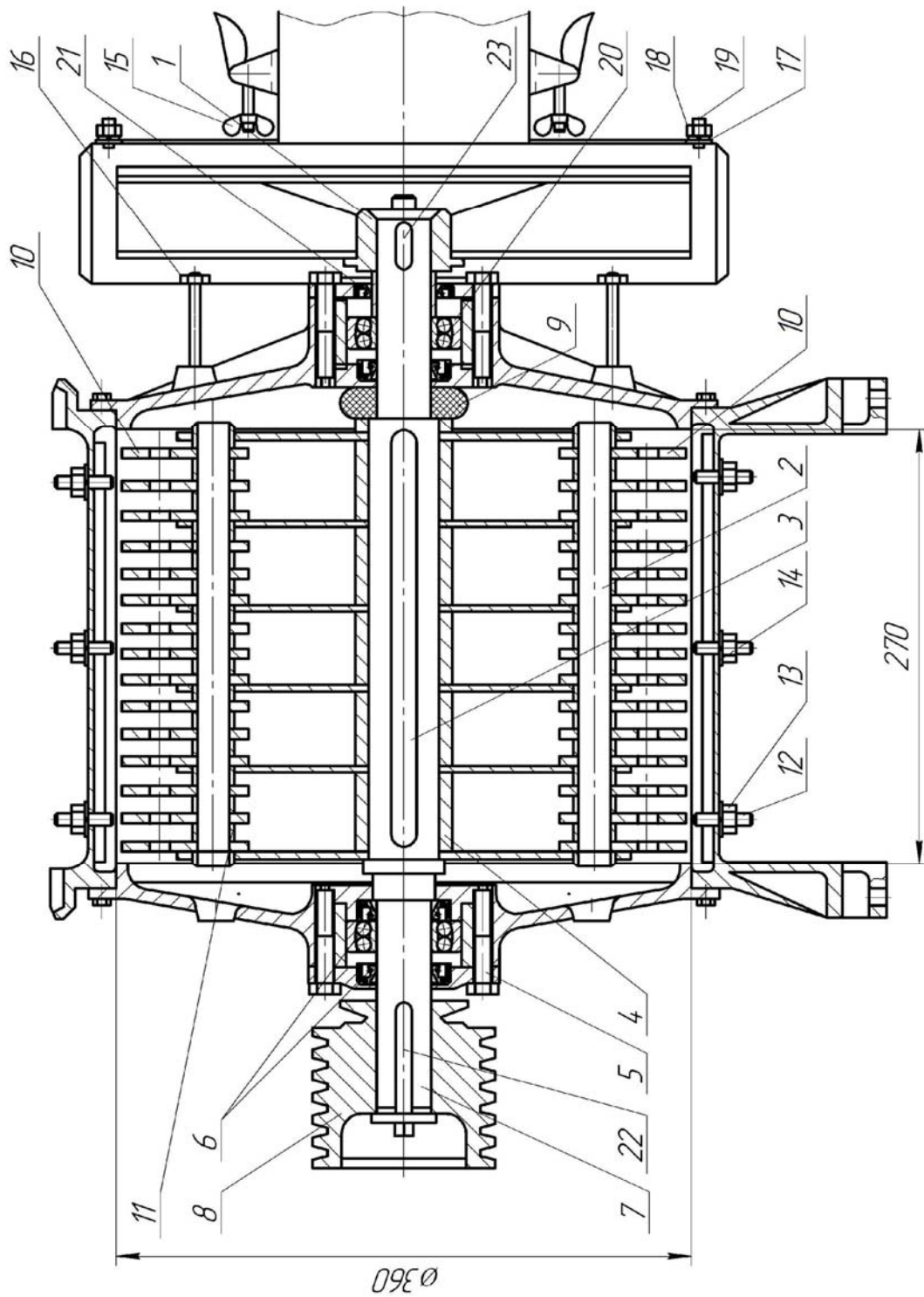


Молотки дробарки КДУ-2



Дробарка КДУ-2

Рисунок 4.1



1 – колесо вентилятора; 2 – палець; 3, 22, 23 – шпонки; 4 – втулка; 5 – болт; 6 – манжетні ущільнення; 7 – вал; 8 – шків;
 9 – прокладка; 10 – молотки; 11 – диск; 12 – шпилька; 13 – гайка; 14 – шайба; 15 – крипильний гвинт; 16 – болт; 17 – шайба;
 18 – гайка; 19 – гвинт; 20 – підшипник; 21 – манжетне ущільнення

Рисунок 4.2 – Подрібнювальний апарат кормодробарки

4.2. Конструктивний розрахунок молоткової дробарки

4.2.1. Діаметр і довжина ротора

Діаметр ротора барабана молоткової дробарки, м, визначають за формулою

$$D_P = \sqrt{\frac{K_{PP} \cdot Q_D}{g'}}, \quad (4.1)$$

де K_{PP} – коефіцієнт пропорційності ротора. $K_{PP} = \frac{D_P}{L_P}$ (тут D_P і L_P –

відповідно діаметр і довжина ротора). Для дробарок з периферійною подачею сировини рекомендують приймати $K_{PP} = 1...2$, а з осьовою – $K_{PP} = 4...7$;

Q_D – продуктивність дробарки, кг/с;

g' – питоме навантаження дробарки.

Питоме навантаження дробарки залежить від швидкості обертання ротора. Його приймають:

- під час подрібнення коренеплодів ($V_M = 45...55$ м/с) $g' = 2...4$ кг/(с·м)²;
- під час подрібнення зерна ($V_M = 60...80$ м/с) $g' = 3...6$ кг/(с·м)²;
- під час подрібнення сіна ($V_M = 80...100$ м/с) $g' = 5...8$ кг/(с·м)².

Довжину ротора барабана, м, визначають за формулою

$$L_P = \frac{D_P}{K_{PP}}. \quad (4.2)$$

4.2.2. Визначення параметрів молотків та їх кількості

Визначення параметрів молотків та їх кількості виконують користуючись такими міркуваннями.

Під час налагодження й експлуатації дробарок необхідно добиватись, щоб вся рухома система шарнірно підвішених молотків була зрівноваженою. Тоді, ударні імпульси не будуть передаватись від молотків через пальці і диски на підшипник вала ротора, що запобігає виникненню вібрації дробарки і передчасному виходу з ладу підшипникових вузлів (див. лекція 5).

Молотки, «зрівноважені на удар», задовільняють умову

$$\rho_M^2 = c \cdot l, \quad (4.3)$$

де ρ_M – радіус інерції молотка відносно осі шарніра, м;

c – відстань від осі підвісу до центру ваги молотка, м;

l – відстань від точки осі підвісу до кінця молотка, м.

Для забезпечення стійкого руху молотка необхідно підібрати відповідну довжину молотка (рисунок 4.3) і радіус його встановлення R_{II} .

Радіус підвісу молотка, м, визначають за формулою

$$R_{II} = 0,346 D_P. \quad (4.4)$$

Відстань від точки осі підвісу молотка до кінця молотка, м, визначають за формулою

$$l = 0,154 D_P. \quad (4.5)$$

Довжину та ширину молотка, м, визначають за формулами:

$$a_M \approx 1,5 l; \quad (4.6)$$

$$b_M \approx 0,1 D_P. \quad (4.7)$$

Відстань від осі підвісу до центру ваги молотка, м, визначають за формулою

$$c = \frac{a_M^2 + b_M^2}{6 a_M}. \quad (4.8)$$

Відстань від осі підвісу до центра ваги молотка, м, який має прямокутну форму і два отвори (рисунки 4.1, 4.4) визначають за формулою

$$C = -\frac{A}{2} + \sqrt{\frac{A^2}{2} + B}. \quad (4.9)$$

$$A = \frac{a_M^2 \cdot b_M^2}{\pi \cdot d_O^2} - \frac{a_M}{2}; \quad B = \frac{a_M \cdot b_M (a_M^2 + b_M^2)}{6\pi \cdot d_O^2} + \frac{d_O^2}{8}, \quad (4.10)$$

де d_O – діаметр отвору під палець, $d_O = 0,0205$ м.

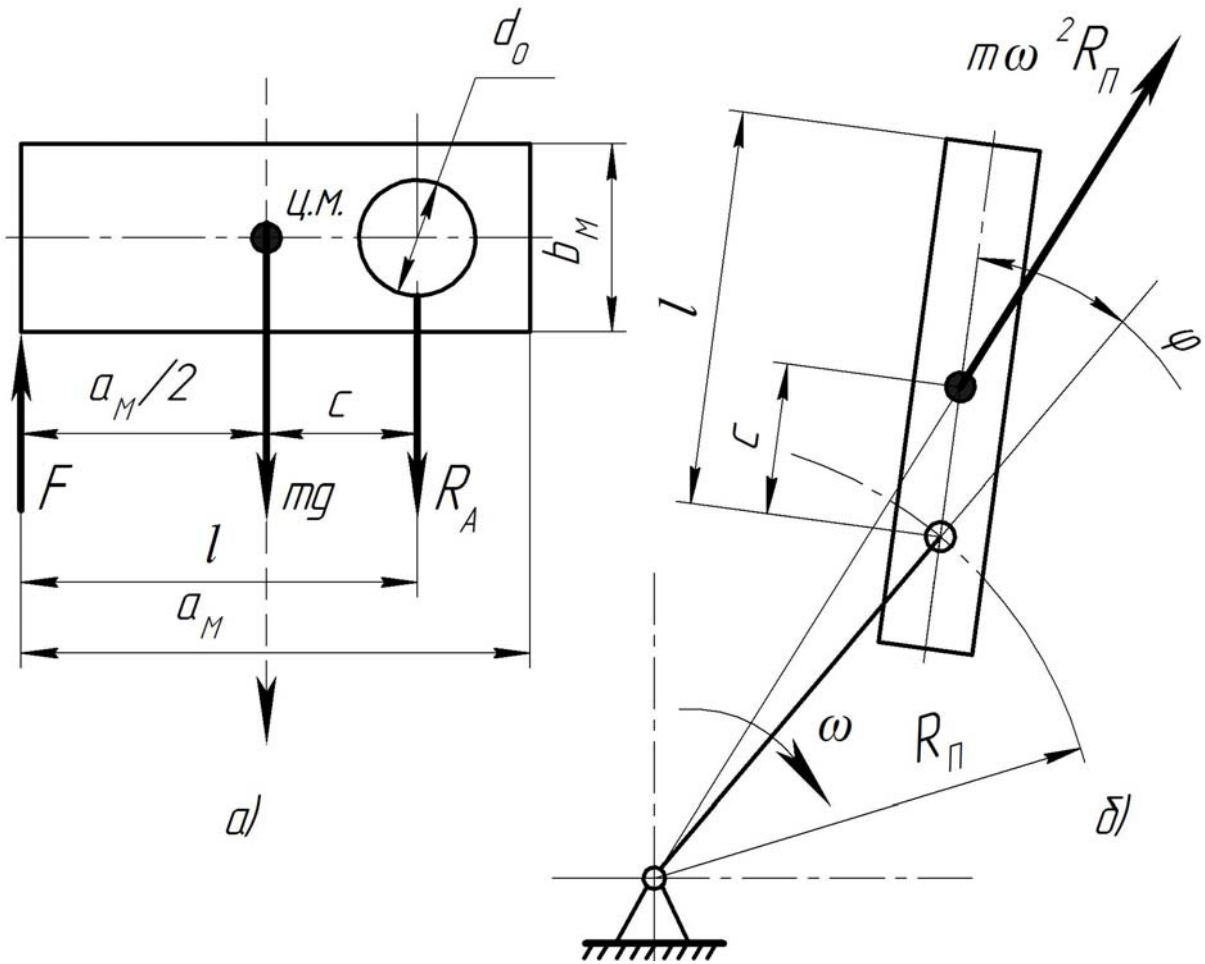


Рисунок 4.3 – Сили, що діють на молоток дробарки (а) і схема роботи молотка, як фізичного маятника з тертям у шарнірі (б)

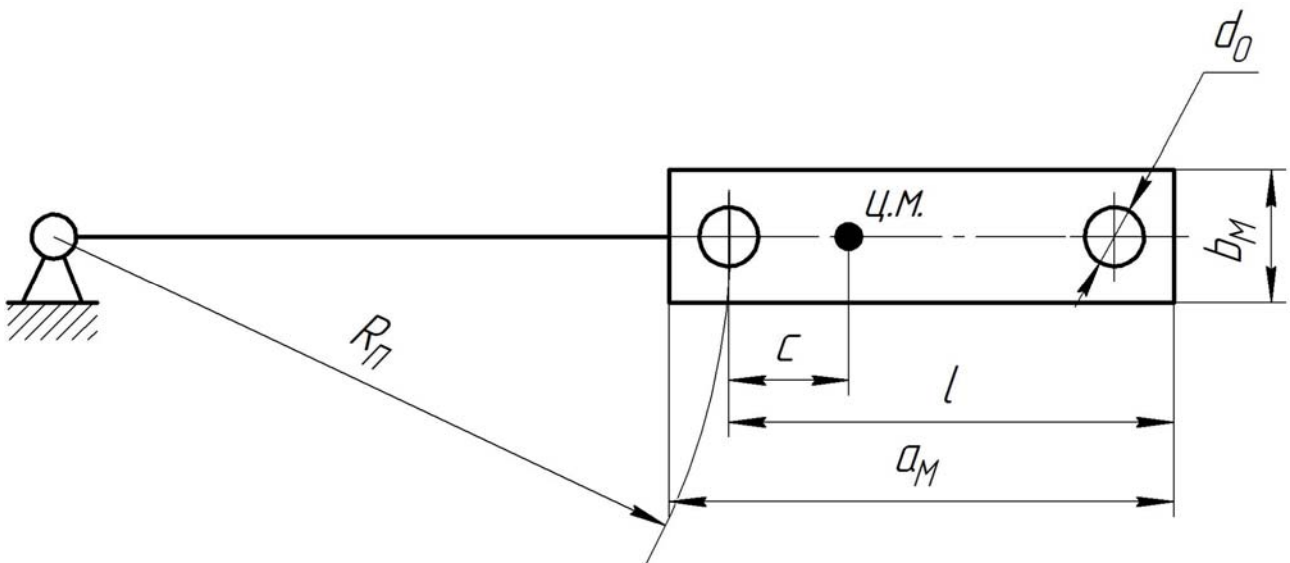


Рисунок 4.4 – Схема до розрахунку молотків з двома отворами

Кількість молотків, шт., визначають за формулою

$$Z_M = \frac{l - \Delta l}{\delta_M + S_M} \cdot K_Z, \quad (4.11)$$

де Δl – сумарна товщина дисків, які не перекриваються молотками, м,
 $\Delta l = 0,024$ м;

K_Z – число молотків, що йдуть по одному сліду, $K_Z = 1 \dots 6$;

δ_M – товщина молотків, $\delta_M = 0,002$ м; $0,004$ м; $0,01$ м;

S_M – відстань між молотками, $S_M = 0,015$ м.

Необхідно прагнути, щоб простір дробильної камери якнайбільше було перекрито молотками, а порядок розміщення їх не порушував умов статичної й динамічної зрівноваженості барабана.

4.3. Кінематичний розрахунок дробарки

Швидкість руйнування зернини при одноразовому ударі, м/с, визначають за формулою

$$V_{руйн} = \sqrt{\frac{1}{\rho_3} \cdot K_D \cdot \sigma_{ВСТ} \cdot \ln \frac{a_3}{x_1}} \quad (4.12)$$

де K_D – коефіцієнт динамічності, $K_D \approx 1,4 \dots 2,0$;

$\sigma_{ВСТ}$ – границя міцності зернини в статичних умовах, МПа;

a_3 – довжина зернини, м;

x_1 – довжина недеформованої частинки зернини після удару, м;

ρ_3 – густина подрібнюваного матеріалу, кг/м³.

Швидкість руйнування зернини при багаторазовому ударі, м/с, визначають за формулою

$$V'_{руйн} = \sqrt{K_3 (0,81 + 2,3 \lg \lambda)}, \quad (4.13)$$

де K_3 – коефіцієнт, який характеризує фізико-механічні властивості зерна;

λ – ступінь подрібнення зерна.

Коефіцієнт, який характеризує фізико-механічні властивості зерна визначають за формулою

$$K_3 = \frac{K_D \cdot \sigma_{VCT}}{\rho_3}. \quad (4.14)$$

Швидкість обертання молотків ротора, м/с, необхідну для подрібнення зерна, визначають за формулою

$$V_M = \frac{V'_{руйн}}{1 + \beta}, \quad (4.15)$$

де β – коефіцієнт швидкостей, $\beta = \frac{V_{пши}}{V_{руйн}} = 0,4 \dots 0,5$;

тут $V_{пши}$ – швидкість руху повітряно-продуктового шару, м/с.

Згідно з результатами досліджень, швидкість молотків під час одноразового удару по зернині повинна бути в 1,5...2 рази більшою від розрахункової руйнуючої швидкості.

Кількість ударів певної інтенсивності, які необхідно нанести по зернинах для отримання заданого ступеня подрібнення, визначають за формулою

$$z_{y\partial} = \lambda(\lambda - 0,445). \quad (4.16)$$

Необхідну частоту обертання ротора, об/с, і його кутову швидкість, рад/с, визначають за формулами:

$$n_P = \frac{V_M}{\pi \cdot D_P}; \quad (4.17)$$

$$\omega_P = \frac{\pi \cdot n_P}{30}. \quad (4.18)$$

Завдання для звіту

1. Визначити діаметр і довжину ротора дробарки, розміри молотків та їх кількість.
2. Визначити швидкість руйнування зернини при одно- і багаторазовому ударі, швидкість молотків ротора, необхідну кількість ударів молотка по зернині та частоту обертання ротора і його кутову швидкість.

Практичне заняття № 5

СИЛОВИЙ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК МОЛОТКОВОЇ ДРОБАРКИ

Мета роботи: вивчити методику силового та енергетичного розрахунку молоткової дробарки.

План роботи

Для виконання роботи необхідно з практичного заняття № 4 виписати вихідні дані у таблицю 5.1 та виконати відповідні розрахунки.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані для розрахунку

Параметри молотка, м					Кутова швидкість обертання ротора, рад/с	Ступінь подрібнення зерна	Вологість зерна, %	Продуктивність дробарки, кг/с
довжина, a_M	ширина, b_M	товщина, δ_M	відстань від осі підвісу до кінця молотка	радіус підвісу				
a_M	b_M	δ_M	l	R_{Π}	ω_r	λ	χ	Q_D

5.1. Силловий розрахунок дробарки

Силловий розрахунок молоткової дробарки (рисунок 5.1) виконують як перевірку підвішеного, за допомогою пальця, молотка (рисунок 5.2) на міцність при розриві внаслідок дії відцентрової сили.

Масу молотка, кг, визначають за формулою

$$m_M = \left(a_M \cdot b_M - \frac{\pi \cdot d_O^2}{4} \cdot z_O \right) \delta_M \cdot \gamma_M, \quad (5.1)$$

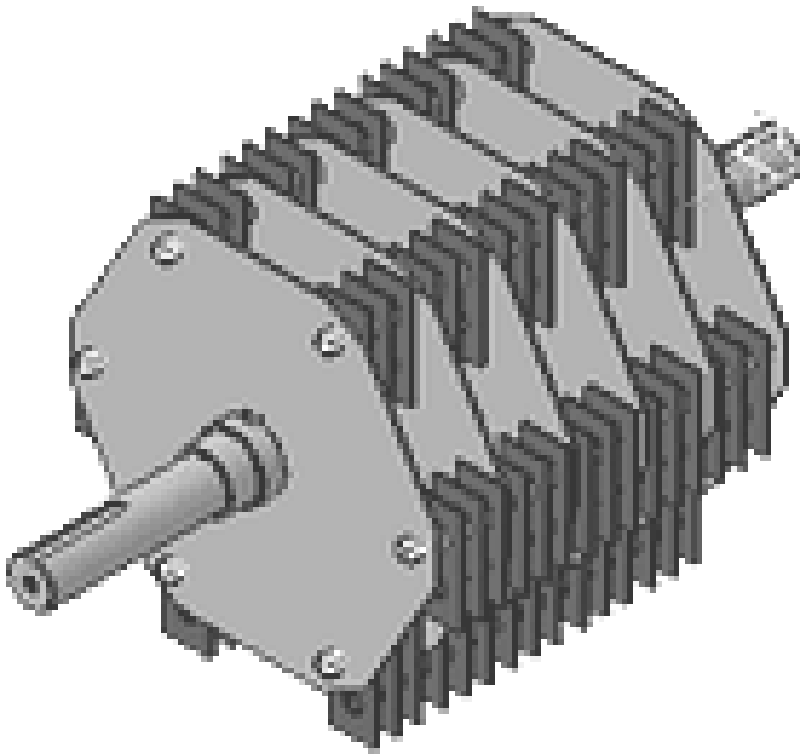
де γ_M – об'ємна маса матеріалу молотка, кг/м^3 , для сталі

$$\gamma_M = 7400 \text{ кг/м}^3;$$

z_O – кількість отворів у молотку, $z_O = 1 \dots 2$.



Рисунок 5.1 – Молотка дробарка КДУ-2



Ротор молоткової дробарки

Радіус обертання центра ваги молотка, м, визначають за формулою

$$R_M = R_{II} + l - \frac{a_M}{2} = R_{II} + c. \quad (5.2)$$

Відцентрову силу, Н, яка діє на молоток, визначають за формулою

$$F_M = m_M \cdot \omega_P^2 \cdot R_{II}. \quad (5.3)$$

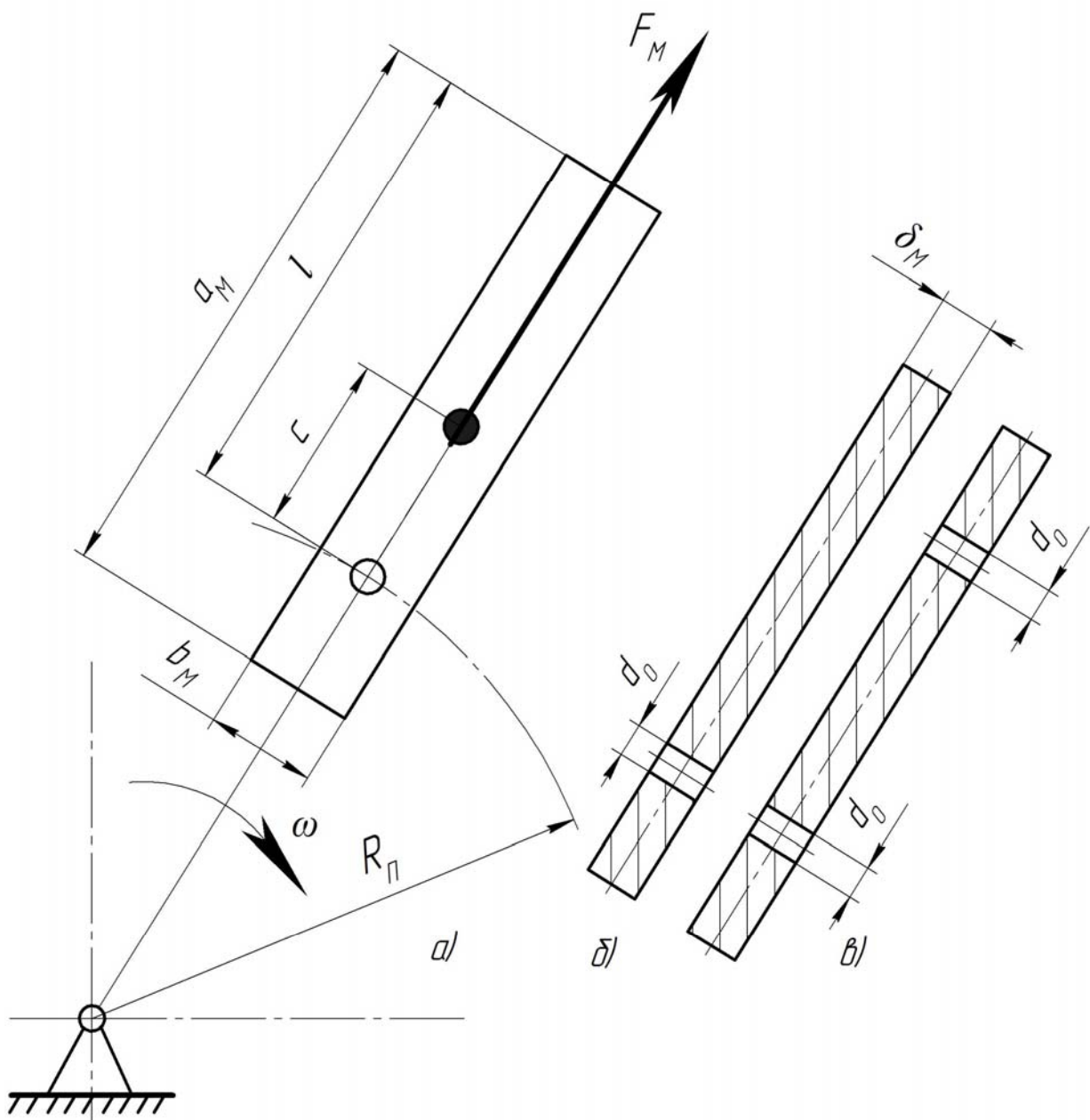


Рисунок 5.2 – Схема підвісу молотка дробарки та дії на нього відцентрової сили

Перевірка на міцність молотка повинна задовольняти умову, Н/м^2

$$\frac{F_M}{S_M} \leq [\sigma_M], \quad (5.4)$$

де S_M – площа перерізу молотка, яка сприймає навантаження;
 $[\sigma_M]$ – допустима границя міцності матеріалу, з якого виготовлено молоток, Н/мм^2 . Для сталі 45 $[\sigma_M] = 420 \text{ Н/мм}^2$.

Площу перерізу молотка, м^2 , визначають за формулою

$$S_M = \delta_M \cdot d_0, \quad (5.5)$$

де δ_M – товщина молотка, м; d_0 – діаметр отвору молотка, $d_0 = 0,021 \text{ м}$.

5.2. Енергетичний розрахунок дробарки

Питому роботу, Дж/кг , необхідну для подрібнення зерна (рисунок 5.3), визначають за формулою

$$A_{\text{ПОДР}} = C_{\text{ПР}} \left[C_V \cdot \lg \lambda^3 + C_S \cdot (\lambda - 1) \right], \quad (5.6)$$

де $C_{\text{ПР}}$ – безрозмірний коефіцієнт, який виражає вплив неврахованих факторів, що з'являються під час подрібнення: властивості зернового матеріалу, спосіб подрібнення; конструктивні особливості подрібнювача (таблиця 5.2);

C_V – постійний коефіцієнт, визначає роботу пружних деформацій за прийнятим методом механічних досліджень зерна (таблиця 5.2);

C_S – постійний коефіцієнт, визначає роботу, затрачену на утворення нових поверхонь під час подрібнення 1 кг зерна (таблиця 5.2).

Дані у таблиці 5.2 наведені для кормів з відносною вологістю 14%. З урахуванням впливу відносної вологості затрати енергії на подрібнення, Дж/кг , визначають за формулою

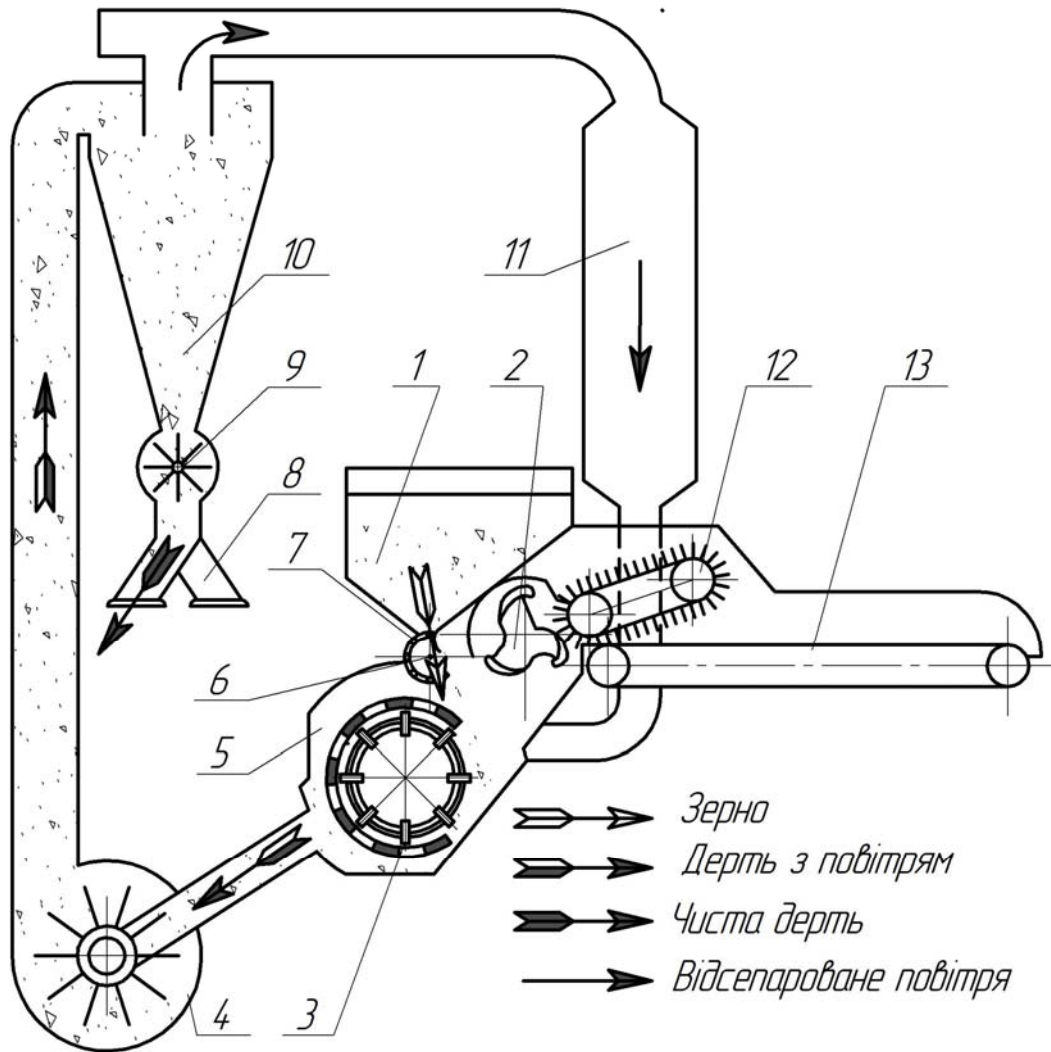
$$A'_{\text{ПОДР}} = A_{\text{ПОДР}} \cdot C_W, \quad (5.7)$$

де C_W – поправочний коефіцієнт.

Поправочний коефіцієнт визначають за формулою

$$C_W = 1 + 0,7 (\chi - 14), \quad (5.8)$$

де χ – дійсна відносна вологість зерна, % (значення приймають з таблиці 5.1 згідно варіанту).



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 – притискний транспортер;
 13 – живильний транспортер.

Рисунок 5.3 – Функціональна схема кормодробарки КДУ-2

Енергетичні показники молоткової дробарки (рисунок 5.4) характеризуються рівнянням балансу потужності

$$N_D = N_{ПОДР} + N_{Ц} + N_{ХХ} , \quad (5.9)$$

де $N_{ПОДР}$ – потужність, що витрачається на подрібнення матеріалу, Вт;

$N_{Ц}$ – потужність, що витрачається на створення циркуляції матеріалу в дробильній камері, Вт;

$N_{ХХ}$ – потужність, необхідна на холостий хід дробарки, Вт.

Потужність, кВт, яка затрачається безпосередньо на процес подрібнення, визначають за формулою

$$N_{\text{ПОДР}} = A'_{\text{ПОДР}} \cdot Q_D \cdot \quad (5.10)$$

Потужність, кВт, що витрачається на створення циркуляції матеріалу в дробильній камері $N_{\text{Ц}}$, і потужність, необхідна на холостий хід дробарки $N_{\text{ХХ}}$, беруть у межах 15...20 % від $N_{\text{ПОДР}}$, становить

$$N_{\text{Ц}} + N_{\text{ХХ}} = (1,15...2) N_{\text{ПОДР}} \cdot \quad (5.11)$$

Враховуючи формули (5.10) та (5.11) потужність молоткової дробарки, кВт, визначають за формулою

$$N = N_{\text{ПОДР}} + (1,15...2) N_{\text{ПОДР}} \cdot \quad (5.12)$$

Питому енергоємність робочого процесу подрібнення, кВт·год/кг, визначають за формулою

$$W_E = \frac{N_D}{3600 Q_D \cdot \lambda} \cdot \quad (5.13)$$

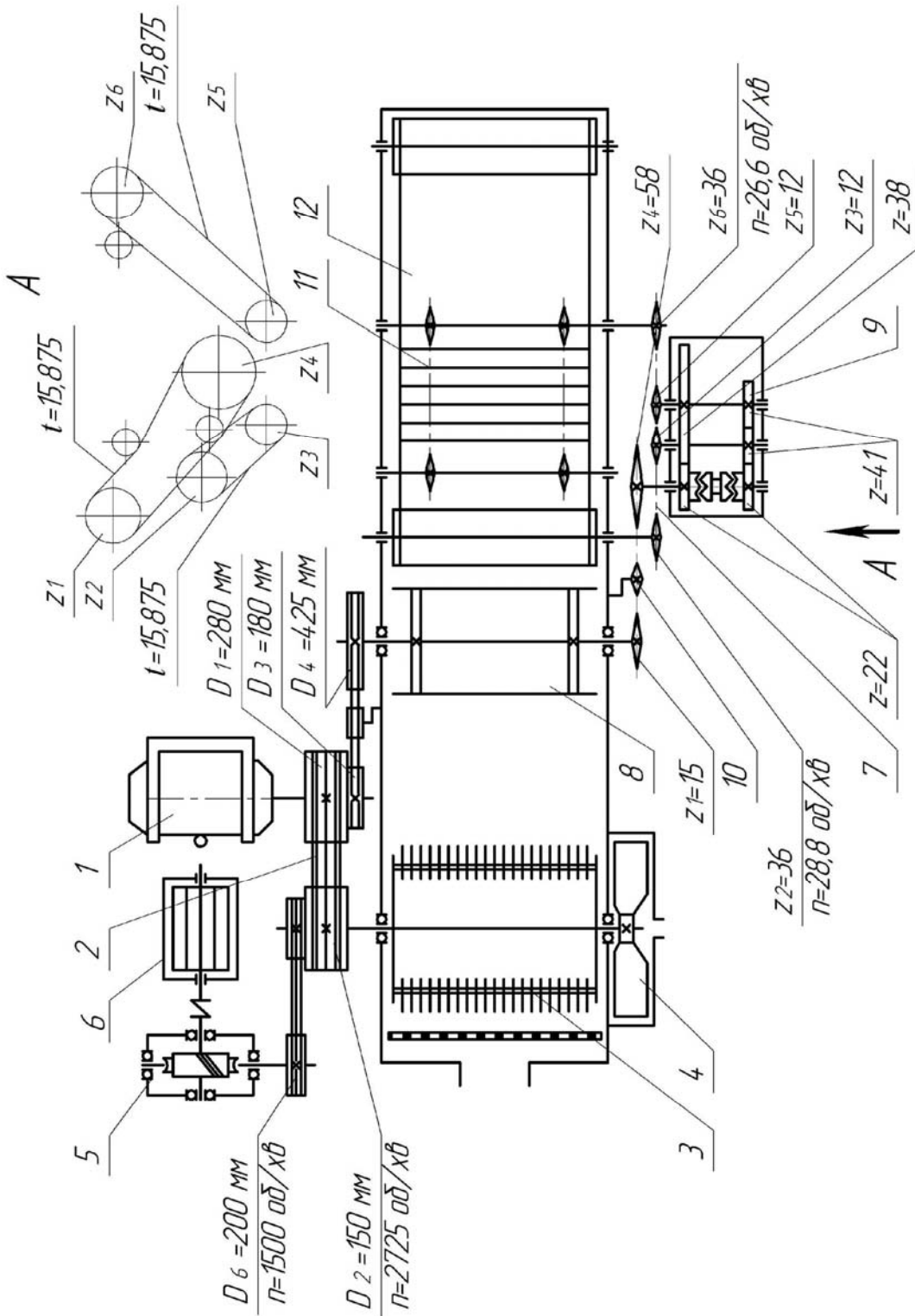
Таблиця 5.2 – Значення коефіцієнтів

Подрібнюваний корм		Коефіцієнти		
		$C_{\text{ПР}}$	C_V , кДж/кг	C_S , кДж/кг
Ячмінь		1,2±0,3	8,50	7,50
Овес (без плівки)		5,0±1,5	1,34	1,96
Жито		1,4±0,35	8,40	6,40
Пшениця		-	4,60	8,15
Горох		-	10,70	3,66
Сіно:	з люцерни	0,7...0,9	0,23	2,30
	з конюшини	0,7...0,9	0,11	1,10
	з різних трав	0,7...0,9	0,24	2,40
Солома:	житня	0,7...0,9	0,12	1,20
	ячмінна	0,7...0,9	0,12	1,30
Свіжоскошена трава:	люцерна	0,7...0,9	0,20	2,00
	конюшина	0,7...0,9	0,10	1,10
	з різних трав	0,7...0,9	0,19	1,90

Завдання для звіту

1. Визначити масу молотка, радіус обертання його центра ваги, відцентрову силу, яка діє на молоток та перевірити молоток на міцність.

2. Визначити витрати енергії, необхідні для подрібнення зерна і потужність, яка витрачається безпосередньо на подрібнення та на весь процес, а також питому енергоємність робочого процесу дробарки.



1 – електродвигун; 2 – клинопасава передача; 3 – подрібнювальний барабан; 4 – вентилятор; 5 – редуктор;
6 – шлюзовий затвор; 7 – ланцюгова передача; 8 – різальний барабан; 9 – редуктор; 10 – ланцюгова передача;
11 – живильний транспортер; 12 – похиллий транспортер.

Рисунок 5.4 – Кінематична схема дробарки кормів КДУ-2

Самостійна робота на тему:

МАШИНИ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ КОНЦЕНТРОВАНИХ КОРМІВ

Мета роботи: вивчити будову, принцип роботи та регулювання дробарок концентрованих кормів КДУ-2, ДКМ-5, ДБ-5; вивчити технологічні процеси подрібнення концентрованих кормів; вивчити правила експлуатації та техніки безпеки дробарок.

Матеріальне забезпечення: дробарки КДУ-2, ДКМ-5, ДБ-5; набір ключів; навчальні плакати; технічна документація; відеоматеріали.

План роботи

1. Встановити призначення подрібнювачів КДУ-2, ДКМ-5, ДБ-5.
2. Вивчити будову, принцип роботи та основні регулювання подрібнювачів концентрованих кормів (на вибір).
3. Вивчити будову та принцип роботи основних механізмів подрібнювачів концентрованих кормів (на вибір).
4. Скласти технологічну схему однієї з машин (на вибір).
5. Вивчити технологічний процес подрібнення концентрованих кормів та технічні характеристики подрібнювача (на вибір).
6. Вивчити призначення, будову, технічні характеристики та принцип роботи машин та обладнання закордонного виробництва, які використовують в Україні для подрібнення концентрованих кормів.

Результати виконання самостійної роботи

1. Описати дробарку кормів КДУ-2: призначення, будова, принцип роботи, можливі регулювання.
2. Зобразити технологічні схеми подрібнення різних видів кормів дробаркою КДУ-2. Коротко описати їх.
3. Описати правила експлуатації та техніки безпеки під час використання дробарки КДУ-2.
4. Використовуючи результати розрахунків виконаних у практичній роботі №4 пояснити вплив технічних параметрів дробарки КДУ-2 та фізико-механічних властивостей подрібнюваних продуктів на параметри машини.
5. Описати конструктивні та технологічні особливості дробарок кормів ДКМ-5 та ДБ-5 порівняно з КДУ-2 (загальний вигляд дробарок різних марок показаний на рисунках С4-С8).

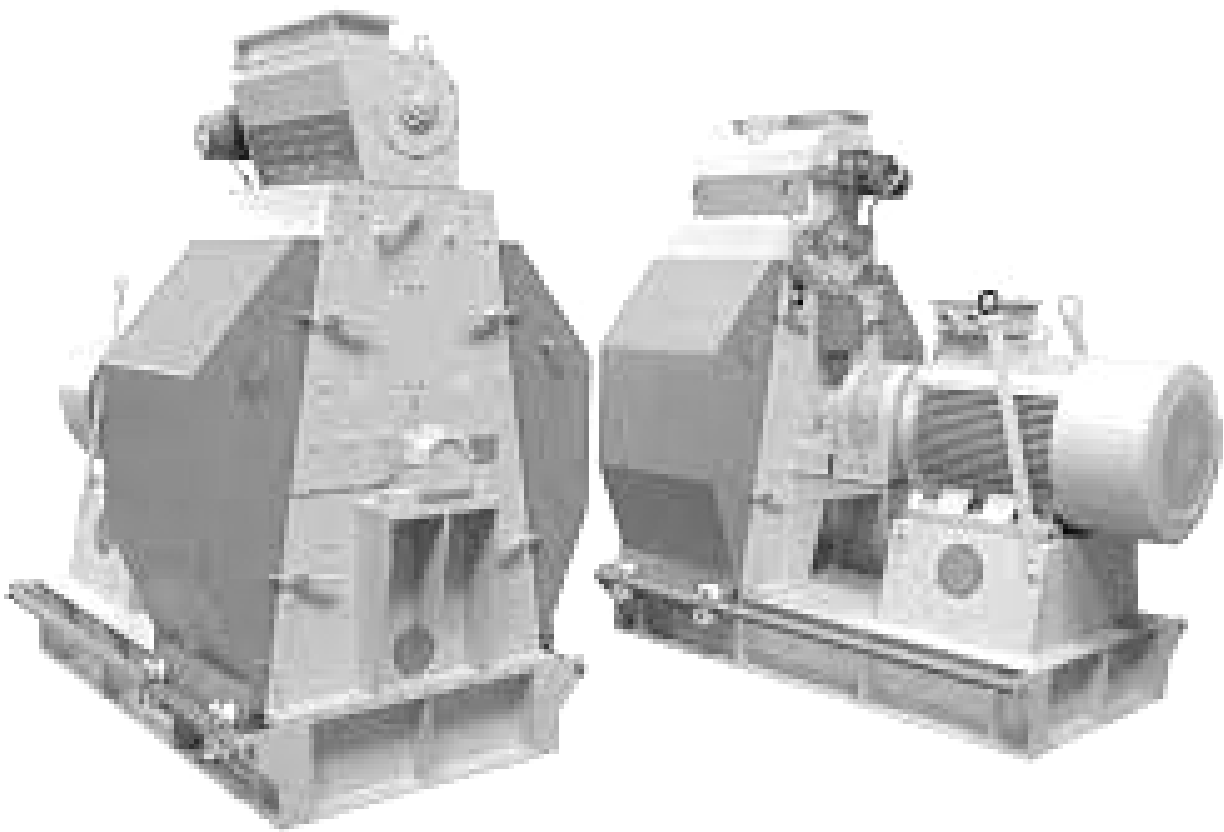


Дробарка КДУ-2

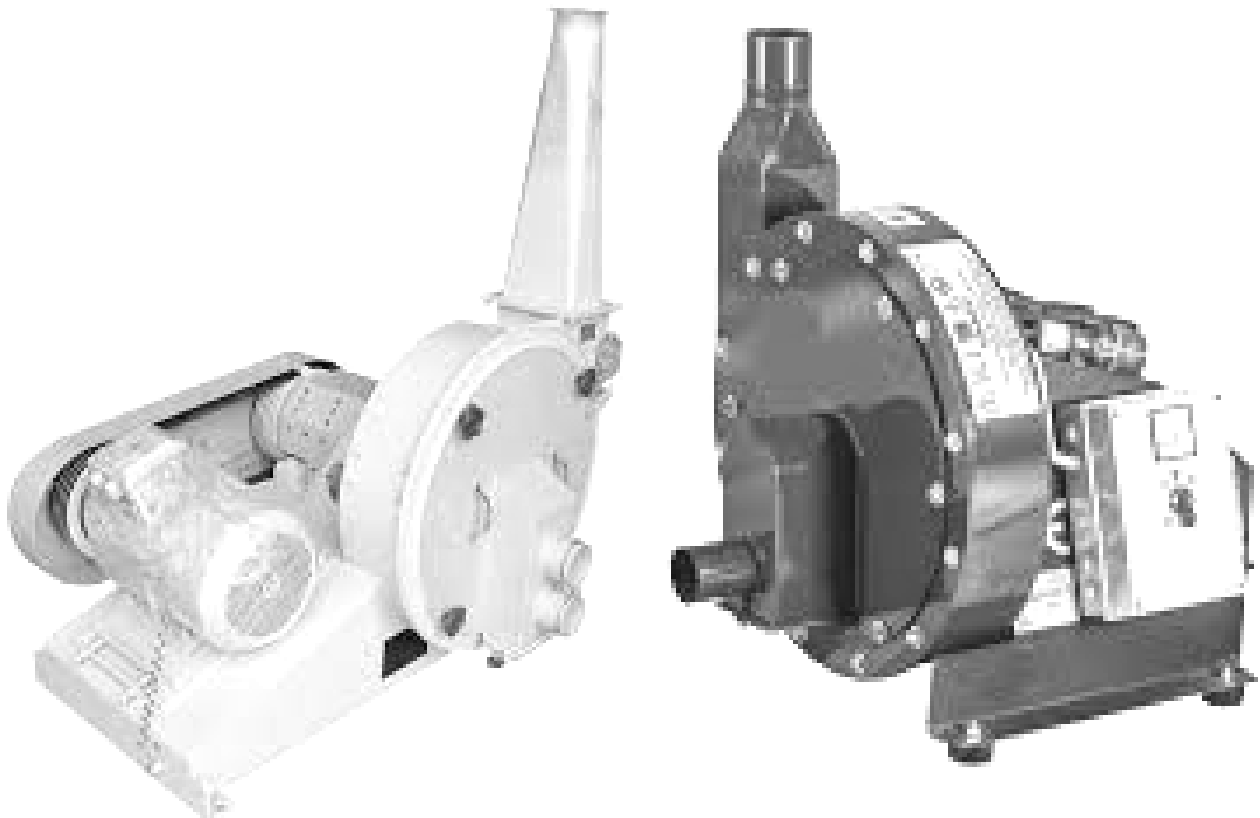


Дробарка ДКМ-5

Рисунок С4



Дробарки зерна молоткові А1-ДМ2Р-75



Дробарки зерна молоткові

Рисунок С5



Рисунок С6

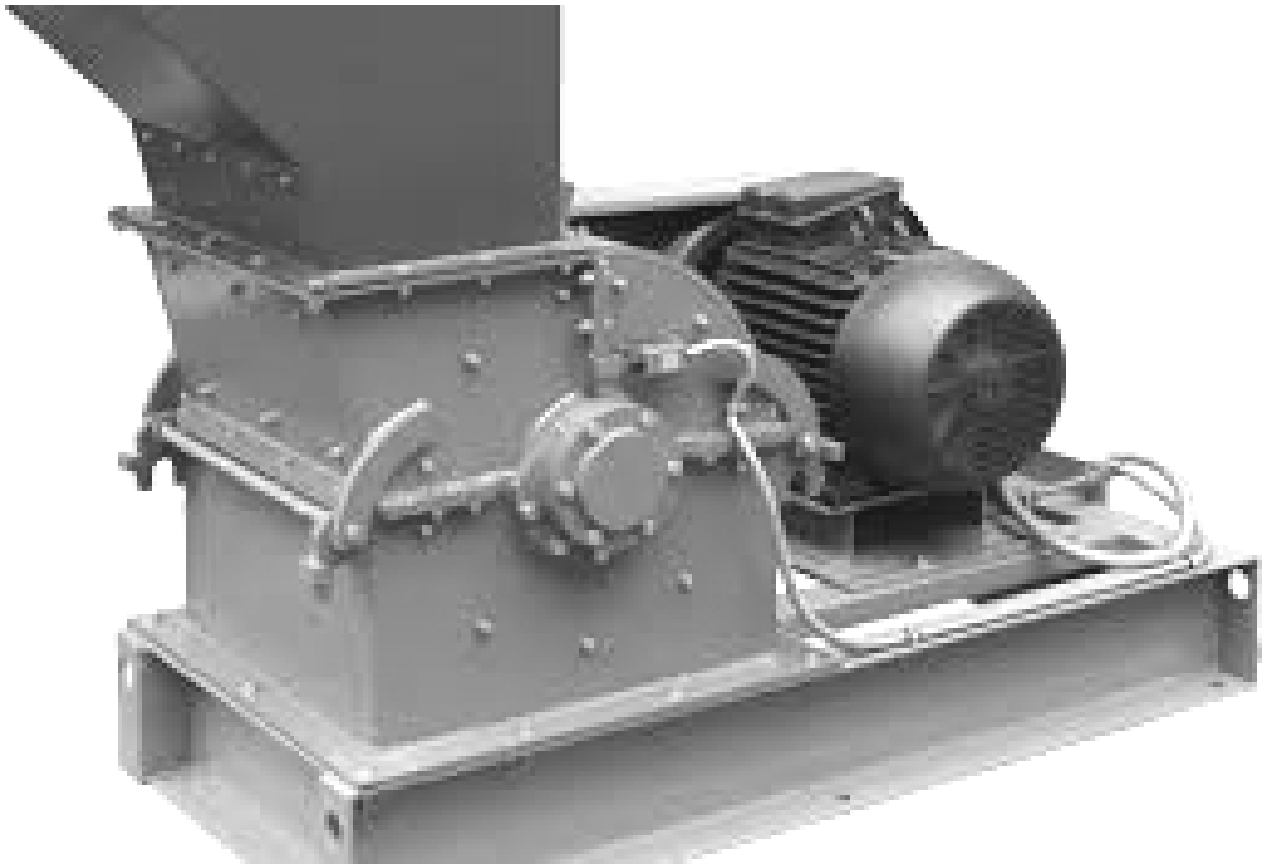


Схема молоткового барабана дробарки



Молотковый барабан дробарки зерна ДМ-800

Рисунок С7



Дробарка роторна
Рисунок С8

6. Навести технічні характеристики дробарок КДУ-2, ДКМ-5, ДБ-5 у формі таблиці.
7. Описати машини інших конструкцій, які використовують для подрібнення концентрованих кормів.

Контрольні запитання

1. Яке призначення машин КДУ-2, ДКМ-5, ДБ-5 та принцип їх роботи?
2. Поясніть будову машин КДУ-2, ДКМ-5, ДБ-5 та правила їх експлуатації.
3. Які є можливі регулювання ступеня подрібнення концентрованих кормів на вивчених машинах?
4. Які основні правила техніки безпеки під час експлуатації подрібнювачів концентрованих кормів?
5. Проаналізувати можливість використання вивчених машин на малих фермах.

Практичне заняття № 6

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ПОДРІБНЮВАЧА СТЕБЛОВИХ КОРМІВ І ПОБУДОВА СХЕМИ ДИСКОВОГО РІЗАЛЬНОГО АПАРАТА З КРИВОЛІНІЙНИМ ЛЕЗОМ

Мета роботи: вивчити методику побудови різального апарата дискового типу та графоаналітичний метод розрахунку його основних параметрів.

План роботи

Виписати з таблиці 6.1 вихідні дані згідно варіанту та побудувати схему різального апарата з криволінійним лезом.

6.1. Короткі відомості про подрібнення грубих кормів

Процес перерізування порції стебел лезом складається з двох етапів – попереднього ущільнення матеріалу та безпосереднього його перерізування.

Раціональна схема різального апарата повинна відповідати трьом основним вимогам:

- мінімальні затрати енергії на різання,
- рівномірне навантаження на вал машини;
- надійне защемлення матеріалу на всій робочій довжині леза.

Варіюючи геометричними параметрами леза і різального апарата, можна отримати схему, яка найповніше відповідає цим вимогам.

Для різальних апаратів дискового і барабанного типу (рисунок 6.1) найбільш ефективним процесом різання є процес різання з ковзанням ножа, що досягається за рахунок обертання плоского ножа, лезо якого не проходить через вісь обертання. Але при цьому виникає нерівномірність крутного моменту на валу апарата, змінність кута ковзання τ та кута защемлення матеріалу χ . Основним конструктивним елементом, який забезпечує постійний крутний момент, для дискових різальних апаратів є форма леза ножа. Ножі (рисунок 6.2) можуть бути виготовлені у формі гіперболічної, логарифмічної або архімедової спіралі, розгортки кола та спіралі.

Найширше застосування отримали ножі, леза яких виготовлені у формі ексцентричного кола.

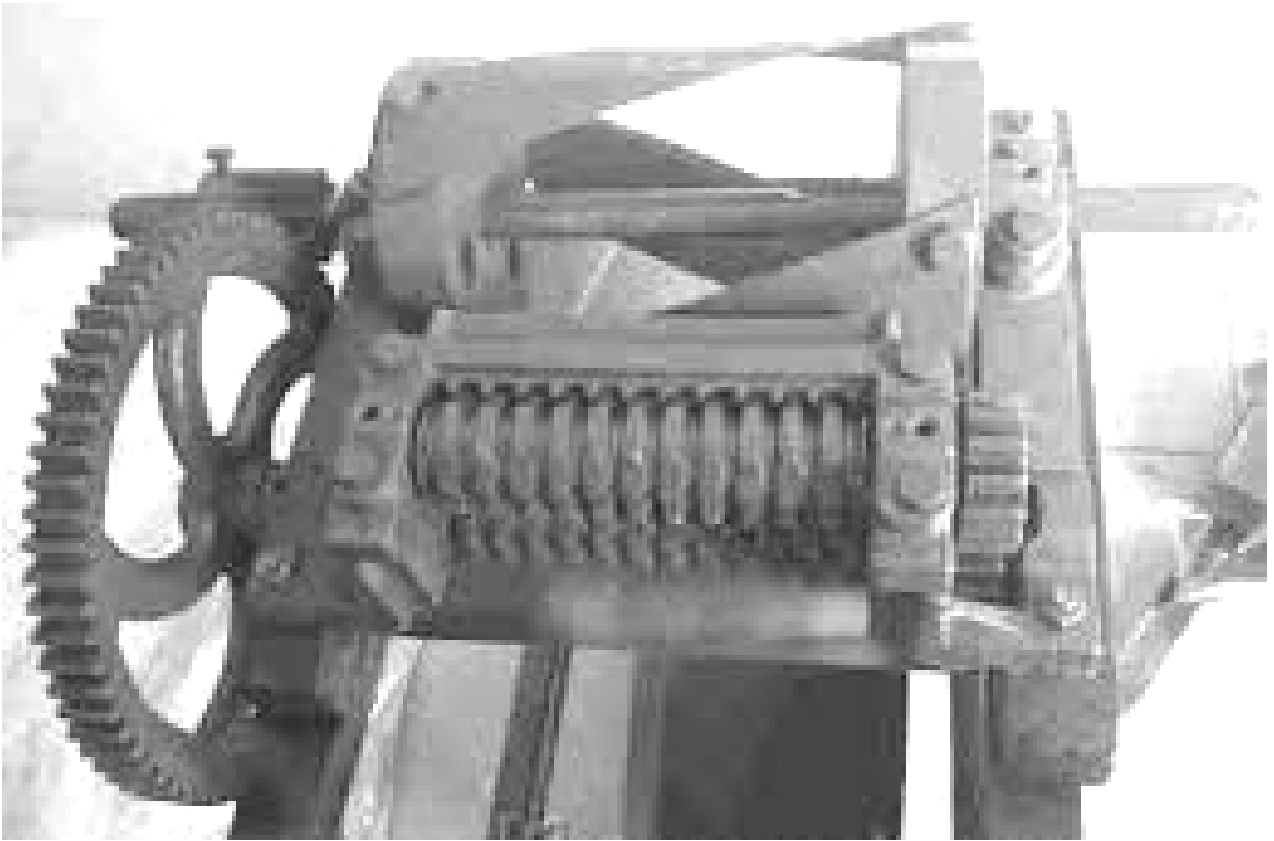


Рисунок 6.1 – Подрібнювачі сіна, соломи

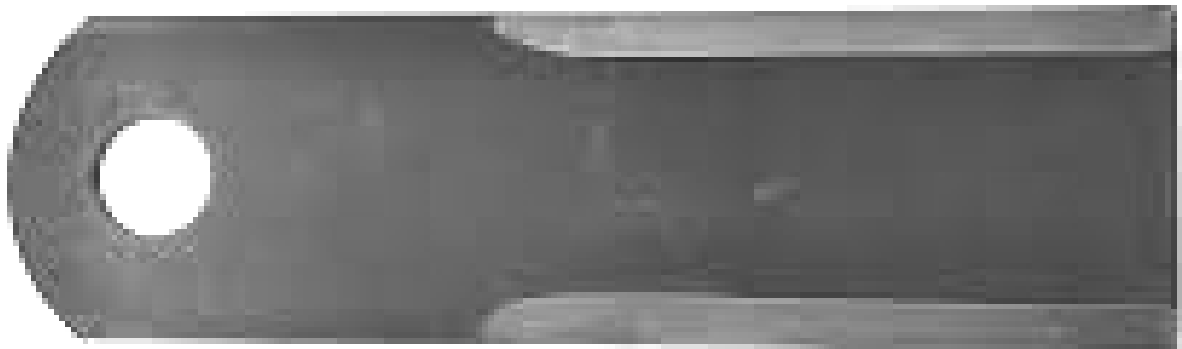
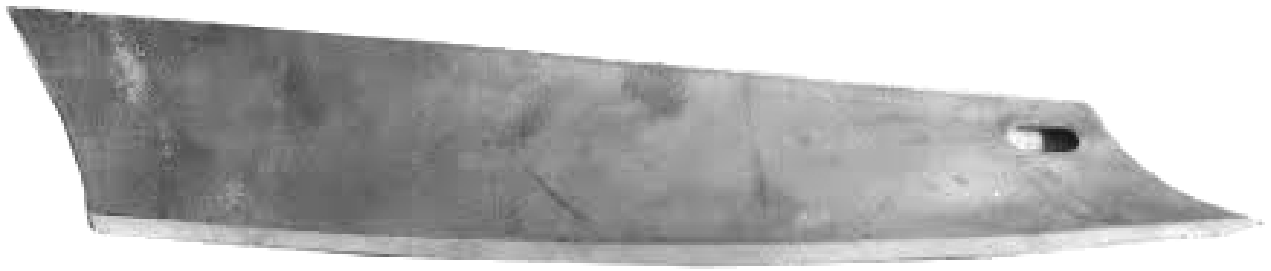


Рисунок 6.2 – Ножі подрібнювачів сіна, соломи

Таблиця 6.1 – Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Об'ємна маса стисненого продукту, кг/м ³	Продуктивність дискової соломо-силосорізки, кг/с	Частота обертання вала подрібнювального апарата, об/с	Ширина горловини, м	Відстань, м	Відстань, м	Ексцентриситет ножа, м	Радіус, м	Питома лінійна сила ножа, 10 ³ Н/м
	ρ	Q_D	n	b_{Γ}	h	c	e	R	q_H
1	120	0,40	4,0	0,25	0,10	0,30	0,15	0,38	5,0
2	130	0,50	4,1	0,28	0,12	0,28	0,17	0,39	6,0
3	140	0,60	4,2	0,30	0,14	0,26	0,19	0,40	7,0
4	150	0,70	4,3	0,32	0,16	0,27	0,20	0,39	8,0
5	160	0,80	4,4	0,34	0,18	0,28	0,23	0,38	9,0
6	125	0,45	4,5	0,35	0,20	0,29	0,26	0,37	5,2
7	135	0,55	4,6	0,30	0,19	0,25	0,27	0,36	5,4
8	145	0,65	4,7	0,35	0,18	0,27	0,26	0,35	5,6
9	155	0,75	4,8	0,40	0,17	0,29	0,25	0,34	5,8
10	165	0,42	4,9	0,35	0,16	0,30	0,24	0,33	6,0
11	310	0,44	5,0	0,30	0,15	0,29	0,23	0,32	4,0
12	320	0,46	5,1	0,40	0,14	0,28	0,22	0,33	4,1
13	330	0,48	5,2	0,35	0,13	0,27	0,21	0,34	4,2
14	340	0,50	5,3	0,30	0,12	0,26	0,10	0,35	4,3
15	350	0,52	5,4	0,35	0,11	0,25	0,19	0,36	4,4
16	360	0,54	5,5	0,40	0,10	0,26	0,18	0,37	4,5
17	370	0,56	5,6	0,35	0,11	0,27	0,17	0,38	4,6
18	380	0,58	5,7	0,30	0,12	0,28	0,16	0,39	4,7
19	390	0,60	5,8	0,35	0,13	0,29	0,20	0,40	4,8
20	400	0,62	5,9	0,40	0,14	0,30	0,21	0,39	4,9
21	410	0,64	6,0	0,35	0,15	0,26	0,20	0,38	5,0
22	420	0,66	5,9	0,30	0,16	0,25	0,23	0,37	5,5
23	430	0,68	5,8	0,35	0,17	0,26	0,24	0,36	6,5
24	440	0,70	5,7	0,40	0,18	0,27	0,25	0,35	7,5
25	450	0,72	5,6	0,35	0,19	0,28	0,26	0,36	8,5
26	460	0,74	5,5	0,33	0,10	0,30	0,15	0,37	9,5
27	470	0,76	5,4	0,30	0,12	0,29	0,17	0,38	10,0
28	480	0,78	5,3	0,38	0,14	0,27	0,19	0,39	10,5
29	490	0,80	5,2	0,32	0,16	0,26	0,21	0,40	11,0
30	500	0,75	5,1	0,40	0,11	0,25	0,23	0,35	11,5

6.2. Технологічний та енергетичний розрахунок подрібнювача стеблових кормів

Продуктивність дискових соломосилосорізок, кг/с, визначають за формулою

$$Q_C = a_G \cdot b_G \cdot l_{\min} \cdot \rho \cdot Z_H \cdot n, \quad (6.1)$$

де a_G, b_G – відповідно висота і ширина горловини, м, $a_G = 0,04 \dots 0,06$ м;

l_{\min} – мінімальна довжина різання (січки), оскільки

$$l_p = 0,01 \dots 0,12 \text{ м, то } l_{\min} = 0,01 \text{ м;}$$

ρ – об'ємна маса стисненого продукту, кг/м³, для соломи

$$\rho = 120 \dots 160 \text{ кг/м}^3, \text{ для зеленої маси } \rho = 350 \dots 500 \text{ кг/м}^3;$$

Z_H – кількість ножів, приймають $Z_H = 2 \dots 6$;

n – частота обертання вала подрібнювального апарата, об/с.

Довжину різання (січки), м, визначають за формулою

$$l_p = \frac{V_{\Pi}}{n \cdot Z_H}, \quad (6.2)$$

де V_{Π} – швидкість подачі маси живильним механізмом, м/с,

$$V_{\Pi} = 0,15 \dots 0,5 \text{ м/с.}$$

Подрібнювач стеблових кормів обладнують живильником і вивантажувальним пристроєм, тому **загальну потужність на привод подрібнювача**, Вт, визначають за формулою

$$N = N_{Ж} + N_{\Pi} + N_{ХХ} + N_{ВП}, \quad (6.3)$$

де $N_{Ж}$ – потужність, що витрачається на привод живильника

(розрахунки наведено далі), Вт;

N_{Π} – потужність, що витрачається на подрібнення матеріалу, Вт;

$N_{ХХ}$ – потужність, що витрачається на холостий хід подрібнювача, Вт;

$N_{ВП}$ – потужність, що витрачається на вивантажувальний пристрій (розрахунки наведено далі), Вт.

Потужність, що витрачається на подрібнення матеріалу, точно визначити неможливо тому, що вона залежить від багатьох складових (геометричні й кінематичні параметри, фізико-механічні властивості стеблових кормів, які змінюються залежно від культури, терміну зберігання, вологості тощо). Тому, з достатньою вірогідністю, її можна визначити за формулою

$$N_{II} = k \cdot Q_C \cdot V_{Cш}, \quad (6.4)$$

де k – коефіцієнт, що враховує геометричні й кінематичні параметри, а також фізико-механічні властивості матеріалів, $k=8...8,5$;

Q_C – продуктивність подрібнювача, $кз/с$;

$V_{Cш}$ – середня швидкість штифтів подрібнювача, $V_{Cш}=40...55$ м/с.

Потужність, що витрачається на холостий хід подрібнювача, можна визначити за емпіричною формулою

$$N_{XX} = g \left(A \cdot w + B \cdot w^2 \right), \quad (6.5)$$

де A і B – коефіцієнти, отримані дослідним шляхом, $A=0,6$; $B=0,68 \cdot 10^{-5}$.

Потужність на привод живильника складається з потужностей на приводи горизонтального транспортера $N_{ГТ}$, притискного транспортера $N_{ПТ}$ і вальців N_B . Тобто

$$N_{Ж} = N_{ГТ} + N_{ПТ} + N_B. \quad (6.6)$$

Розрахунки потужності на привод горизонтального і притискного транспортерів виконують з урахуванням типу транспортерів (стрічковий, ланцюгово-планчастий тощо), а також стискання продукту між транспортерами.

Потужність на привод вальців визначають за формулою

$$N_B = \pi \cdot l_B \cdot q_B \cdot d_B \cdot n_B \cdot f, \quad (6.7)$$

де q_B – питомий тиск вальців на соломі, $q_B=1,6 \cdot 10^4 \dots 1,9 \cdot 10^4$ Н/м;

d_B – діаметр вальців живильника, м;

l_B – довжина вальців, м;

n_B – частота обертання вальців, об/с;

f – коефіцієнт тертя соломи по вальцях, $f=0,6...0,7$.

Довжина транспортерів живильника незначна й основне навантаження на них – це опір матеріалу при його стискуванні між транспортерами, тому потужність на їхній привод попередньо можна приблизно визначити за формулою

$$N_{ГТ} + N_{ПТ} = 2 q_B \cdot b \cdot V_M \cdot f. \quad (6.8)$$

Під час виконання практичної роботи, потужність, Вт, що затрачається на процес різання, визначають за формулою

$$N = q_H \cdot \Delta S \cdot V_H \cdot (1 + f' \cdot tg \tau), \quad (6.9)$$

де q_H – питома лінійна сила ножа, Н/м;

ΔS – довжина частини ножа, яка бере участь у різанні, м;

V_H – колова швидкість ножа, м/с;

τ – кут ковзання, град;

f' – коефіцієнт різання з ковзанням.

Довжину частини ножа, м, яка бере участь у різанні, визначають за формулою

$$\Delta S = \frac{a_{\Gamma}}{\sin \chi}, \quad (6.10)$$

де a_{Γ} – висота горловини, м;

χ – кут защемлення матеріалу в різальній парі, $\chi = 40 \dots 50^\circ$.

Коефіцієнт різання з ковзанням визначають за формулою

$$f' = K \cdot \operatorname{tg} \tau, \quad (6.11)$$

де K – коефіцієнт пропорційності, $K = 0,176 \dots 0,325$.

6.3. Методика побудови різального апарата з криволінійним лезом

Для побудови конструктивної схеми різального апарата дискової соломосилосорізки з криволінійним лезом (рисунок 6.3) необхідно на аркуші міліметрового паперу формату А2 за даними таблиці 6.1 відповідно до свого варіанту в масштабі 1:2 нанести контур горловини $ABDK$ і розмістити в точці O_1 вісь обертання ножа. Невідому висоту горловини a_{Γ} визначають з формули продуктивності соломосилосорізки (ф-ла 6.1).

Відступивши від точки O_1 вгору на відстань, яка дорівнює ексцентриситету e ножа, проводять горизонтальну лінію MM . З центра O_1 радіусом R проводять дугу LL , яка є траєкторією руху центра кривизни леза ножа. Перетин дуги LL з прямою MM позначають точкою O і з'єднують її прямою з точкою A горловини. Відрізок OA є радіусом R_H кривизни леза ножа і цим радіусом з точки O проводять дугу $Z'Z$, довжину якої визначають величиною хорди, що стягує крайні точки леза ножа. Точка A є початком різання.

Для аналізу робочого процесу різання криволінійним лезом на схемі необхідно позначити положення ножа, яке відповідає повороту крилача на кутові інтервали $\Delta\psi$, а також положення ножа, що відповідає моменту кінця процесу різання – точка D .

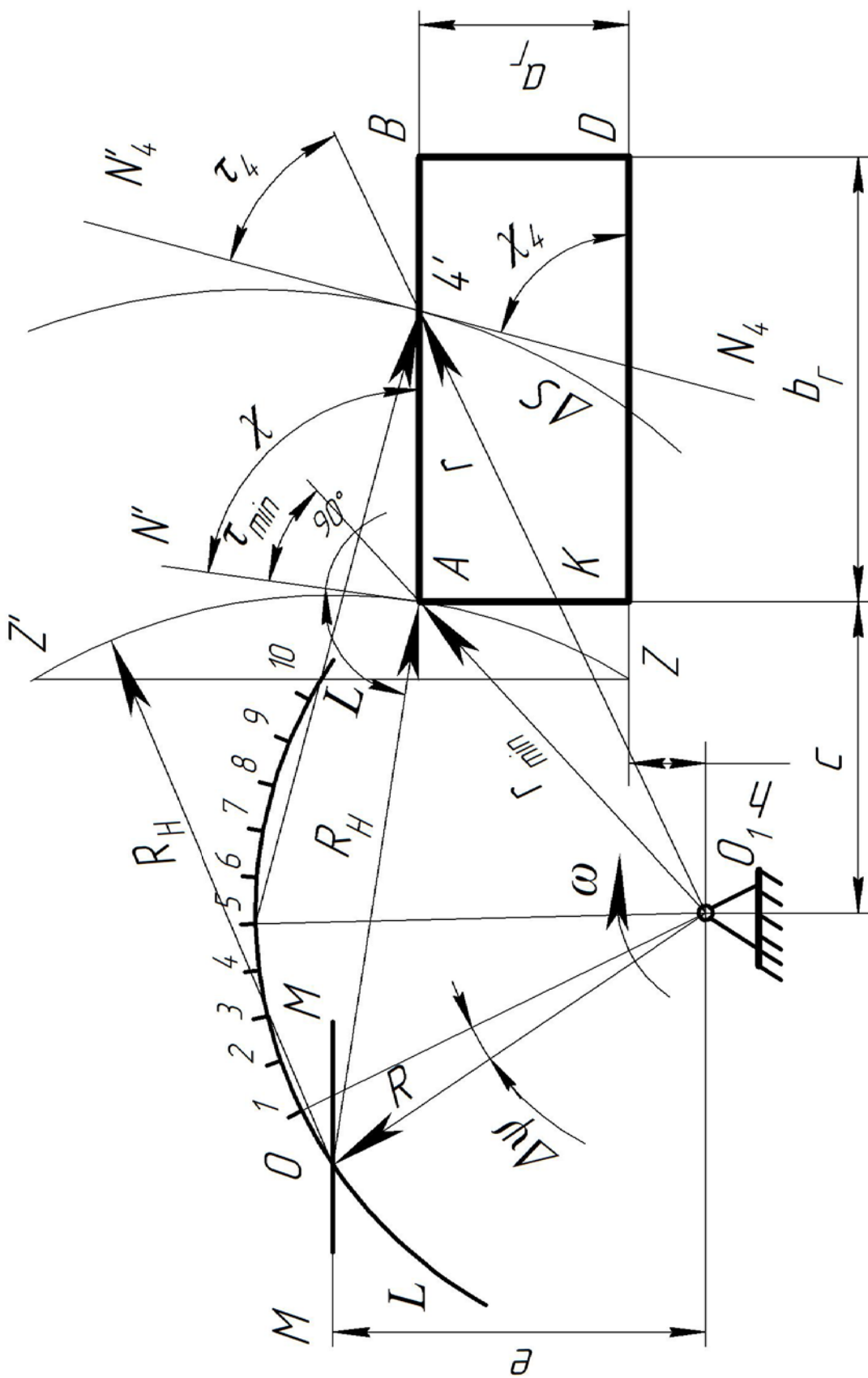


Рисунок 6.3 – Побудова схеми різального апарату з криволінійним лезом

Для цього на дузі LL через кутові інтервали $\Delta\psi = 10^\circ$, відмічають точки $0, 1, 2, \dots, n$ і потім з кожної точки радіусом R_H проводять дуги на контурі горловини $ABDK$. Отримані відрізки дуги ΔS – це довжина активної частини леза ножа, яка в даний момент бере участь у процесі різання. Точки перетину дуг з верхнім обрізом горловини AB позначають цифрами $1', 2', 3', \dots, n'$ і з'єднують їх прямими лініями з однойменними точками $1, 2, 3, \dots, n$ дуги LL . До кожної лінії $O-A', 1-1', 2-2', \dots, n-n'$ проводять перпендикулярну лінію $N-N, \dots, N_n-N'_n$, яка є дотичною до криволінійного леза в даний момент різання. Кут між прямою $N'A$ і горизонтальним обрізом горловини AB є кутом защемлення χ матеріалу в різальній парі.

На схемі також необхідно позначити для кожного положення ножа його радіус-вектор r . Для цього необхідно з'єднати точки $A, 1', 2', 3', \dots, n'$ прямими лініями з центром O_1 . При цьому кут між радіус-вектором r і дотичною до леза є кутом ковзання τ .

Для всіх положень леза ножа, позначених на поперечному перерізі горловини, необхідно виміряти значення $\chi, \tau, r, \Delta S$ та визначити значення N . Довжину дуги ΔS можна виміряти і на викресленій конструктивній схемі або вирахувати (ф-ла 6.10).

Завдання для звіту

1. Побудувати схему різального апарата дискового типу з криволінійним лезом.
2. Значення визначених параметрів записати у таблицю 6.2.

Таблиця 6.2 – Параметри різального апарата

Показники	Кут повороту диска ψ , град.							
	0	10	20	30	40	50	60	70
Довжина активної частини леза ΔS , м								
Довжина радіус-вектора r , м								
Кут ковзання τ , град.								
Кут защемлення χ , град.								
Потужність, яка витрачається на процес різання, кВт								

Практичне заняття № 7

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ БАРАБАННОЇ СОЛОМОСИЛОСОРИЗКИ

Мета роботи: визначити основні параметри барабанної соломосилосорізки.

План роботи

Виписати з таблиць 7.1 і 7.2 вихідні дані згідно варіанту, визначити основні параметри барабанної соломосилосорізки та розв'язати задачі № 7.1 та № 7.2.

7.1. Короткі відомості про подрібнення стеблових кормів різальними апаратами барабанного типу

Барабанні різальні апарати мають високу надійність та довговічність, рівномірне навантаження на вал машини, компактні та мають можливість заточування леза без демонтажу ножа.

Схема барабанного різального апарата зображена на рисунку 7.1а.

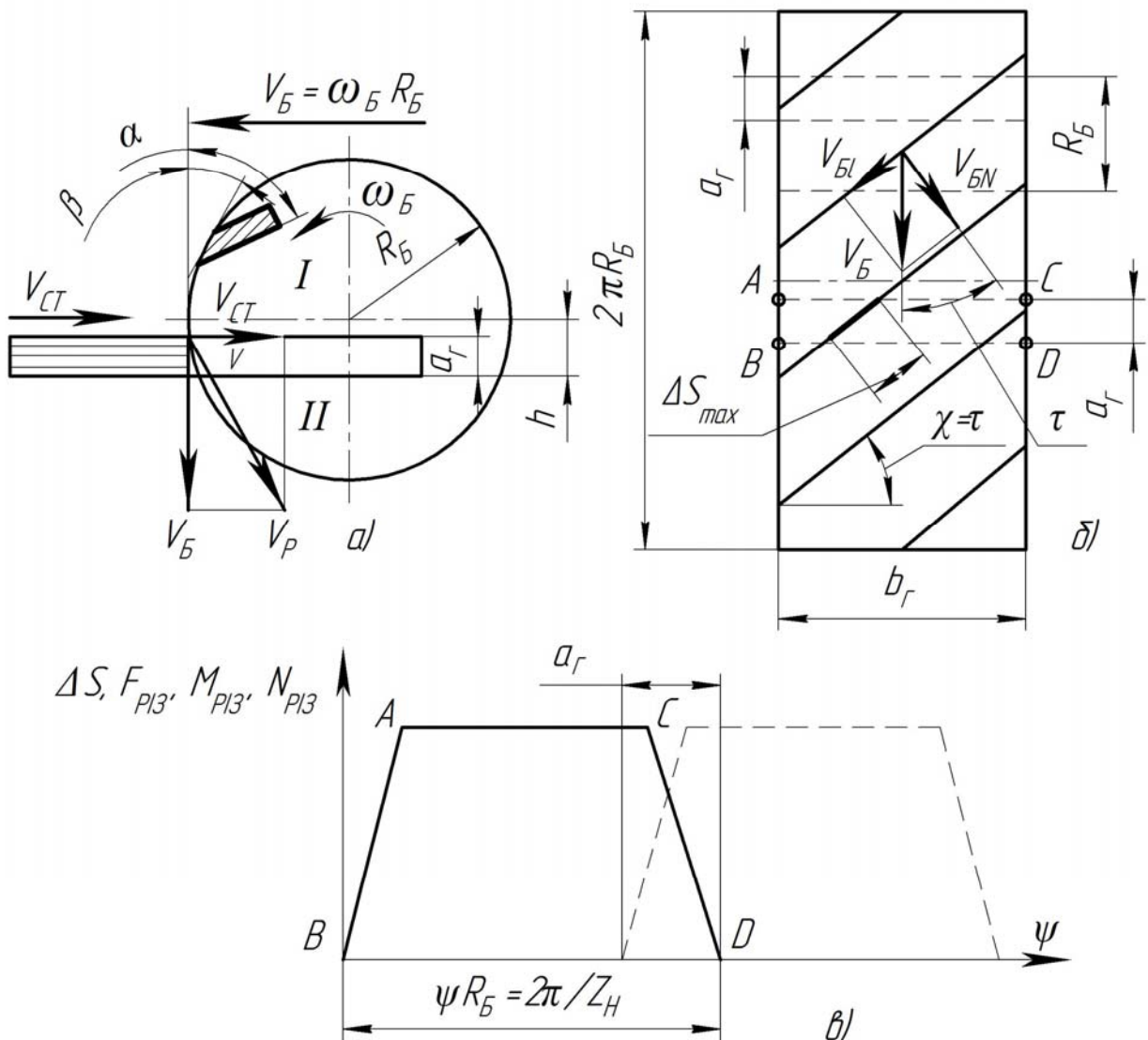
Якщо розглядати розгортку барабана (рисунок 7.1б), то спіральні леза ножів зображають прямими лініями, нахиленими до твірної циліндра, який описується кожним лезом, під кутом розхилу χ . Рух ножа можна вважати поступальним відносно протирізальної пластини, хоча в дійсності є обертовим внаслідок того, що висота горловини порівняно із довжиною кола барабана є досить малою.

Поступальну швидкість барабана V_B можна розкласти на нормальну складову V_{BN} і складову, спрямовану вздовж леза V_{Bl} . Між ними утвориться кут, який дорівнює куту ковзання ножа τ . Цей кут у барабанному різальному апараті дорівнює куту розхилу χ , тобто $\tau = \chi = \text{const}$.

Для забезпечення защемлення матеріалу має виконуватися умова $\tau \leq 2\varphi_{\min}$, приймають $\tau = 24...30^\circ$.

Розміщення горловини відносно осі вала барабана по вертикалі обумовлене кінематичним режимом роботи апарата та залежить від співвідношення поступальної швидкості подачі стебел (корму) V_{CT} та колової швидкості барабана V_B (рисунок 7.1а).

Горизонтальна складова V_{Bl} при повороті на 90° змінює своє значення від V_B до 0 і далі від 0 до V_B .



- а) схема до обґрунтування розміщення горловини;
 б) розгортка ножового барабана;
 в) залежність ΔS , F_{PI3} , M_{PI3} , N_{PI3} від кута повороту барабана при проході через переріз горловини.

Рисунок 7.1 – Схема різального апарата

Якщо горловину розмістити в I квадранті (риунок 7.1а), то під час зустрічі леза зі стеблами воно буде їх відштовхувати та процес різання погіршуватиметься.

У II квадранті лезо буде затягувати стебла і тим самим створювати несприятливі умови для різання.

Аналіз робочого проходу одного ножа через поперечний переріз горловини показує, що навантаження на лезо починається в точці B початку різання та зростає до максимального значення, яке настає в точці A, тобто до величини $\Delta S_{\max} = a/\sin \tau$, далі це навантаження зберігає постійне значення до точки C, а від точки C до D зменшується до 0.

Зусилля різання F_{PI3} , а отже і момент різання M_{PI3} , а також потужність N_{PI3} , необхідна для приводу барабана, будуть пропорційні довжині дуги ΔS . Цю залежність можна представити графічно у вигляді рівносторонньої трапеції (рисунок 7.1в).

Для того, щоб вирівняти навантаження на вал машини, ножі встановлюють з перекриттям, яке дорівнює товщині шару стебел, тобто висоті горловини a_{Γ} .

7.2. Технологічний та конструктивний розрахунок основних параметрів різального апарата барабанного типу

Продуктивність барабанної соломосилосорізки, кг/с, визначають за формулою

$$Q_C = a_{\Gamma} \cdot b_{\Gamma} \cdot l_P \cdot \rho \cdot Z_H \cdot n_B, \quad (7.1)$$

де a_{Γ}, b_{Γ} – відповідно висота і ширина горловини, м;

l_P – розрахункова довжина різання (січки), м;

ρ – об'ємна маса (щільність) стисненого продукту, кг/м³;

Z_H – кількість ножів, приймають $Z_H = 2 \dots 6$ шт.;

n_B – частота обертання вала барабана, об/с.

Висота і ширина горловини знаходяться між собою у такій залежності

$$K = \frac{a_{\Gamma}}{b_{\Gamma}} = 0,25 \dots 0,45. \quad (7.2)$$

Радіус барабана, м, визначають за формулою

$$R_B = Z_H \cdot \frac{b_{\Gamma} \cdot \operatorname{tg} \chi + a_{\Gamma}}{2\pi}, \quad (7.3)$$

де χ – кут защемлення матеріалу в різальній парі, град, приймають

$$\chi = 24 \dots 30^{\circ}.$$

Швидкість подачі корму (стебел), м/с, живильним механізмом визначають за формулою

$$V_{CT} = \frac{l_p \cdot Z_H \cdot n_B}{6,28}, \quad (7.4)$$

де n_B – частота обертання барабана, об/с.

Висоту, м, установки протирізальної пластини відносно осі обертання барабана, визначають за формулою

$$h = a_{\Gamma} + \frac{R_B \cdot V_{CT}}{V_B}, \quad (7.5)$$

де V_B – колова швидкість обертання леза барабана, м/с.

Повну довжину леза ножа, м, визначають так

$$L_H = \frac{b_{\Gamma}}{\cos \chi}. \quad (7.6)$$

Задача № 7.1

Визначити ширину горловини і висоту установки протирізальної пластини соломосилосорізки відносно осі барабана. Вихідні дані для розрахунку взяти з таблиці 7.1.

Задача № 7.2

Визначити кількість ножів і продуктивність барабанної соломосилосорізки. Вихідні дані для розрахунку взяти з таблиці 7.2.

Завдання для звіту

1. Визначити ширину горловини і висоту установки протирізальної пластини.
2. Визначити кількість ножів і продуктивність барабанної соломосилосорізки.

Таблиця 7.1 – Вихідні дані для розрахунку до задачі 7.1

Варіант	Продуктивність соломосило- різки, кг/с	Довжина різання, мм	Кількість ножів, шт.	Об'ємна маса (щільність) стисненого продукту, кг/м ³	Коефіцієнт	Довжина лека ножа, м
	Q_C	l_P	Z_H	ρ	K	L_H
1	0,5	30	2	50	0,25	0,35
2	0,6	25	3	60	0,26	0,36
3	0,7	20	4	70	0,27	0,37
4	0,8	15	5	80	0,28	0,38
5	0,9	10	6	90	0,29	0,39
6	1,0	25	5	100	0,30	0,40
7	1,1	10	4	110	0,31	0,41
8	1,2	15	3	120	0,32	0,42
9	1,3	20	6	130	0,33	0,43
10	1,2	25	5	140	0,34	0,44
11	1,1	30	5	150	0,35	0,45
12	1,0	25	4	160	0,36	0,35
13	0,9	20	6	170	0,37	0,36
14	0,8	15	4	180	0,38	0,37
15	0,7	10	6	190	0,39	0,38
16	0,6	25	4	200	0,40	0,39
17	0,5	10	2	210	0,41	0,40
18	0,4	15	6	220	0,42	0,41
19	0,5	20	4	230	0,43	0,42
20	0,6	25	4	240	0,44	0,43
21	0,7	26	3	55	0,25	0,36
22	0,8	27	4	65	0,26	0,37
23	0,9	28	5	75	0,27	0,38
24	1,0	29	6	85	0,28	0,39
25	1,1	30	5	95	0,29	0,41
26	1,2	29	4	105	0,30	0,42
27	1,3	28	3	115	0,31	0,43
28	0,5	27	4	75	0,32	0,40
29	0,6	26	5	65	0,33	0,41
30	0,7	25	6	85	0,34	0,42

Таблиця 7.2 – Вихідні дані для розрахунку до задачі 7.2

Варіант	Швидкість подачі корму, м/с	Довжина різання (січки), мм	Частота обертання барабана, об/с	Висота установки протиризальної пластини, м	Об'ємна маса (щільність) продукту, кг/м ³	Кут заземлення матеріалу, град	Довжина леза ножа, м	Коефіцієнт
	$V_{П.К}$	l_P	n_B	h	ρ	χ	L_H	K
1	0,20	15	9	0,15	50	24	0,35	0,25
2	0,21	10	10	0,16	60	25	0,36	0,26
3	0,22	15	11	0,17	70	26	0,37	0,27
4	0,23	20	12	0,18	80	27	0,38	0,28
5	0,24	25	13	0,19	90	28	0,39	0,29
6	0,25	30	14	0,20	100	29	0,40	0,30
7	0,24	25	15	0,21	110	30	0,41	0,31
8	0,23	20	14	0,22	120	29	0,42	0,32
9	0,22	15	13	0,23	130	28	0,43	0,33
10	0,21	10	12	0,24	140	27	0,44	0,34
11	0,20	15	11	0,25	150	26	0,45	0,35
12	0,19	10	10	0,24	160	25	0,46	0,36
13	0,18	15	9	0,23	170	24	0,47	0,37
14	0,19	20	10	0,22	180	25	0,48	0,38
15	0,20	25	11	0,21	190	26	0,49	0,39
16	0,21	30	12	0,20	200	27	0,50	0,40
17	0,22	25	13	0,19	210	28	0,51	0,41
18	0,23	20	14	0,18	220	29	0,52	0,42
19	0,24	15	15	0,17	230	30	0,53	0,43
20	0,25	10	14	0,16	240	29	0,54	0,44
21	0,24	12	13	0,15	70	24	0,35	0,26
22	0,23	14	12	0,16	80	25	0,36	0,28
23	0,22	16	11	0,17	90	26	0,37	0,25
24	0,21	18	10	0,18	100	27	0,38	0,27
25	0,20	20	9	0,17	50	28	0,39	0,28
26	0,19	22	10	0,16	60	29	0,40	0,31
27	0,18	24	11	0,15	70	30	0,41	0,30
28	0,17	26	12	0,16	80	29	0,42	0,33
29	0,1	28	13	0,17	90	28	0,43	0,35
30	0,15	30	14	0,18	100	27	0,44	0,37

Самостійна робота на тему:

МАШИНИ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ГРУБИХ КОРМІВ

Мета роботи: вивчити будову, принцип роботи та основні регулювання машин для подрібнення грубих кормів; вивчити правила експлуатації та техніки безпеки цих машин.

Матеріальне забезпечення: соломосилосорізка РСС-6Б; подрібнювачі ИГК-30Б, ИКВ-5А, Волгарь-5А, ИРТ-Ф-80, ИСК-3; масштабна лінійка; штангенциркуль; набір шестерень; технічна документація; навчальні плакати; відеоматеріали.

План роботи

1. Встановити призначення (відповідно до марок) машин для подрібнення грубих кормів.
2. Вивчити будову, принцип роботи та основні регулювання подрібнювачів грубих кормів (на вибір).
3. Скласти принципову та кінематичну схему однієї із машин (на вибір) для подрібнення грубих кормів.
4. Вивчити будову та принцип роботи основних механізмів подрібнювачів грубих кормів (на вибір).
5. Вивчити технологічний процес подрібнювача (на вибір) та його технічні характеристики.

Порядок роботи

Встановлюють призначення (відповідно до марок) машин для подрібнення грубих кормів (рисунок С9-С12).

Виділяють основні механізми однієї із машин: живильник, ріжучий апарат, дефлектор, заточувальний пристрій, раму, електрообладнання (варіант з приводом від електродвигуна).

Складають принципову схему одного із подрібнювачів.

Вивчають будову основних робочих органів вибраного подрібнювача; визначають принцип їх роботи та регулювання.

Складають кінематичну схему вибраного подрібнювача грубих кормів.

Вивчають технологічний процес подрібнення грубих кормів залежно від вибраного подрібнювача.

Вивчають технічні характеристики вибраного подрібнювача грубих кормів. Отримані результати вносять до таблиці (див. зміст звіту).



Подрібнювачі рулонів



Подрібнювач тюків

Рисунок С9



Подрібновачі грубих кормів



Ножі подрібновачів грубих кормів

Рисунок С10

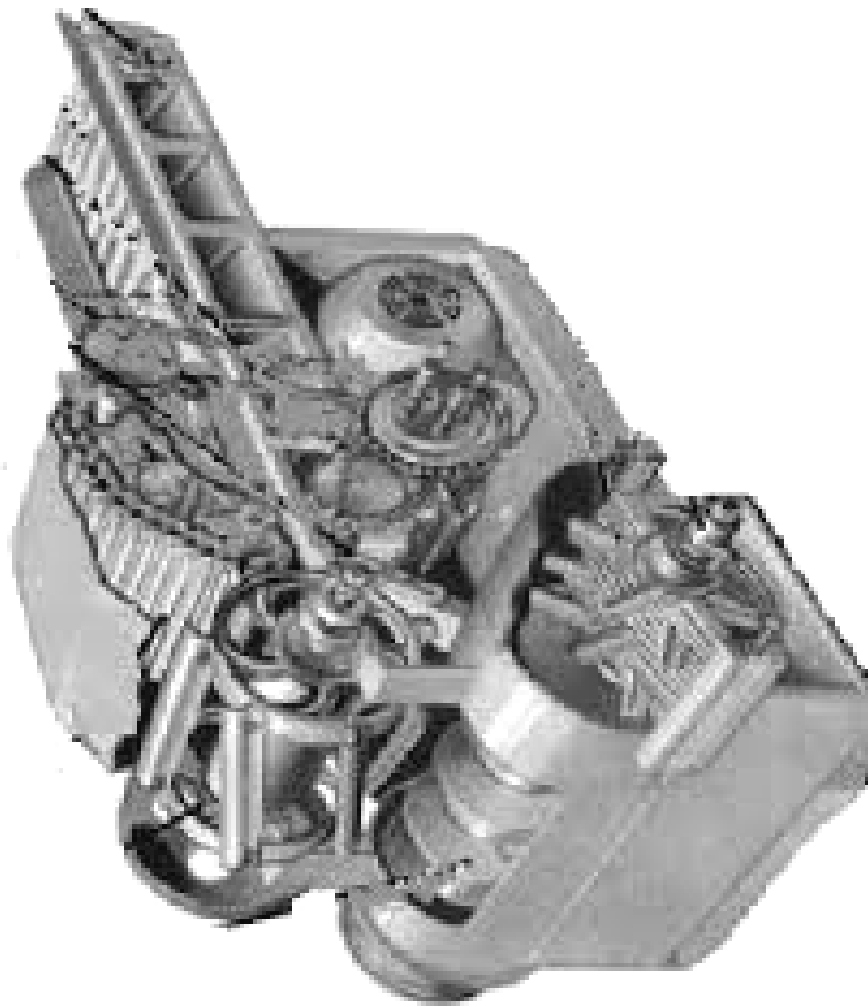
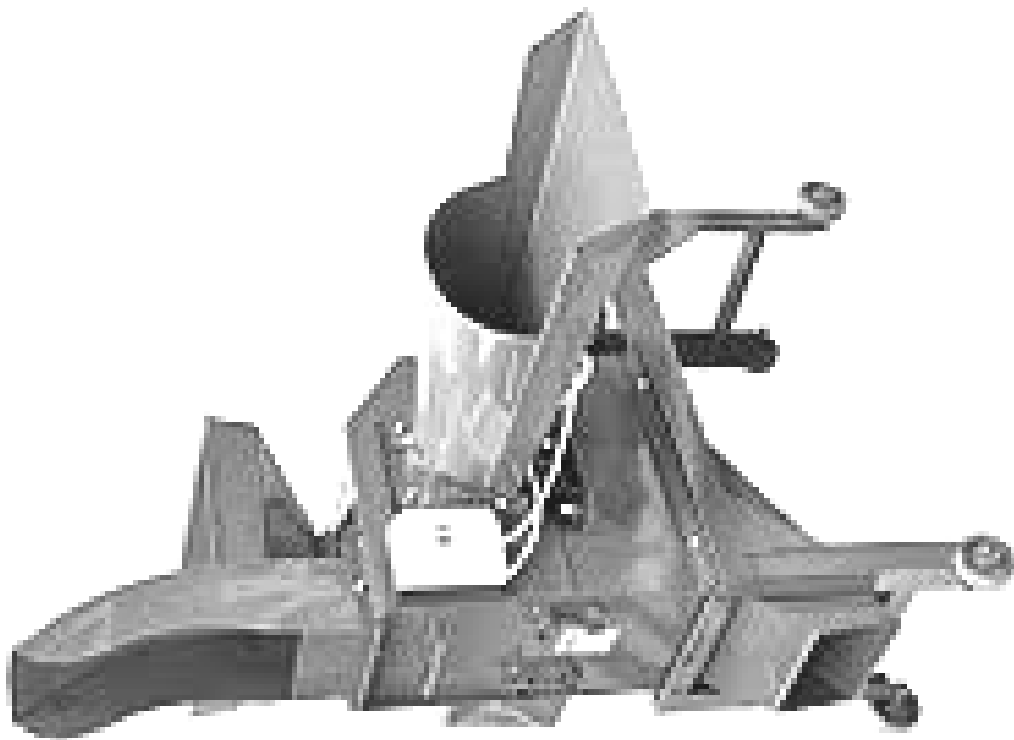


Рисунок С11 – Подрібнювачі грубих кормів

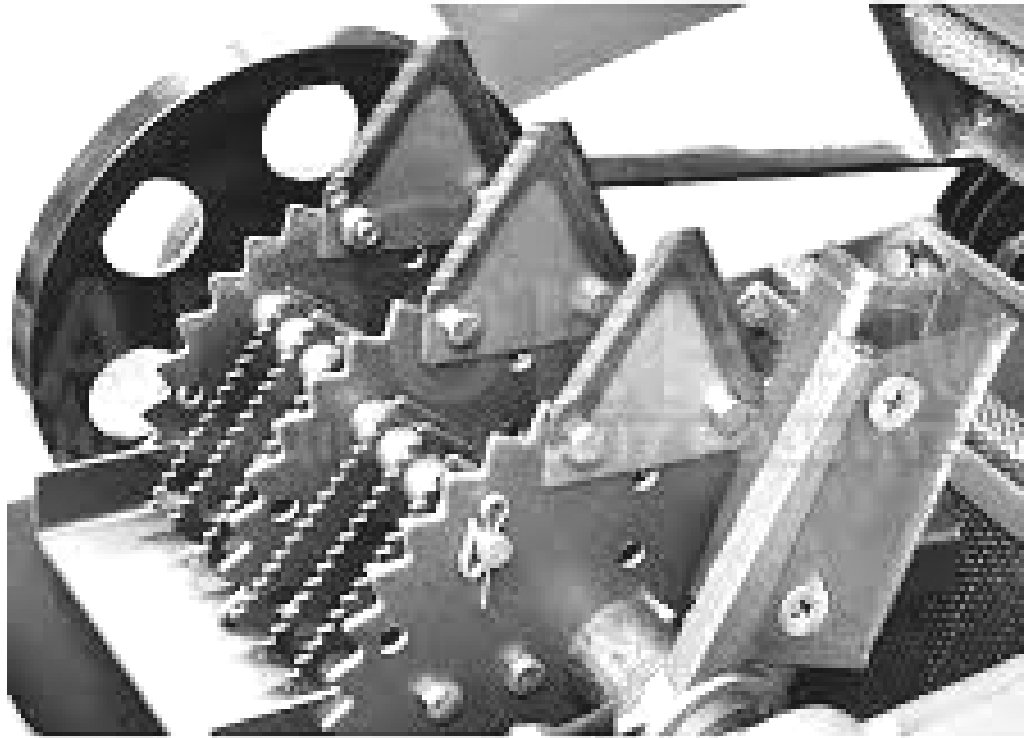


Рисунок С12 – Ножі подрібнювачів грубих кормів

Потім переходять до вивчення інших подрібнювачів кормів, таких як Волгарь-5А, ИГК-30Б, ИКВ-5А, ИРТ-Ф-80, ИСК-3. Встановлюють призначення цих машин, їх загальну будову та принцип роботи.

Вивчають призначення і будову основних механізмів, основні регулювання різних марок машин для подрібнення грубих кормів. Вивчають технологічний процес подрібнення кормів за допомогою цих машин, правила їх експлуатації і техніки безпеки.

Вивчають технічні характеристики та основні параметри машин для подрібнення грубих кормів.

Результати виконання самостійної роботи

1. Коротко описати соломосилосорізку РСС-6Б (призначення, будова, принцип дії, основні регулювання, кінематична схема) та технологічний процес подрібнення кормів з її використанням.
2. Навести результати замірів та виконаних розрахунків продуктивності соломосилосорізки РСС-6Б.
3. Пояснити вплив конструктивних параметрів подрібнювача РСС-6Б і властивостей подрібненого продукту на продуктивність машини.
4. Коротко описати подрібнювачі ИГК-30Б, ИКВ-5А, ИРТ-Ф-80, ИСК-3, Волгарь-5А із складанням їх технологічних схем.

5. Навести технічні характеристики вивчених машин у формі таблиці (паспортна продуктивність, довжина різання, номінальна потужність, частота обертання подрібнюваного апарату, габарити, маса).

Контрольні запитання

1. Яке призначення машин РСС-6Б, ИГК-30Б, Волгарь-5А, ИКВ-5А, ИРТ-Ф-80, ИСК-3?
2. Який принцип роботи машин для подрібнення грубих кормів? Які основні вузли та механізми цих машин?
3. Які є методи регулювання ступеня подрібнення вихідних продуктів подрібнювачами РСС-6Б, Волгарь-5А ИГК-30Б, ИРТ-Ф-80, ИСК-3?
4. Які основні правила експлуатації машин для подрібнення грубих кормів; вимоги охорони праці під час роботи на них?
5. Які є можливі шляхи підвищення продуктивності подрібнювача РСС-6Б та способи їх досягнення?
6. Проаналізувати можливість використання машин для подрібнення грубих кормів для малих ферм.

Таблиця 1 – Технічні характеристики машин для подрібнення грубих кормів

Марка машин	Продуктивність машин, Q , кг/хв	Довжина різання, l_P , мм	Номінальна потужність N_H , кВт	Частота обертання подрібнюваного апарату, n_B , об/хв	Габаритні розміри машини, м	Маса машини, кг
РСС-6Б						
ИГК-30Б						
ИКВ-5А						
ИРТ-Ф-80						
ИСК-3						
Волгарь-5А						
інші						

Практичне заняття № 8 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ БАРАБАННОЇ КОРЕНЕБУЛЬБОМИЙКИ

Мета роботи: визначити основні параметри барабанної коренебульбомийки.

План роботи

Виписати з таблиць 8.1 і 8.2 вихідні дані згідно варіанту. Визначити основні параметри барабанної коренебульбомийки та розв'язати задачі № 8.1 і № 8.2.

8.1. Короткі відомості про основи роботи барабанної коренебульбомийки

Барабанні коренебульбомийки (рисунок 8.1) відносять до тихохідних машин, які мають робочий орган, виконаний у вигляді планчатого барабана 2 (рисунок 8.2а), що обертається у ванні 1 з водою. Принцип роботи ґрунтується на тому, що барабан під час обертання у воді захоплює своєю внутрішньою поверхнею коренебульбоплоди та піднімає їх вгору, звідки вони падають у ванну. Внаслідок багаторазових підйомів та падінь коренебульбоплодів у воду відбувається їх відмивання від піску та прилиплого ґрунту.

На коренеплід діє сила ваги $m_K \cdot g$ та відцентрова сила $m_K \cdot \omega_B^2 \cdot R_B$, яка притискає коренеплід до внутрішньої поверхні барабана (рисунок 8.2б). Для забезпечення вивантаження коренебульбоплодів має виконуватися умова

$$m_K \cdot g > m_K \cdot \omega_B^2 \cdot R_B, \quad (8.1)$$

де m_K – маса коренебульбоплоду, кг;

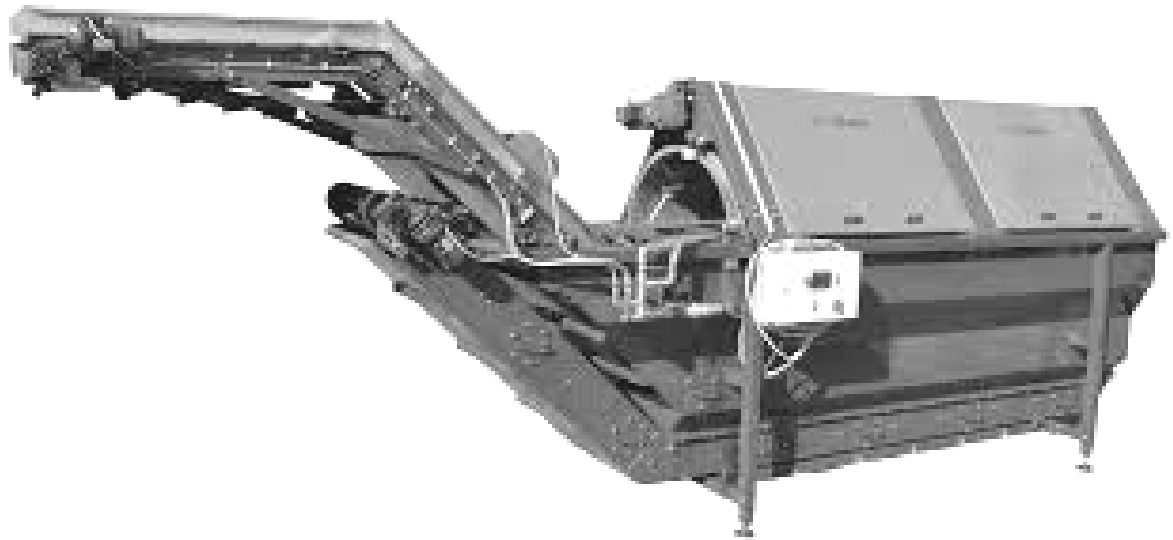
g – прискорення вільного падіння тіла, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

ω_B – кутова швидкість обертання барабана, м/с;

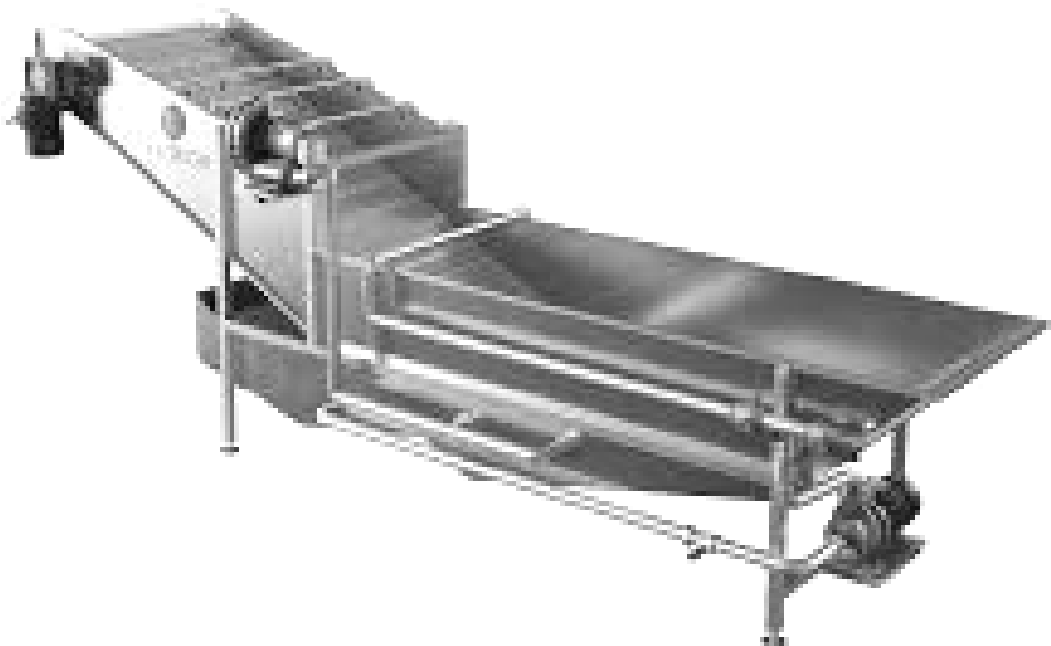
R_B – радіус барабана, м.

Аналізуючи вираз (8.1), критичну кутову швидкість обертання барабана, рад/с, визначають за формулою

$$\omega_{B.кр} = \sqrt{\frac{g}{R_B}}. \quad (8.2)$$

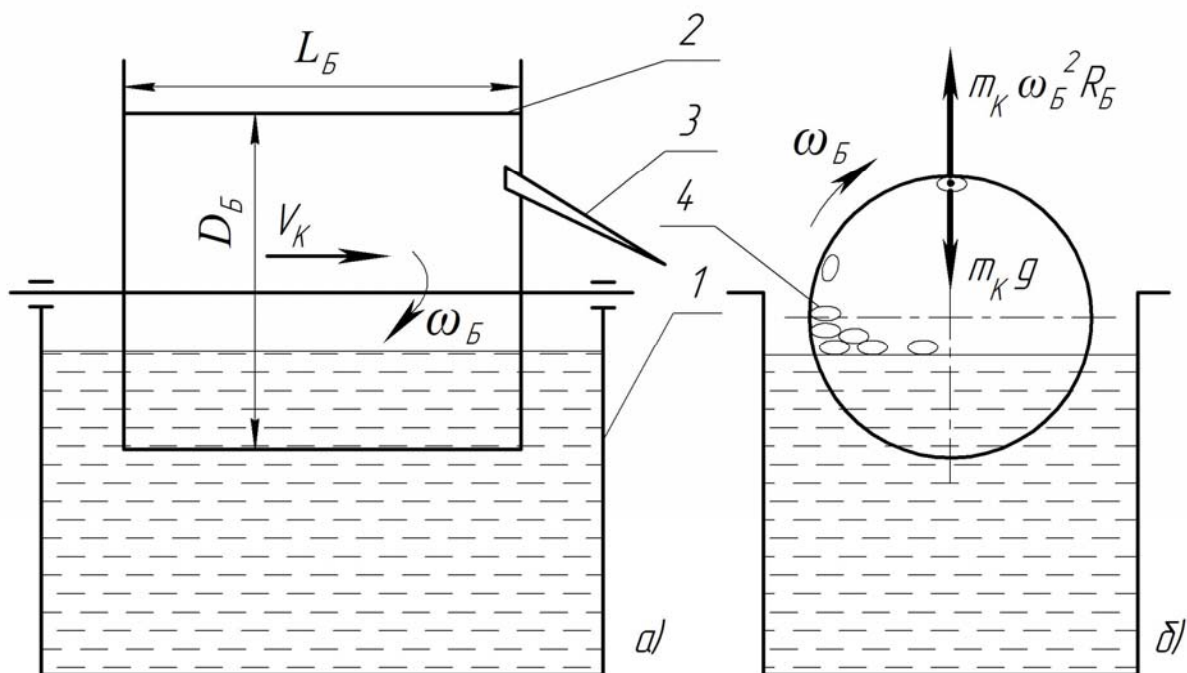


Барабанні коренебульбомийки



Барботажна мийка

Рисунок 8.1 – Коренебульбомийки



1 – ванна; 2 – планчатий барабан; 3 – перекидний ківш; 4 – коренеплоди
 Рисунок 8.2 – Схема визначення основних параметрів барабанної коренебульбомийки

8.2. Технологічний та конструктивний розрахунок основних параметрів барабанної коренебульбомийки

Продуктивність коренебульбомийки, кг/с, визначають за формулою

$$Q_K = \frac{1}{4} D_B^2 \cdot \rho_K \cdot \pi \cdot V_K \cdot \varphi_K, \quad (8.3)$$

де D_B – діаметр барабана коренебульбомийки, м;

ρ_K – об’ємна маса коренебульбоплодів, кг/м³;

V_K – осьова швидкість переміщення коренеплодів у барабані, м/с;

φ_K – коефіцієнт заповнення мийного барабана коренеплодами.

Довжину мийних барабанів коренебульбомийки, м, визначають за формулою

$$L_{M.B} = L_1 + L_2,$$

$$L_{M.B} = \frac{240 Q_K \cdot t_K}{\pi \cdot D_B^2 \cdot \rho_K \cdot \varphi_K}, \quad (8.4)$$

де t_K – час перебування коренеплодів у мийці, хв.

Довжини першого та другого барабанів, м, визначають за формулами:

$$L_1 = \frac{2}{3} L_{M.B}; \quad (8.5)$$

$$L_2 = \frac{1}{3} L_{M.B}. \quad (8.6)$$

Кутову швидкість обертання барабанів, рад/с, визначають за формулою

$$\omega_B = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{g}{D_B}}. \quad (8.7)$$

Потужність, кВт, яка необхідна для приводу мийки, визначають за формулою

$$N_M = q \cdot Q_K, \quad (8.8)$$

де q – питома затрата енергії, кВт-год/т.

Задача № 8.1

Визначити довжину мийних барабанів коренебульбомийки, кутову швидкість їх обертання та потужність, необхідну для приводу. Під час розв'язування задачі врахувати, що $D_B = 0,35 \dots 0,7$ м. Вихідні дані для розрахунку вибрати з таблиці 8.1 згідно варіанту.

Задача № 8.2

Визначити діаметр та довжину мийних барабанів, а також потужність, необхідну для їх приводу. Вихідні дані для розрахунку вибрати з таблиці 8.2 згідно варіанту.

Завдання для звіту

1. Визначити довжину і кутову швидкість обертання мийних барабанів та потужність, необхідну для їх приводу (див. задача 8.1).
2. Визначити діаметр і довжину мийних барабанів та потужність, необхідну для їх приводу (див. задача 8.2).

Таблиця 8.1 – Вихідні дані для розрахунку до задачі 8.1

Варіант	Продуктивність коренебульбо- мийки, кг/с	Час перебування коренеплодів у мийці, хв	Об'ємна маса коренебульбо- плодів, кг/м ³	Осьова швидкість переміщення коренеплодів у барабані, м/с	Коефіцієнт заповнення мийного барабана	Питома затрата енергії, кВт-год/т
	Q_K	t_K	ρ_K	V_K	φ_K	q
1	0,5	3,0	460	0,008	0,30	0,25
2	0,6	2,7	470	0,009	0,31	0,26
3	0,7	2,8	480	0,010	0,32	0,27
4	0,8	2,3	490	0,011	0,33	0,28
5	0,9	2,4	500	0,012	0,34	0,29
6	1,0	2,5	510	0,011	0,35	0,30
7	1,1	2,6	520	0,010	0,34	0,31
8	1,2	2,7	530	0,009	0,33	0,32
9	1,3	2,8	540	0,008	0,32	0,33
10	1,4	2,9	550	0,009	0,31	0,34
11	1,5	2,0	560	0,010	0,30	0,35
12	1,6	2,6	570	0,011	0,31	0,34
13	1,7	2,8	580	0,012	0,32	0,33
14	1,8	2,9	590	0,011	0,33	0,32
15	1,9	2,7	600	0,010	0,34	0,31
16	2,0	2,5	610	0,009	0,35	0,30
17	2,1	2,6	620	0,008	0,34	0,29
18	2,2	2,7	630	0,009	0,33	0,28
19	2,3	2,8	640	0,010	0,32	0,27
20	2,4	3,0	650	0,011	0,31	0,26
21	0,5	2,5	505	0,012	0,33	0,35
22	0,6	2,4	515	0,010	0,35	0,34
23	0,7	2,6	525	0,007	0,34	0,33
24	0,8	3,0	535	0,009	0,33	0,32
25	0,9	2,7	545	0,010	0,32	0,31
26	1,0	2,8	555	0,012	0,31	0,30
27	1,1	2,5	565	0,008	0,30	0,28
28	1,2	2,6	575	0,010	0,31	0,27
29	1,3	2,0	585	0,011	0,32	0,26
30	1,4	3,0	595	0,012	0,33	0,25

Таблиця 8.2 – Вихідні дані для розрахунку до задачі 8.2

Варіант	Кутова швидкість обертання барабана, рад/с	Об'ємна маса коренебульбо-плодів, кг/м ³	Осьова швидкість переміщення коренеплодів у барабані, м/с	Коефіцієнт заповнення мийного барабана	Час перебування коренеплодів у мийці, хв	Питома заграга енергії, кВт-год/т	Продуктивність коренебульбо-мийки, кг/с
	ω_B	ρ_K	V_K	φ_K	t_K	q	Q_K
1	1,5	460	0,008	0,30	2,7	0,25	0,5
2	1,6	470	0,009	0,31	2,1	0,26	0,6
3	1,7	480	0,010	0,32	2,9	0,27	0,7
4	1,8	490	0,011	0,33	2,8	0,28	0,8
5	1,9	500	0,012	0,34	3,0	0,29	0,9
6	1,3	510	0,011	0,35	2,5	0,30	1,0
7	1,2	520	0,010	0,34	2,6	0,31	1,1
8	1,4	530	0,009	0,33	2,7	0,32	1,2
9	1,5	540	0,008	0,32	2,8	0,33	1,3
10	1,6	550	0,009	0,31	2,9	0,34	1,4
11	1,7	560	0,010	0,30	3,0	0,35	1,5
12	1,8	570	0,011	0,31	2,1	0,34	1,6
13	1,7	580	0,012	0,32	2,2	0,33	1,7
14	1,5	590	0,011	0,33	2,3	0,32	1,8
15	1,4	600	0,010	0,34	2,4	0,31	1,9
16	1,3	610	0,009	0,35	2,5	0,30	2,0
17	1,2	620	0,008	0,34	2,6	0,29	2,1
18	1,3	630	0,009	0,33	2,7	0,28	2,2
19	1,4	640	0,010	0,32	2,8	0,27	2,3
20	1,5	650	0,011	0,31	2,9	0,26	2,4
21	1,6	485	0,012	0,33	3,0	0,25	0,5
22	1,7	495	0,011	0,34	2,9	0,26	0,6
23	1,8	505	0,010	0,35	2,8	0,27	0,7
24	1,7	515	0,009	0,32	2,7	0,25	0,8
25	1,6	525	0,008	0,30	2,6	0,26	0,9
26	1,5	535	0,009	0,35	2,5	0,27	1,0
27	1,4	545	0,010	0,31	2,4	0,28	1,1
28	1,3	555	0,011	0,30	2,5	0,29	1,2
29	1,2	565	0,012	0,32	2,6	0,30	1,3
30	1,1	575	0,013	0,35	2,7	0,31	1,4

Практичне заняття № 9 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ШНЕКОВОЇ КОРЕНЕБУЛЬБОМИЙКИ

Мета роботи: вивчити методику конструктивно-кінематичного, силового та енергетичного розрахунку шнекової коренебульбомийки.

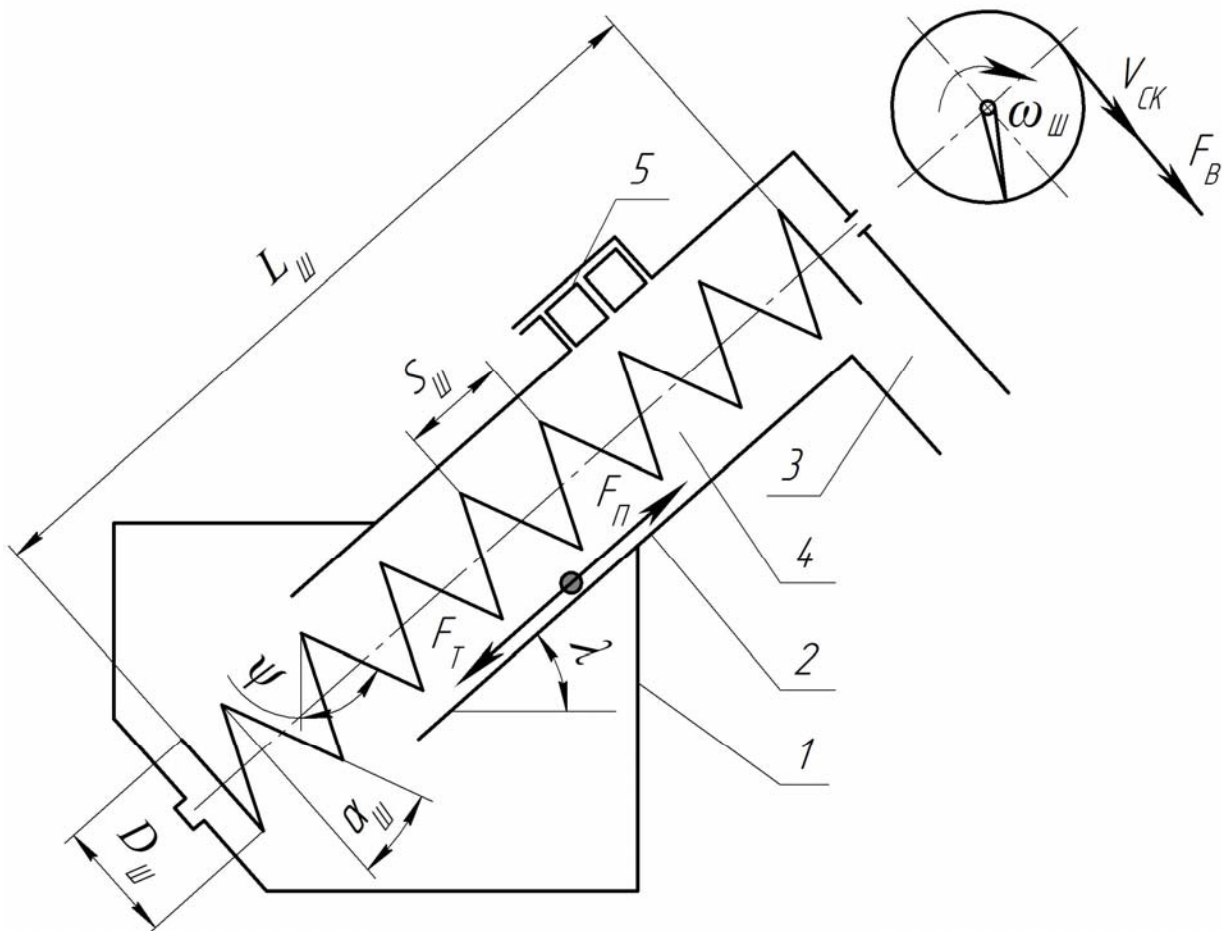
План роботи

Виписати з таблиці 9.1 вихідні дані згідно варіанту та відповідно до наведеної методики визначити конструктивно-кінематичні, силові та енергетичні параметри шнекової коренебульбомийки.

9.1. Методика розрахунку шнекової коренебульбомийки

Методика розрахунку шнекової коренебульбомийки впливає із її конструктивно-кінематичної схеми, яка зображена на рисунку 9.1.

Загальний вигляд горизонтальної шнекової коренемийки показаний на рисунку 9.2.

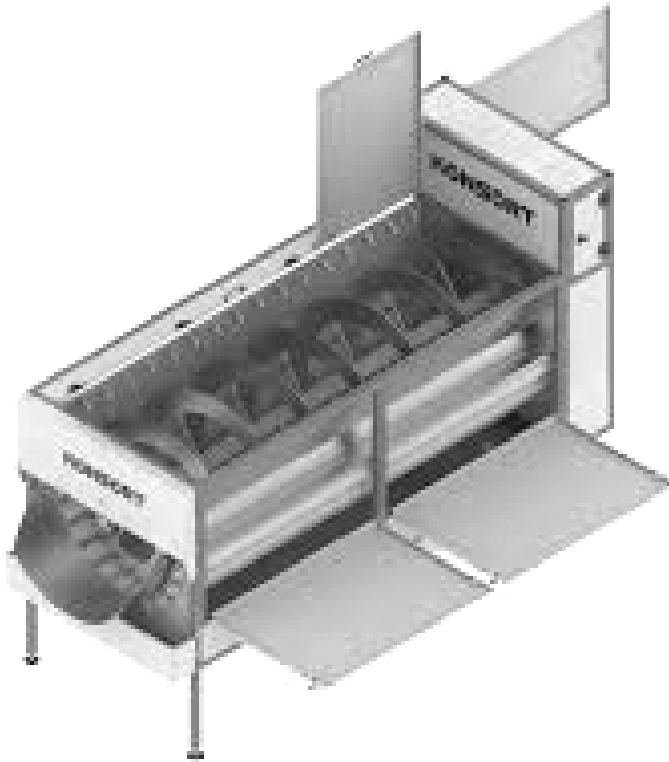


1 – ванна; 2 – кожух шнека; 3 – вивантажувальне вікно;
4 – гвинт; 5 – зрошувач

Рисунок 9.1 – Схема шнекової коренебульбомийки

Таблиця 9.1 – Вихідні дані для розрахунку коренебульбомийки

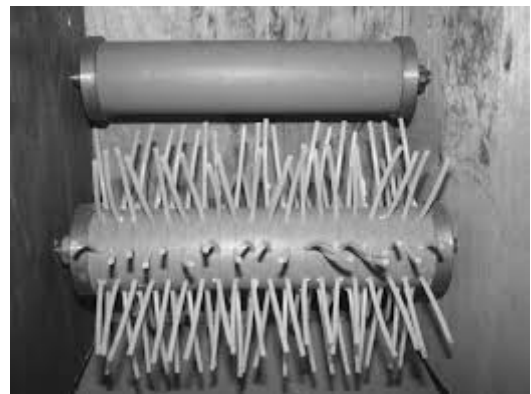
Варіант	Об'ємна маса коренебульбоплодів, кг/м ³	Коефіцієнт тертя	Кут пророднього відкосу коренеплодів під час руху, град	Продуктивність коренебульбомийки, кг/с	Коефіцієнт заповнення робочого об'єму шнека продуктом	Діаметр вала шнека, м	Крок гвинта шнека, м	Кут підйому гвинтової лінії шнека, град	Кут нахилу шнека до Горизонту, λ , град	Коефіцієнт, який врівнює зменшення продуктивності
	ρ_K	f_T	φ	Q_K	k_3	d_B	S_{III}	α_{III}	λ	k_H
1	540	0,47	25	1,0	0,20	0,25	0,50	10	45	0,44
2	530	0,48	26	1,1	0,21	0,24	0,48	11	44	0,44
3	520	0,49	27	1,2	0,22	0,23	0,45	12	43	0,44
4	510	0,48	26	1,3	0,23	0,22	0,44	13	42	0,45
5	500	0,47	25	1,4	0,24	0,21	0,42	14	41	0,45
6	510	0,44	22	1,5	0,25	0,20	0,40	15	40	0,46
7	500	0,43	23	1,6	0,26	0,19	0,42	16	39	0,46
8	490	0,42	24	1,7	0,27	0,18	0,44	17	38	0,46
9	480	0,43	23	1,8	0,28	0,17	0,46	18	37	0,47
10	470	0,44	22	1,9	0,29	0,16	0,48	19	36	0,47
11	620	0,45	30	1,0	0,30	0,15	0,50	20	35	0,48
12	630	0,46	29	0,9	0,31	0,16	0,48	19	34	0,49
13	640	0,47	28	0,8	0,32	0,17	0,46	18	33	0,50
14	650	0,46	29	0,7	0,33	0,18	0,44	17	32	0,51
15	660	0,45	30	0,6	0,34	0,19	0,42	16	31	0,52
16	600	0,49	27	0,5	0,35	0,20	0,40	15	30	0,53
17	590	0,48	26	0,6	0,36	0,21	0,42	14	29	0,54
18	580	0,47	25	0,7	0,33	0,22	0,44	13	28	0,55
19	570	0,48	26	0,8	0,32	0,23	0,46	12	27	0,56
20	560	0,49	27	0,9	0,31	0,24	0,48	11	26	0,57
21	550	0,42	24	1,0	0,30	0,25	0,50	10	25	0,58
22	540	0,43	23	1,1	0,29	0,24	0,48	11	24	0,59
23	530	0,44	22	1,2	0,28	0,23	0,46	12	23	0,60
24	520	0,43	23	1,3	0,27	0,22	0,44	13	22	0,61
25	510	0,42	24	1,4	0,26	0,21	0,42	14	21	0,62
26	515	0,45	22	0,6	0,27	0,15	0,45	15	34	0,45
27	525	0,46	25	0,7	0,28	0,16	0,48	17	36	0,47
28	535	0,47	27	0,8	0,29	0,17	0,50	19	38	0,49
29	545	0,48	23	0,5	0,30	0,18	0,40	13	40	0,51
30	555	0,49	28	0,6	0,31	0,19	0,43	18	42	0,53



Щітково-шнекова
мийка коренеплодів



Шнек мийки



Щітковий очисник
коренеплодів

Рисунок 9.2

9.2. Конструктивний розрахунок шнекової коренебульбомийки

Максимально допустиму кутову швидкість обертання шнека, рад/с, визначають за формулою

$$\omega_{Ш \max} = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \cos \psi \cdot (1 - f_T \cdot \operatorname{tg} \psi) \cdot S_{Ш}}{\pi \cdot \operatorname{tg} \alpha_{Ш} \cdot \sin \alpha_{Ш}}}, \quad (9.1)$$

де g – прискорення вільного падіння тіла, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

$\alpha_{Ш}$ – кут підйому гвинтової лінії шнека, град;

f_T – коефіцієнт тертя коренебульбоплодів по мокрій поверхні гвинта;

$S_{Ш}$ – крок гвинта шнека, м;

ψ – кут, утворений зовнішньою кромкою гвинта та вертикаллю, град.

Кут, утворений зовнішньою кромкою гвинта та вертикаллю, град., визначають за формулою

$$\psi = \lambda - \alpha_{Ш}, \quad (9.2)$$

де λ – кут нахилу шнека до горизонту, град.

Максимально допустиму частоту обертання шнека, об/хв, визначають за формулою

$$n_{Ш \max} = \frac{30 \omega_{Ш \max}}{\pi}. \quad (9.3)$$

Нормальна робота коренебульбомийки забезпечується під час рівномірного сповзання коренеплодів по стрічці гвинта та без їх перекидання через вал шнека, тобто при робочій кутовій швидкості, рад/с, яку визначають за формулою

$$\omega_{Ш} = (0,5 \dots 0,7) \omega_{Ш \max}. \quad (9.4)$$

Діаметр шнека коренебульбомийки, м, визначають за формулою

$$D_{Ш} = \sqrt{\frac{Q_K}{0,125 S_{Ш} \cdot \rho_K \cdot \omega_{Ш} \cdot k_3 \cdot k_H}} + d_B^2, \quad (9.5)$$

де Q_K – продуктивність коренебульбомийки, кг/с;

ρ_K – об'ємна маса коренебульбоплодів, кг/м³;

$S_{Ш}$ – крок гвинтової лінії шнека, м;

$\omega_{Ш}$ – кутова швидкість обертання гвинта, рад/с;

k_3 – коефіцієнт заповнення робочого об'єму шнека продуктом;

k_H – коефіцієнт, який враховує зменшення продуктивності внаслідок нахилу шнека до горизонту;

d_B – діаметр вала шнека, м.

Частоту обертання шнека коренебульбомийки, об/с, визначають за формулою

$$n_{Ш} = \frac{Q_K}{0,25 \pi (D_{Ш}^2 - d_B^2) S_{Ш} \cdot \rho_K \cdot k_3 \cdot k_H}. \quad (9.6)$$

Якщо при розрахунку $n_{Ш}$ більша за $n_{Ш \max}$, то приймаємо $n_{Ш \max}$.

Довжину гвинта коренебульбомийки визначають з необхідної тривалості процесу миття (мінімального часу перебування коренеплодів у мийці)

$$L_{III} = S_{III} \cdot n_{III} \cdot t_{III}, \quad (9.7)$$

де t_{III} – час перебування коренеплодів у кожусі шнека мийки,

$$t_{III} = 30 \dots 40 \text{ с.}$$

Об'єм завантажувальної ванни, м^3 , визначають за формулою

$$v_B = \frac{Q_K \cdot t_B}{\rho_K \cdot k_3}, \quad (9.8)$$

де t_B – час перебування коренебульбоплодів у ванні, $t_B = 90 \dots 120 \text{ с.}$

Масу коренебульбоплодів, кг , які знаходяться всередині шнека під час руху, визначають за формулою

$$m_K = \frac{(D_{III} + 2c)^2 - d_B^2}{4} \pi \cdot L_{III} \cdot k_3 \cdot \rho_K, \quad (9.9)$$

де c – зазор між гвинтом та кожухом шнека, $c = 10 \dots 15 \text{ мм.}$

9.3. Кінематичний розрахунок шнекової коренебульбомийки

Швидкість руху коренебульбоплодів, м/с , вздовж твірної кожуха шнека, визначають за формулою

$$V_{TK} = \frac{Q_K \cdot L_{III}}{G_K}, \quad (9.10)$$

де G_K – сила ваги коренеплодів, які знаходяться в кожусі шнека, Н ,

$$G_K = m_K \cdot g.$$

Абсолютну швидкість руху коренебульбоплодів, м/с , всередині кожуха шнека, визначають за формулою

$$V_{KIII} = \frac{V_{TK}}{\cos \varepsilon}, \quad (9.11)$$

де ε – кут нахилу дійсного шляху коренебульбоплодів всередині шнека відносно твірної кожуха, $\varepsilon = 65^\circ$.

Колову швидкість коренеплодів, м/с, по стінці кожуха, визначають за формулою

$$V_{СК} = V_{ТК} \cdot \operatorname{tg} \varepsilon. \quad (9.12)$$

Кутову швидкість обертання коренеплодів, рад/с, всередині кожуха, визначають за формулою

$$\omega_{КШ} = \frac{2 V_{СК}}{D_{Ш}}. \quad (9.13)$$

9.4. Силний розрахунок шнекової коренебульбомийки

Відцентрову силу, Н, яка притискує коренеплоди до кожуха, визначають за формулою

$$F_B = \frac{2 G_K \cdot V_{СК}^2}{D_{Ш} \cdot g}. \quad (9.14)$$

Силу тертя, Н, яка виникає під час переміщення коренеплодів по кожуху, визначають за формулою

$$F_K = f_T (F_B + G_K \cdot \cos \lambda \cdot \cos \varphi), \quad (9.15)$$

де φ – кут природного відкосу коренеплодів під час руху, $\varphi = 25^\circ$.

Силу підняття коренеплодів, Н, визначають за формулою

$$F_{\Pi} = G_K [\sin \lambda \cdot \operatorname{tg}(\alpha_1 + \gamma_{Т.К}) + \cos \lambda \cdot \sin \varphi], \quad (9.16)$$

де $\gamma_{Т.К}$ – кут тертя коренеплодів об кожух під час руху, град.,

$$\gamma_{Т.К} = \operatorname{arctg} \varphi;$$

α_1 – кут підйому витків шнека по центру ваги шару коренеплодів, які переміщуються, град.

Кут підйому витків шнека, град., по центру ваги шару коренеплодів, які переміщуються, визначають за формулою

$$\alpha_1 = \operatorname{arctg} \frac{S_{III}}{0,8 \pi \cdot D_{III}}. \quad (9.17)$$

Силу, H , необхідну для тертя коренеплодів об кожух, визначають за формулою

$$F_T = F_K [\cos \varepsilon \cdot \operatorname{tg}(\alpha_{III} + \gamma_{T.K}) + \sin \varepsilon]. \quad (9.18)$$

9.5. Енергетичний розрахунок шнекової коренебульбомийки

Потужність на привод шнека, W_T , визначають за формулою

$$N_{III} = (N_1 + N_2) K + N_3 + N_4, \quad (9.19)$$

де N_1 – потужність, яка витрачається на тертя матеріалу по жолобу і підймання його на висоту транспортування, Вт;

N_2 – потужність, яка витрачається на тертя матеріалу об шнек, Вт;

N_3 – потужність, яка витрачається на подолання тертя в підшипниках;

N_4 – потужність, яка витрачається на холостий хід;

K – коефіцієнт, який враховує перемішування й подрібнення матеріалу, $K=1,05 \dots 1,4$; для коренебульбоплодів $K=1,05$.

Узагальнена формула для визначення потужності на привод шнека має вигляд

$$N_{III} = K \cdot c \cdot Q_{III} \cdot g (L_{\Gamma} + H_{\Pi}) f_K, \quad (9.20)$$

де L_{Γ} – горизонтальна проекція шнека, м, $L_{\Gamma} = L_{III} \cdot \cos \tau$;

H_{Π} – висота підймання матеріалу (вертикальна проекція шнека), м,

$$H_{\Pi} = L_{III} \cdot \sin \tau ;$$

c – коефіцієнт, який враховує кут нахилу шнека, τ . Значення наведено у таблиці 9.2.

Таблиця 9.2 – Значення коефіцієнта

Кут нахилу шнека, τ	До 20	20...25	25...30	30...35	35...40	40...45	45...90
Коефіцієнт, c	10	10,5	11,3	12	13,2	14	20...30

Енергетичний розрахунок можна виконувати ще й за такою методикою.

Потужність, кВт, яка витрачається на подолання сил тертя, визначають за формулою

$$N_1 = \frac{F \cdot V}{102}. \quad (9.21)$$

Потужність, кВт, яка витрачається на підйом коренебульбоплодів, визначають за формулою

$$N_2 = \frac{(F_{II} \cdot D_0 + F_T \cdot D_{III}) \cdot (\omega_{III} - \omega_{KIII})}{204}, \quad (9.22)$$

де D_0 – діаметр витка по центру ваги шару коренеплодів, що лежать на ньому, м, $D_0 = 0,8 D_{III}$.

Потужність, кВт, яка витрачається на привод коренебульбомийки, визначають за формулою

$$N = \frac{(N_1 + N_2) \cdot W_0}{\eta}, \quad (9.23)$$

де W_0 – коефіцієнт, який враховує затрати енергії на переміщення і перетирання забруднених коренебульбоплодів, $W_0 = 1,5 \dots 1,7$;

η – к.к.д. підшипників вала шнека, для одного підшипника беруть $\eta = 0,96$.

Завдання для звіту

1. Визначити кутову швидкість і частоту обертання шнека, його діаметр і довжину, об'єм ванни та масу коренеплодів, які знаходяться всередині шнека під час руху.
2. Визначити швидкість руху коренеплодів вздовж твірної кожуха шнека, колову швидкість обертання коренеплодів по стінці кожуха та кутову швидкість коренеплодів всередині шнека.
3. Визначити сили, що діють на коренеплід, розміщений в кожусі шнека, та потужність, яка витрачається на привод шнека.

Практичне заняття № 10

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ГОРИЗОНТАЛЬНО-ДИСКОВОЇ КОРЕНЕБУЛЬБОРІЗКИ

Мета роботи: визначити конструктивно-енергетичні параметри горизонтально-дискової коренебульборізки.

План роботи

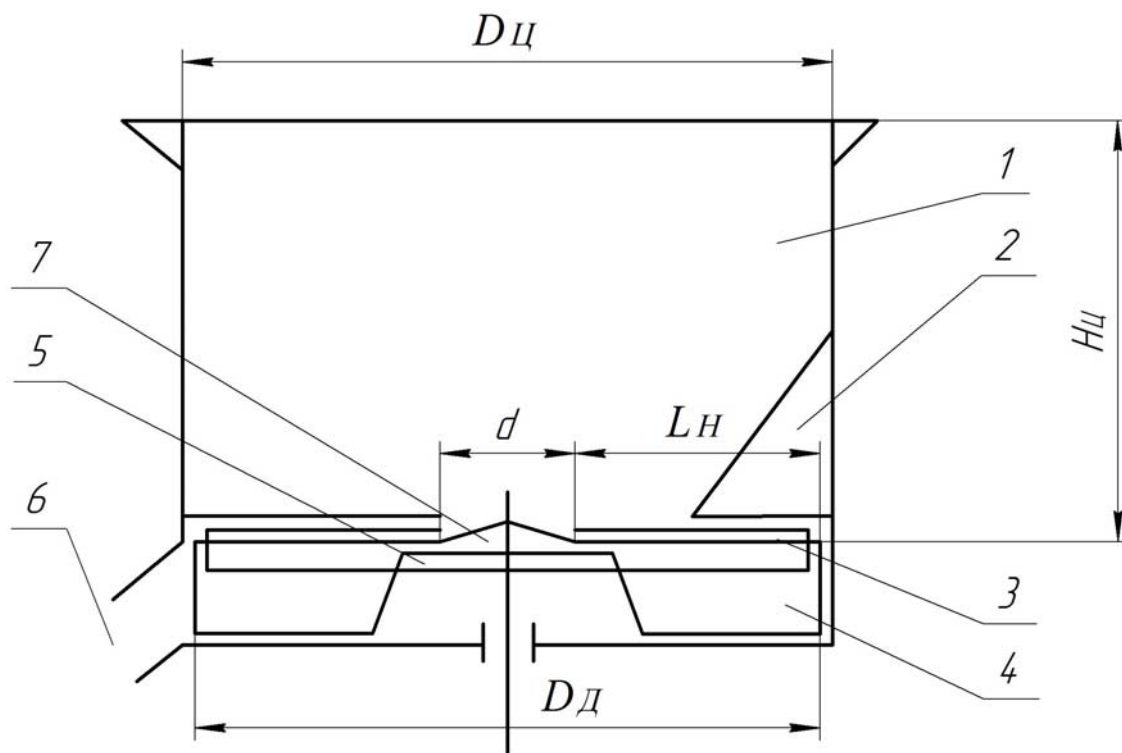
Виписати з таблиці 10.1 вихідні дані згідно варіанту, визначити конструктивно-енергетичні параметри горизонтально-дискової коренебульборізки.

10.1. Методика розрахунку горизонтально-дискової коренебульборізки

Методика розрахунку горизонтально-дискової коренебульборізки з рухомим ножем впливає з її конструктивно-технологічної схеми, яка наведена на рисунку 10.1.

Загальний вигляд горизонтально-дискової коренебульборізки та ріжучі диски зображені на рисунку 10.2.

На рисунку 10.3 показана універсальна корморізка.



1 – циліндр; 2 – упор; 3 – рухомий ніж; 4 – крилач; 5 – диск;
6 – вивантажувальна горловина; 7 – корпус

Рисунок 10.1 – Схема горизонтально-дискової коренебульборізки з рухомим ножем

Таблиця 10.1 – Вихідні дані для розрахунку горизонтально-дискової коренебульборізки

Варіант	Густина коренеплодів, кг/м^3	Продуктивність горизонтально-дискової коренебульборізки, кг/с	Максимальна товщина стружки коренеплодів, мм	Кількість ножів коренебульборізки, шт.	Коефіцієнт тертя поверхні розрізу коренеплодів об поверхню диска
	ρ_K	Q_K	b_{\max}	Z_H	f_T
1	540	0,5	15	2	0,70
2	530	0,6	14	3	0,71
3	520	0,7	13	4	0,72
4	510	0,8	12	5	0,73
5	500	0,9	11	6	0,74
6	510	1,0	10	5	0,75
7	500	1,1	9	4	0,76
8	490	1,2	8	3	0,77
9	480	1,3	7	2	0,78
10	470	1,4	6	3	0,79
11	620	1,3	5	4	0,80
12	630	1,2	6	5	0,81
13	640	1,1	7	6	0,82
14	650	1,0	8	5	0,83
15	660	0,9	9	4	0,84
16	600	0,8	10	3	0,83
17	590	0,7	11	2	0,82
18	580	0,6	12	3	0,81
19	570	0,5	13	4	0,80
20	560	0,4	14	5	0,79
21	550	0,5	15	6	0,78
22	540	0,6	14	5	0,77
23	530	0,7	13	4	0,76
24	520	0,8	12	3	0,75
25	510	0,9	11	2	0,74
26	515	1,0	15	4	0,70
27	525	1,1	14	3	0,72
28	535	1,2	13	5	0,75
29	545	1,3,	12	2	0,77
30	555	1,4	15	3	0,79



Горизонтально-дисккові коренерізки



Диски з ножами коренерізок

Рисунок 10.2

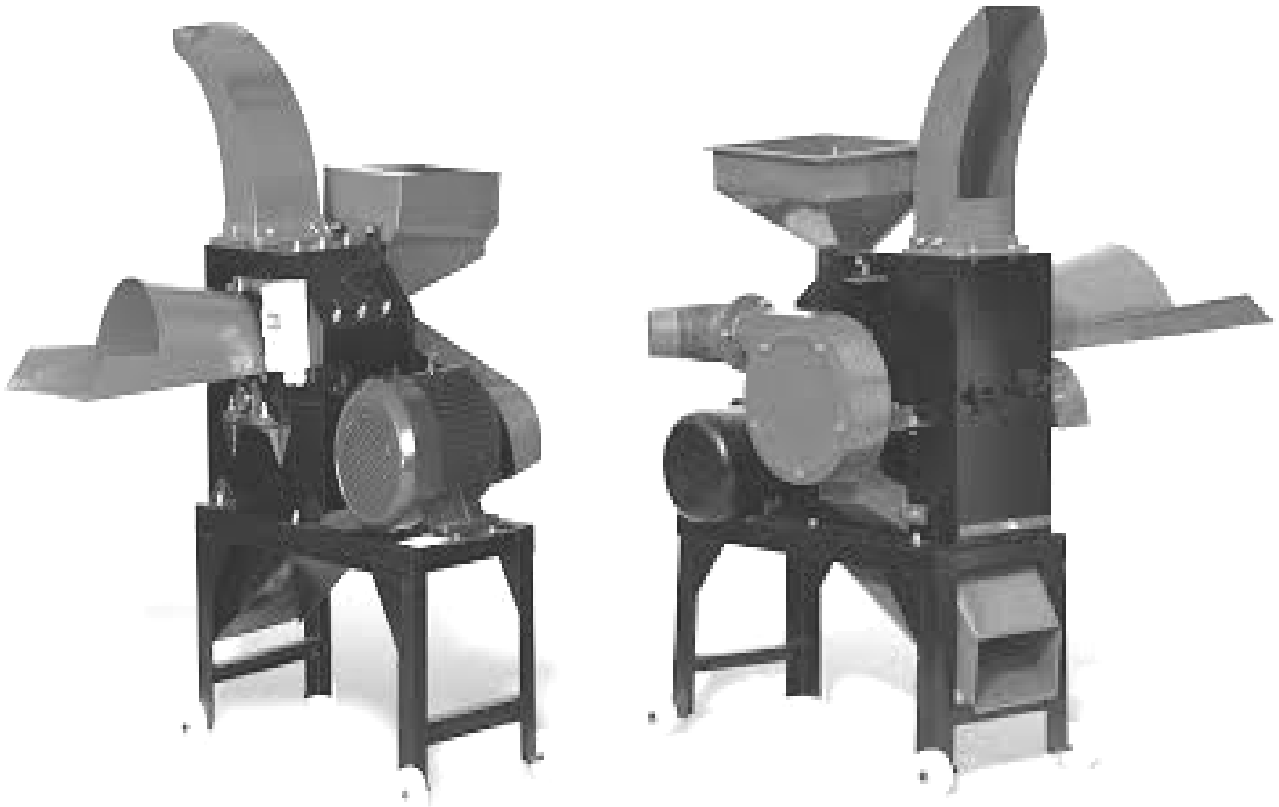


Рисунок 10.3 – Універсальний подрібнювач кормів

10.2. Конструктивний розрахунок горизонтально-дислової коренебульборізки

Максимальну частоту обертання диска з ножами, об/с, горизонтально-дислової коренебульборізки, визначають за формулою

$$n_{\max} = \sqrt{\frac{2g}{b_{\max} \cdot Z_H^2}}, \quad (10.1)$$

де b_{\max} – максимальна товщина стружки, м;

g – прискорення вільного падіння тіла, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

Z_H – кількість ножів, шт.

Дійсну частоту обертання диска, об/с, визначають за формулою

$$n_{\partial} = (0,7 \dots 0,8) n_{\max}. \quad (10.2)$$

Зовнішній діаметр кола, м, яке описують ножі, визначають за формулою

$$D_K = \sqrt{\frac{250 Q_K}{b_{\min} \cdot Z_H \cdot \rho_K \cdot K_H \cdot \pi \cdot n_d}}, \quad (10.3)$$

де Q_K – продуктивність горизонтально-дискової коренебульборізки, кг/с;
 b_{\min} – мінімальна товщина стружки, ($b_{\min} = 5$ мм);
 K_H – конструктивний елемент використання довжини ножа, $K_H = 0,8$;
 ρ_K – густина коренеплодів, кг/м³.

Довжину ножа, м, визначають за формулою

$$L_H = \frac{D_K - d_D}{2}, \quad (10.4)$$

де d_D – діаметр диска по внутрішньому кінцю ножа, $d = 0,08...0,12$ м.

Діаметр диска, м, горизонтально-дискової коренебульборізки, визначають за формулою

$$D_D = D_K + 0,01. \quad (10.5)$$

Діаметр завантажувального циліндра, м, визначають за формулою

$$D_{Ц} = D_D + 0,01. \quad (10.6)$$

Об'єм завантажувального циліндра, м, визначають за формулою

$$v_{Ц} = \frac{60 t_{Ц} \cdot Q_K}{\rho_K}, \quad (10.7)$$

де $t_{Ц}$ – максимально допустимий час перебування коренеплодів у циліндрі, при якому забезпечується безперервна робота коренерізки, $t_{Ц} = 10...15$ хв.

Висоту завантажувального циліндра, м, визначають за формулою

$$H_{Ц} = \frac{4 v_{Ц}}{\pi \cdot D_{Ц}^2}. \quad (10.8)$$

10.3. Енергетичний розрахунок горизонтально-дискової коренебульборізки

Потужність, кВт, яку необхідно затратити для подрібнення коренеплодів, визначають за формулою

$$N_{\text{ПОДР}} = q_P \cdot L_H \cdot K_H \cdot K \cdot Z_H \cdot n_{\partial} \left(\frac{D_K + d_D}{2} \right), \quad (10.9)$$

де q_P – питоме зусилля різання, $q_P = 170$ Н/м;

L_H – довжина ножа мм;

K – коефіцієнт, який враховує проміжки між коренеплодами, $K = 0,6$.

Потужність, яку необхідно затратити для подолання сил тертя коренеплодів об диск, кВт, визначають за формулою

$$N_T = f_T \cdot Q_K \cdot R \cdot n_{\partial} \cdot K_1 \cdot t_1, \quad (10.10)$$

де f_T – коефіцієнт тертя (руху) поверхні розрізу коренеплодів об поверхню диска;

R – зовнішній радіус, який описують ножі, м;

K_1 – коефіцієнт, який враховує зменшення сил тертя за рахунок зрізання коренеплодів, $K_1 = 0,8$;

t_1 – час, при якому забезпечується виконання заданої продуктивності.

Зовнішній радіус, м, який описують ножі, визначають за формулою

$$R = \frac{D_K}{2}. \quad (10.11)$$

Потужність, кВт, яку необхідно затратити для приводу коренебульборізки, визначають за формулою

$$N = N_{\text{ПОДР}} + N_T. \quad (10.12)$$

Завдання для звіту

1. Викреслити конструктивно-технологічну схему горизонтально-дискової коренерізки.
2. Визначити максимальну і дійсну частоту обертання диска, зовнішній діаметр і висоту циліндра та потужність, яка необхідна для приводу коренерізки.

Самостійна робота на тему:

МАШИНИ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ

Мета роботи: вивчити будову і принцип роботи та можливі регулювання машин для подрібнення коренеплодів; вивчити правила експлуатації та техніки безпеки під час експлуатації таких подрібнювачів.

Матеріальне забезпечення: подрібнювачі коренеплодів КПІ-4; ИКМ-Ф-10; технічна документація; навчальні плакати; лінійка; штангенциркуль; відеоматеріали.

План роботи

1. Встановити призначення подрібнювачів ИКМ-Ф-10, КПІ-4.
2. Вивчити будову, принцип роботи та основні регулювання подрібнювачів коренеплодів.
3. Вивчити будову та принцип роботи основних механізмів подрібнювачів коренеплодів.
5. Вивчити технологічний процес подрібнення коренеплодів та технічні характеристики подрібнювача.
5. Скласти технологічну схему подрібнювача.
6. Вивчити призначення, будову, технічні характеристики та принцип роботи машин та обладнання закордонного виробництва, які використовують в Україні для подрібнення коренеплодів.
7. Виконати розрахункову частину роботи.

Порядок роботи

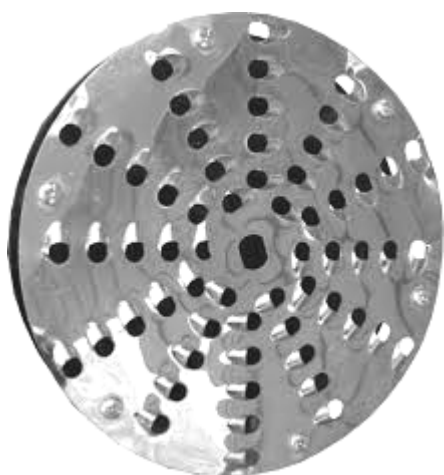
Встановлюють призначення (відповідно до марки) машин для подрібнення коренеплодів (рисунки С13). Для вивчення подрібнювача ИКМ-Ф-10 необхідно знежирити машину, зняти запобіжні решітки, що закривають доступ до механізмів. Вивчають загальну будову, технічні характеристики та принцип роботи подрібнювача. Вивчають будову та функціональне призначення основних механізмів подрібнювача: ванна для миття, вертикальний шнек з крилачем, механізм видалення каміння, система гідравлічного миття коренеплодів, електрообладнання.

Вивчають можливі регулювання машини ИКМ-Ф-10. Вивчають технологічний процес подрібнення коренеплодів та систему видалення каміння.

Складають технологічну схему подрібнювача. Вивчають правила експлуатації та техніки безпеки під час роботи подрібнювача.



Рисунок С13



Різальний диск корморізки



Ножі корморізки

Рисунок С14

Вивчають призначення, будову, технічні характеристики та принцип роботи машин та обладнання закордонного виробництва, які використовують в Україні для подрібнення коренеплодів.

Виконують розрахунок продуктивності подрібнювача для умови, наведеної у задачі.

Розв'язати задачу

Дано: подрібнюваний продукт – кормові буряки, об'ємна маса (густина або щільність) буряків $\rho = 500 \dots 700 \text{ кг/м}^3$, кут встановлення шнека до горизонту – 90° .

Розрахувати продуктивність подрібнювача ИКМ-Ф-10.

Технічну продуктивність подрібнювача, кг/с, визначають за формулою

$$Q_K = \frac{\pi (D_{Ш}^2 - d_{Ш}^2)}{2} S_{Ш} \cdot n_{Ш} \cdot \rho_B \cdot K_3 \cdot K_H, \quad (6)$$

де $D_{Ш}$ – зовнішній діаметр шнека, $D_{Ш} = 0,3 \dots 0,6 \text{ м}$;

$d_{Ш}$ – внутрішній діаметр шнека, $d_{Ш} = (0,15 \dots 0,25) \cdot D_{Ш}$, м;

$S_{Ш}$ – крок гвинтової лінії шнека, м;

$n_{Ш}$ – частота обертання шнека, с^{-1} ;

K_3 – коефіцієнт заповнення шнека, $K_3 = 0,3 \dots 0,4$;

K_H – коефіцієнт, який враховує зниження продуктивності шнека при збільшенні кута його встановлення, $K_H = 0,07 \dots 0,09$.

Значення D_{III} , d_{III} та S_{III} визначають вимірюванням на машині або з технічної характеристики.

Виконавши розрахунки, аналізують формулу для визначення продуктивності і встановлюють можливі шляхи її збільшення.

Переходять до вивчення коренерізки КПИ-4. Вивчають призначення машини, її будову, принцип роботи; технологію подрібнення коренебульбоплодів.

Вивчають основні правила експлуатації і техніки безпеки машин для подрібнення коренеплодів.

Результати виконання самостійної роботи

1. Описати подрібнювач коренеплодів ИКМ-Ф-10 (призначення, будова, принципи роботи, основні регулювання).
2. Описати технологічний процес подрібнення коренеплодів машиною ИКМ-Ф-10.
3. Зобразити технологічну схему подрібнювача.
4. Описати правила експлуатації і техніки безпеки подрібнювача.
5. Розрахувати та проаналізувати формулу для визначення продуктивності подрібнювача ИКМ-Ф-10.
6. Навести загальні відомості про коренерізку КПИ-4 (призначення, будова, принцип роботи, правила експлуатації).
7. Описати машини інших конструкцій, які використовують для подрібнення коренеплодів.

Контрольні запитання

1. Яке призначення машин ИКМ-Ф-10, КПИ-4 та принцип їх роботи?
2. Пояснити будову машин ИКМ-Ф-10, КПИ-4 та їх основні регулювання.
3. Який порядок експлуатації машин ИКМ-Ф-10, КПИ-4?
4. Які основні правила техніки безпеки під час експлуатації подрібнювачів коренеплодів?
5. Які можливі шляхи підвищення продуктивності подрібнювача ИКМ-Ф-10?
6. Проаналізувати можливість використання вивчених машин на малих фермах.

Практичне заняття № 11
ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ
ГОРИЗОНТАЛЬНО-ЛОПАТЕВОГО ЗМІШУВАЧА КОРМІВ

Мета роботи: вивчити методику розрахунку основних параметрів горизонтально-лопатевого змішувача кормів.

План роботи

Виписати з таблиці 11.1 вихідні дані згідно варіанту та визначити основні параметри горизонтально-лопатевого змішувача кормів (рисунки 11.1-11.2).

12.1. Технологічний розрахунок горизонтально-лопатевого змішувача кормів

Об'єм змішувачів кормів, м³, необхідних для обслуговування всього поголів'я тварин на фермі, визначають за формулою

$$v_{3M} = \frac{q_D \cdot m_N}{n_{Ц} \cdot \rho_{КС} \cdot k_{3M}}, \quad (11.1)$$

де q_D – добова норма видачі кормосуміші одній тварині, кг/гол.;

m_N – кількість тварин, шт;

$n_{Ц}$ – кількість циклів приготування кормосуміші, шт;

$\rho_{КС}$ – густина кормосуміші, кг/м³;

k_{3M} – коефіцієнт використання об'єму змішувача.

Кількість змішувачів, шт., визначають за формулою

$$n_3 = \frac{v_{3M}}{n_{Ц}}. \quad (11.2)$$

Кількість змішувачів кормів заокруглюють до цілого числа.

Об'єм одного змішувача кормів, м³, визначають за формулою

$$v_{13M} = \frac{v_{3M}}{n_3}. \quad (11.3)$$

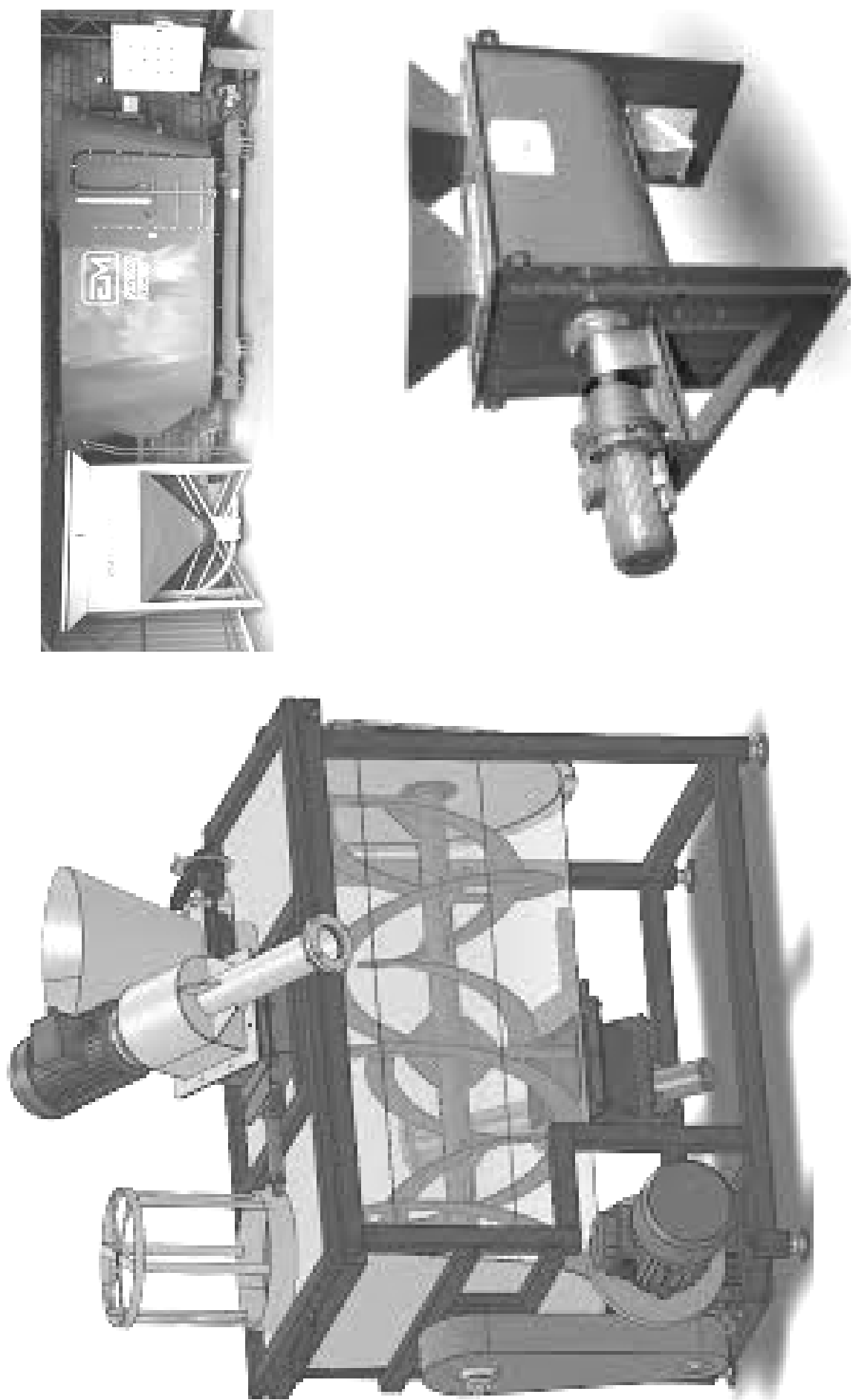


Рисунок 11.1

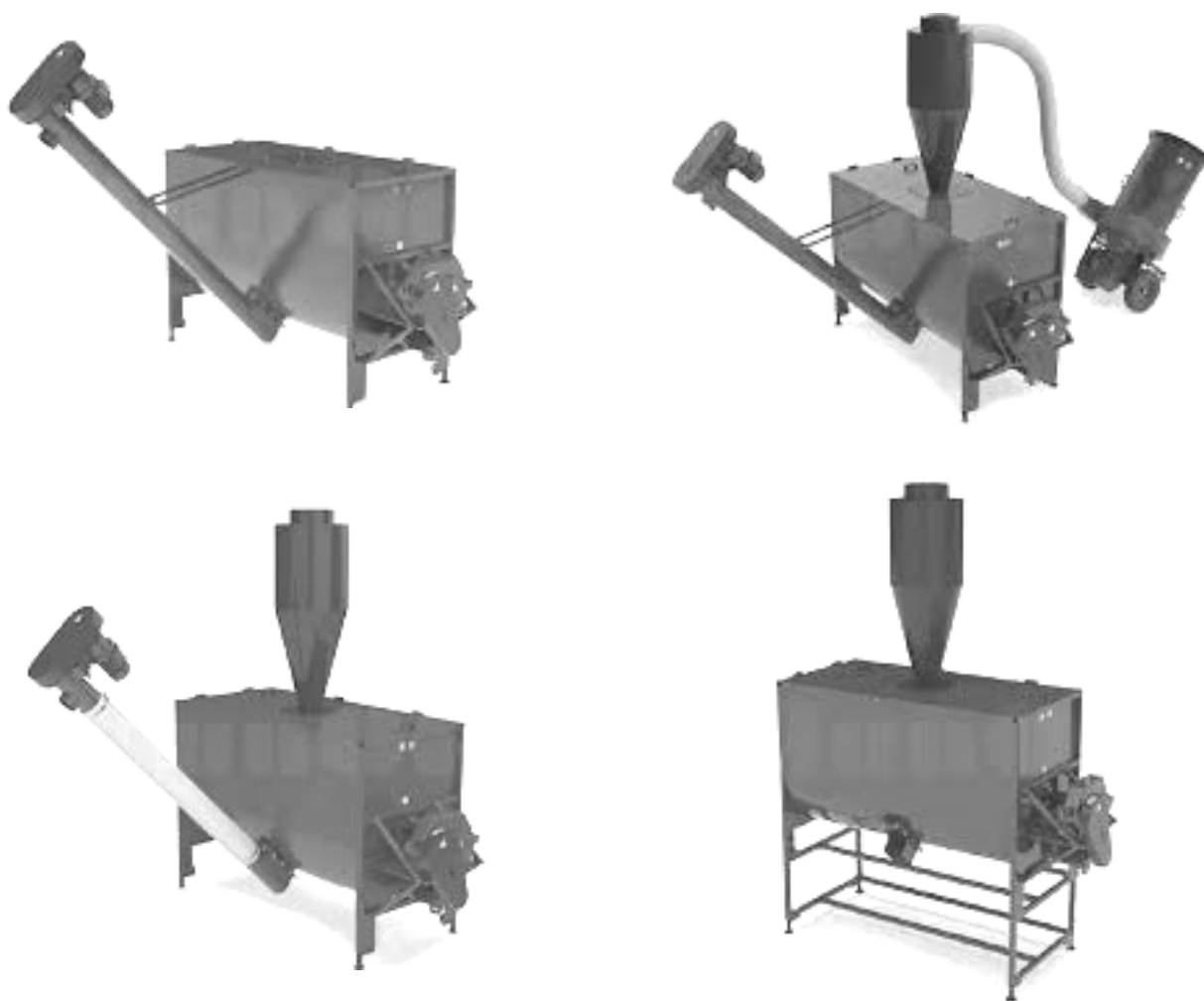


Рисунок 11.2

Пропускную здатність (продуктивність) одного змішувача кормів, кг/год, визначають за формулою

$$Q_{13M} = \frac{60 v_{13M} \cdot n_3 \cdot \rho_{КС} \cdot k_{3M}}{T_{Ц}}, \quad (11.4)$$

де $T_{Ц}$ – тривалість циклу приготування однієї порції кормосуміші, хв.

11.2. Конструктивний розрахунок горизонтально-лопатевого змішувача кормів

Довжину гвинта змішувача кормів (приймають такою, що дорівнює довжині змішувача), м, визначають за формулою

$$L_{3M} = \frac{v_{13M}}{B_{3M} \cdot H_{3M}}, \quad (11.5)$$

де B_{3M} , H_{3M} – відповідно ширина і висота змішувача, м.

Співвідношення між шириною та висотою змішувача виражають коефіцієнтом $K = \frac{H_{3M}}{B_{3M}} = 0,7 \dots 0,8$.

Значення ширини змішувача, м, наближено можна визначити із залежності $B_{3M} \approx 1,8 D_{3M}$.

Кількість лопатей, шт., що розміщені на одній мішалці, визначають за формулою

$$Z_{Л} = \frac{360 L_{3M}}{S_{У.Л} \cdot \beta^{\circ}}, \quad (11.6)$$

де $S_{У.Л}$ – крок установки лопатей, $S_{У.Л} = 0,2$ м;

β – кутовий інтервал розміщення лопатей, град.

Кількість одночасно занурених лопатей, шт., визначають за формулою

$$Z_{ЛО} = \frac{L_{3M}}{S_{У.Л}} \left(\frac{180^{\circ}}{\beta^{\circ}} - m \right). \quad (11.7)$$

При кутовому інтервалі розміщення лопатей $\beta = 45^{\circ}$, $m = 3$, при $\beta = 60^{\circ}$ і $\beta = 72^{\circ}$ $m = 2$, $\beta = 90^{\circ}$ при $m = 1$.

11.3. Силовий розрахунок горизонтально-лопатевого змішувача кормів

Схема сил, що діють у площині перпендикулярній осі вала мішалки, коли лопать занурена в корм, що перемішується, зображена на рисунку 11.3.

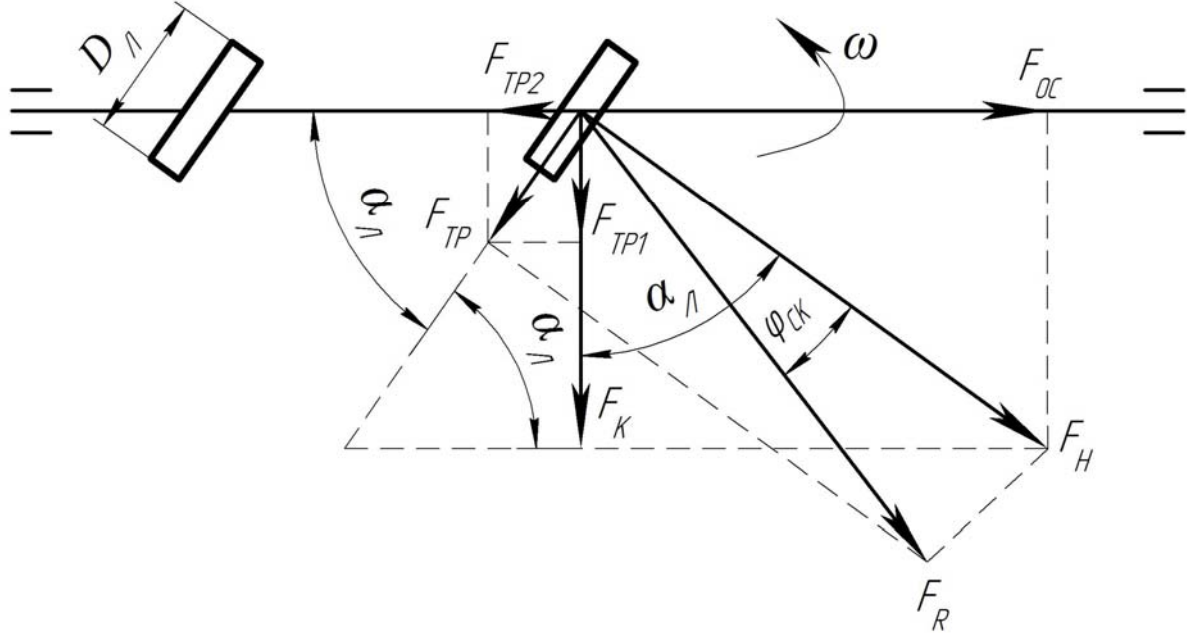


Рисунок 11.3 – Схема сил, що діють на лопать

Під час руху лопаті, зануреної в кормосуміш, опір, що діє на її довжині, поширюється за законом трикутника (рисунок 11.4), а точка прикладання рівнодійної знаходиться в центрі ваги цього трикутника, тобто на відстані r_{CP} , яка дорівнює $2/3$ довжини лопаті від осі обертання. При неповному заповненні ємкості і обертанні лопаті глибина її занурення постійно змінюється.

Нормальну складову сили опору, H , визначають за формулою

$$F_H = 9,81 \rho_{KC} \cdot h_{CP} \cdot S_L \cdot tg^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi_{СК}}{2} \right), \quad (11.8)$$

де h_{CP} – середня глибина, яка дорівнює половині найбільшої глибини занурення лопаті, $h_{CP} = (1/4) D_L$, м;

$\varphi_{СК}$ – кут внутрішнього тертя кормосуміші, $\varphi_{СК} = \arctg f_T$;

S_L – проекція площі лопаті (зануреної в матеріал) на напрямок обертання.

Проекцію площі лопаті (зануреної в матеріал) на напрямок обертання, m^2 , визначають за формулою

$$S_{Л} = b_M \left(R_{Л} - \frac{d_B}{2} \right) \cos \alpha_{Л}, \quad (11.9)$$

де b_M – ширина мішалки, м, $b_M = 0,1$ м;

$R_{Л}$ – радіус лопаті мішалки, м;

d_B – діаметр вала мішалки, $d_B = 0,05$ м;

$\alpha_{Л}$ – кут нахилу лопаті до осі обертання вала мішалки, $\alpha_{Л} = 35^\circ$.

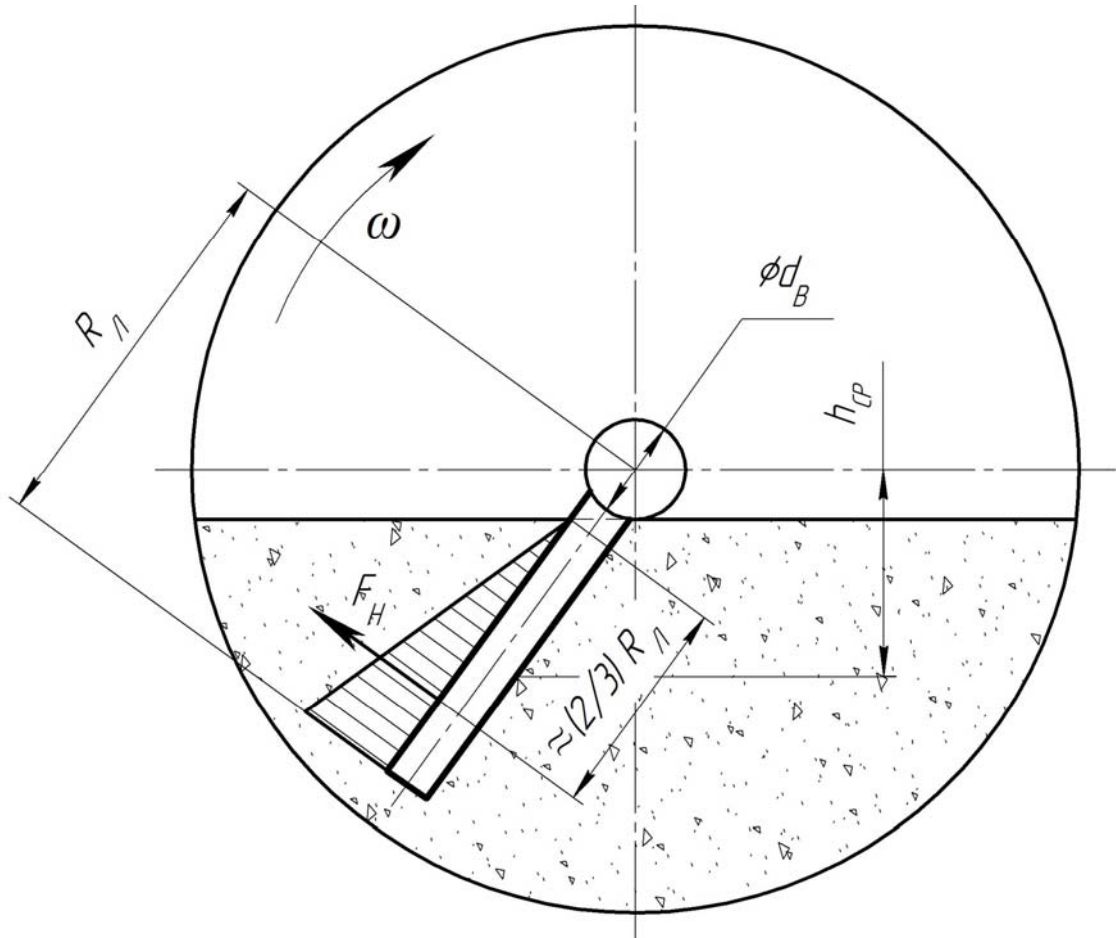


Рисунок 11.4 – Розрахункова схема лопатевого змішувача

Колове зусилля, що діє на лопать, H , визначають за формулою

$$F_K = F_H (\cos \alpha_{Л} + f_T \cdot \sin \alpha_{Л}), \quad (11.10)$$

де f_T – коефіцієнт тертя кормосуміші об поверхню лопаті.

Осьове зусилля, H , визначають за формулою

$$F_{OC} = F_H (\sin \alpha_{Л} - f_T \cdot \cos \alpha_{Л}). \quad (11.11)$$

11.4. Кінематичний розрахунок горизонтально-лопатевого змішувача кормів

Максимально допустиму кутову швидкість обертання лопатей мішалки, рад/с, визначають за формулою

$$\omega_{L \max} = \sqrt{\frac{g}{R_L}}, \quad (11.12)$$

де g – прискорення вільного падіння тіла, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Колову швидкість переміщення кормосуміші, м/с, визначають за формулою

$$V_K = \omega_{L \max} \cdot r_{CP}. \quad (11.13)$$

Осьову швидкість переміщення кормосуміші, м/с, визначають за формулою

$$V_{OC} = V_K \cdot \cos \alpha_L \cdot \sin \alpha_L. \quad (11.14)$$

11.5. Енергетичний розрахунок горизонтально-лопатевого змішувача кормів

Потужність, кВт, яку необхідно затратити для приводу лопатей мішалки, визначають за формулою

$$N = \frac{(F_K \cdot V_K + F_{OC} \cdot V_{OC}) Z_L \cdot Z_M}{1000}, \quad (12.15)$$

де Z_M – кількість мішалок, $Z_M = 2$ шт.

Завдання для звіту

1. Викреслити схему сил, що діють на лопать мішалки та розрахункову схему змішувача кормів.
2. Визначити об'єм змішувача кормів, його пропускну здатність (продуктивність), загальну кількість та кількість одночасно занурених лопатей.
3. Визначити нормальну складову сили опору, колове та осьове зусилля, що діють на лопать.
4. Визначити максимально допустиму кутову швидкість обертання лопатей, колову та осьову швидкість переміщення кормосуміші та потужність, необхідну для приводу лопатей.

Таблиця 11.1 – Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Добова норма видачі кормосуміші, кг/год	Кількість тварин, голів	Кількість циклів приготування кормосуміші	Густина кормосуміші, кг/м ³	Коефіцієнт використання об'єму змішувача	Діаметр лопаті, м	Кутовий інтервал розміщення лопатей, град.	Коефіцієнт тертя кормосуміші об поверхню лопаті	Тривалість циклу приготування однієї порції кормосуміші, хв.
	q_D	m_N	$n_{Ц}$	$\rho_{КС}$	$k_{ЗМ}$	$D_{Л}$	β	f_T	$T_{Ц}$
1	15	200	2	200	0,60	0,8	45	0,30	10
2	20	400	2	250	0,65	0,9	60	0,35	11
3	25	600	2	300	0,70	1,0	72	0,40	12
4	30	800	3	350	0,75	1,1	90	0,45	13
5	14	1000	3	400	0,80	1,2	45	0,50	14
6	16	1200	3	450	0,60	1,3	60	0,55	15
7	18	1400	4	500	0,65	1,4	72	0,60	10
8	24	1600	4	550	0,70	1,5	90	0,30	11
9	33	1800	5	600	0,75	0,8	45	0,35	12
10	15	2000	5	650	0,80	0,9	60	0,40	13
11	27	200	3	200	0,60	1,0	72	0,45	14
12	55	400	2	250	0,65	1,1	90	0,40	15
13	50	600	4	300	0,70	1,2	45	0,55	10
14	45	800	5	350	0,75	1,3	60	0,60	11
15	40	1000	4	400	0,80	1,4	72	0,30	12
16	35	1200	5	450	0,60	1,5	90	0,35	13
17	30	1400	4	500	0,65	0,8	45	0,40	14
18	25	1600	5	550	0,70	0,9	60	0,45	15
19	20	1800	4	600	0,75	1,0	72	0,50	10
20	15	2000	5	650	0,80	1,1	90	0,55	11
21	24	150	1	410	0,72	1,2	45	0,30	32
22	22	170	1	430	0,74	0,9	60	0,35	13
23	21	190	1	440	0,76	0,8	72	0,40	14
24	25	210	2	455	0,78	0,7	90	0,45	15
25	18	230	2	465	0,80	1,0	45	0,50	10
26	15	250	2	475	0,62	1,1	60	0,55	11
27	14	270	2	485	0,64	1,2	72	0,30	12
28	19	290	3	495	0,66	1,3	90	0,35	13
29	20	310	3	505	0,68	1,4	45	0,40	14
30	23	330	3	515	0,70	1,5	60	0,45	15

Самостійна робота на тему:

МАШИНИ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ КОРМОВИХ СУМІШЕЙ

Мета роботи: вивчити призначення, будову, принцип роботи, правила експлуатації та техніки безпеки при експлуатації машин для приготування кормових сумішей.

Матеріальне забезпечення: змішувач С-12А; технічна документація; навчальні плакати; набір ключів; вимірювальні інструменти; відеоматеріали.

План роботи

1. Вивчити технологію приготування кормових сумішей з використанням запарників-змішувачів.
2. Вивчити будову, принцип роботи та технічні характеристики машин для приготування кормових сумішей.
3. Вивчити основні механізми, що входять у склад запарників-змішувачів та їх можливі регулювання.
4. Вивчити правила експлуатації та техніки безпеки під час виконання технологічного процесу змішування кормів.
5. Встановити конструктивні відмінності та технологічні особливості машин для приготування кормових сумішей.
6. Вивчити будову, принцип роботи та технічні характеристики змішувачів кормів закордонного виробництва.
7. Виконати розрахункову частину роботи.

Порядок роботи

Встановлюють призначення запарника-змішувача кормів С-12А (рисунок С15), інших машин для приготування кормових сумішей (рисунки С15-С21) та вимоги, які ставлять до приготування кормових сумішей.

Вивчають будову машини та основних її механізмів. Вивчають принципи роботи основних механізмів С-12А та можливі регулювання при роботі змішувача.

Вивчають технологію приготування кормів за допомогою змішувача С-12А. Вивчають технічні характеристики запарника-змішувача.

Вивчають правила експлуатації та техніки безпеки під час використання змішувача С-12А.



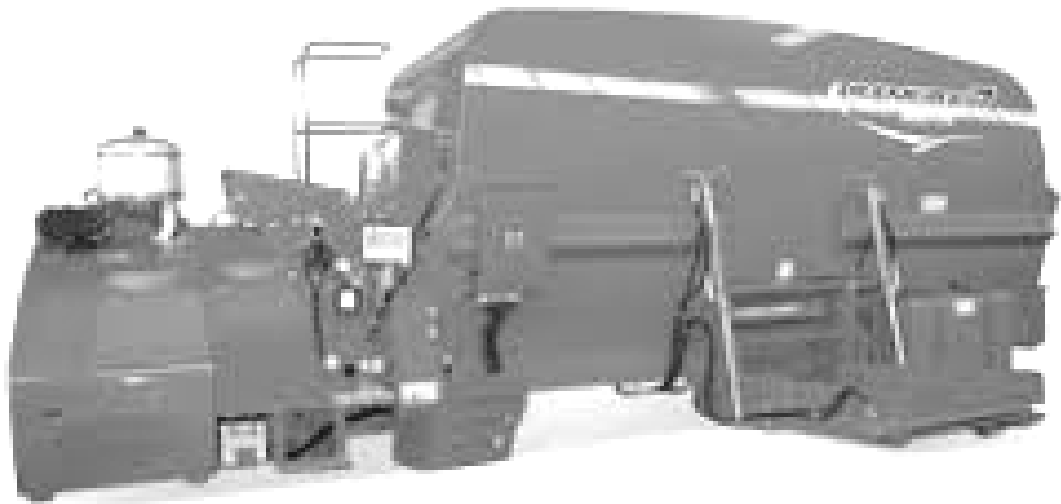
Запарник-змішувач кормів С-12А



Змішувач компонентів комбікорму
Рисунок С15



Змішувач сухих кормів



Кормозмішувач горизонтальний



Кормозмішувач причіпний

Рисунок С16



Кормозмішувач стаціонарний стрічково-лопатевий

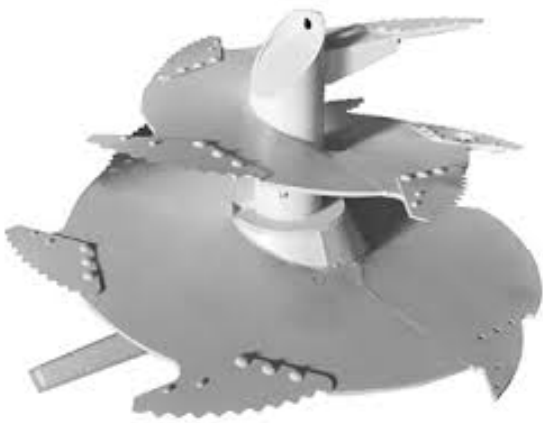


Кормозмішувач причіпний з вертикальним шнеком

Рисунок С17



Кормозмішувач причіпний з вертикальними шнеками



Робочі органи кормозмішувачів

Рисунок С18

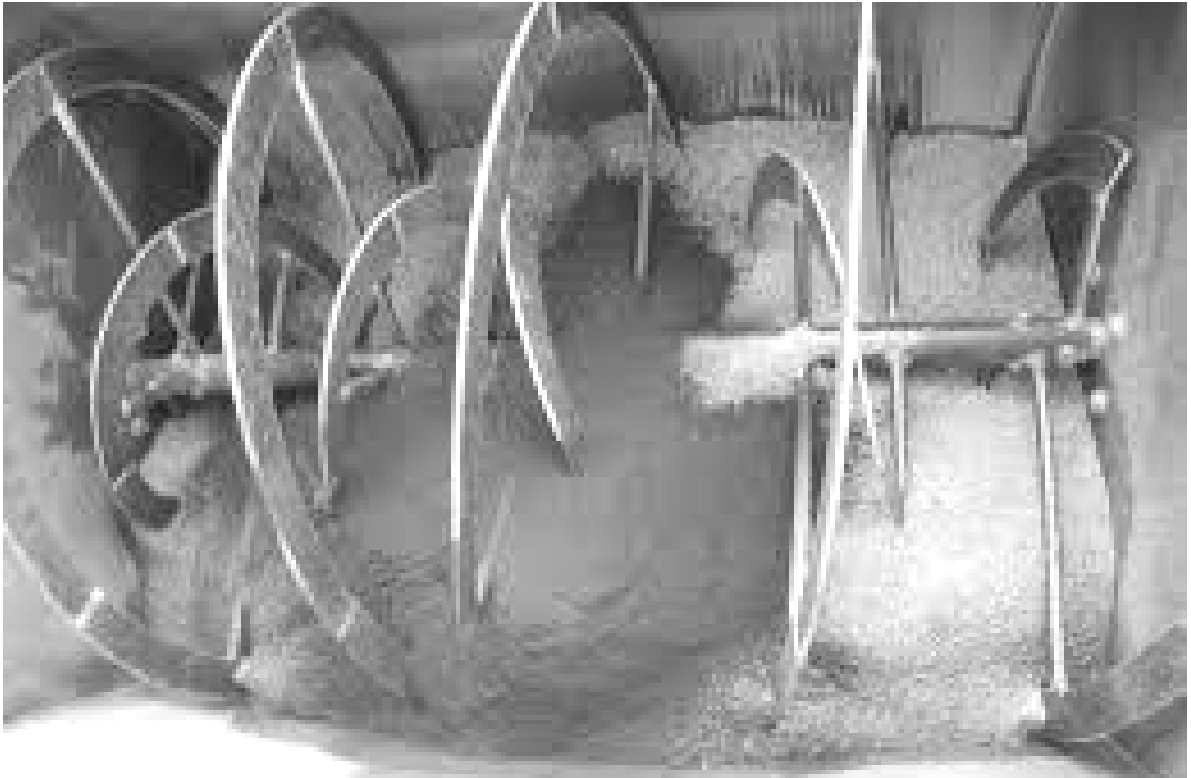
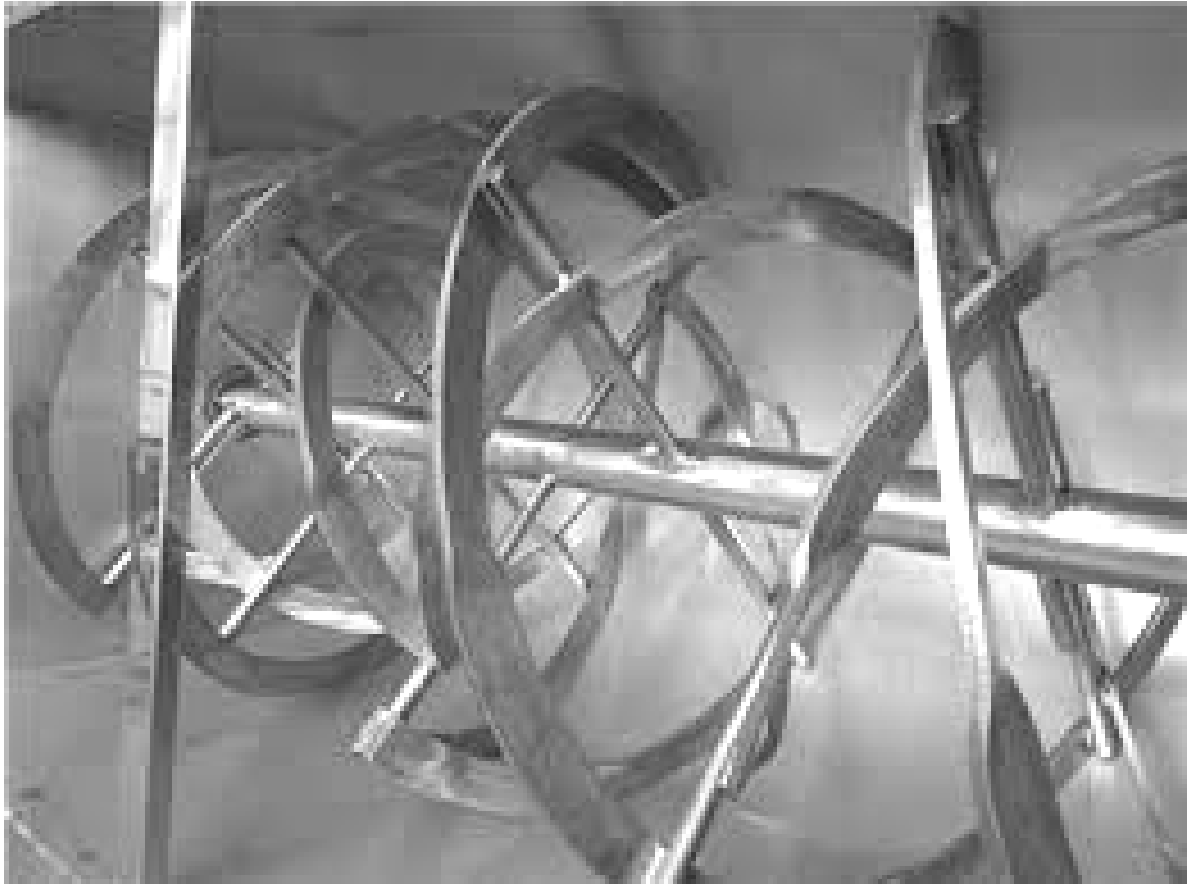


Рисунок С19 – Робочі органи горизонтальних кормозмішувачів сухих компонентів кормів



Кормозмішувач причіпний для рідких компонентів



Кормозмішувач автономний

Рисунок С20



Рисунок С21 – Змішувач комбікорму (сухих кормів)

Вивчають будову, принцип роботи та технічні характеристики запарників-змішувачів СКО-Ф-3 і СКО-Ф-6.

Встановлюють конструктивні відмінності та технологічні особливості змішувачів СКО-Ф-3 і СКО-Ф-6 порівняно з С-12А.

Вивчають: кормоприготувальний агрегат ЗПК-4; агрегат для приготування заміників молока АЗМ-0,8; змішувач меляси СМ-1,7.

Вивчають будову, принцип роботи та технічні характеристики змішувачів кормів закордонного виробництва.

Виконують тепловий розрахунок запарника-змішувача С-12А для умови, наведеної у задачі.

Розв'язати задачу

Дано: запарник-змішувач С-12А; довжина ємності для заправки 2700 мм; ширина – 2740 мм; висота – 18580 мм; запарювальний продукт – картопля; температура навколишнього середовища $t_B = 288$ К.

Визначити питомі витрати пари на запарювання картоплі та продуктивність запарника.

Виконати аналіз отриманих результатів, навести рекомендації щодо зниження витрат пари та підвищення продуктивності запарника-змішувача С-12А.

Питому витрату пари, кг, визначають за формулою

$$P_{\Pi} = \frac{P_K}{G_K}, \quad (7)$$

де P_K – кількість пари, необхідна для запарювання порції картоплі, кг;

G_K – вага картоплі в запарнику, кг.

Вагу картоплі в запарнику, кг, визначають за формулою

$$G_K = \nu_3 \cdot K_1 \cdot \rho_{C3}, \quad (8)$$

де ν_3 – об'єм чана запарювання (з технічної характеристики), м³;

K_1 – коефіцієнт використання ємності;

ρ_{C3} – щільність суміші запарювання.

Кількість пари, кг, необхідну для запарювання порції картоплі визначають за формулою

$$P_K = \frac{Q_T}{i_{II} \cdot \lambda_K}, \quad (9)$$

де Q_T – кількість тепла, необхідного для запарювання порції картоплі, кДж;

i_{II} – ентальпія пари під тиском у котлі, при тиску 36 кПа
 $i_{II}=2685$ кДж/кг·К;

λ_K – ентальпія конденсатора, $\lambda_K=334$ кДж/кг·К.

Кількість тепла, кДж, необхідну для запарювання порції картоплі, кДж, визначають за формулою

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3, \quad (10)$$

де Q_1 – тепло, затрачене для нагрівання продукту, кДж;

Q_2 – тепло, затрачене для нагрівання запарника, кДж;

Q_3 – витрати пари для компенсації втрат тепла в навколишнє середовище, кДж.

Тепло, яке необхідне для нагрівання продукту, кДж, визначають за формулою

$$Q_1 = G_K \cdot C_K \cdot (t_K - t_H), \quad (11)$$

де C_K – теплоємність картоплі, $C_K=3,55$ кДж/кг·К;

t_K, t_H – температура відповідно до початку та кінця запарювання картоплі, $t_K=368$ К, $t_H=283$ К.

Тепло, яке необхідне для нагрівання запарника, кДж, визначають за формулою

$$Q_2 = G_A \cdot C_A \cdot (t_K - t_H), \quad (12)$$

де G_A – маса частин агрегату, які нагріваються (стінки, мішалки, шнеки), $G_A=2850$ кг;

C_A – теплоємність частин агрегату, які нагріваються,
 $C_A=0,48$ кДж/кг·град.

Витрати пари для компенсації втрат тепла в навколишнє середовище, кДж, визначають за формулою

$$Q_3 = 3,6 \cdot A_3 \cdot K_{III} \cdot (t_K - t_H), \quad (13)$$

де A_3 – площа поверхні запарника (підраховують за розмірами запарника), м²;

K_{III} – спільний коефіцієнт теплопередачі поверхні, Вт/м².

Коефіцієнт теплопередачі поверхні, Вт/м², визначають за формулою

$$K_{III} = 9,04 \cdot 10,054 \cdot (t_{II} - t_B), \quad (14)$$

де t_{II} – температура поверхні, яка віддає тепло, К.

Продуктивність запарника картоплі, т/с, визначають за формулою

$$Q_{3.K} = \frac{G_K \cdot k_M}{T_{3II}}, \quad (15)$$

де G_K – маса картоплі, що запарюється, т;

k_M – коефіцієнт використання машинного часу;

T_{3II} – тривалість запарювання, год.

Тривалість процесу запарювання, год, визначають за формулою

$$T_{3II} = T_{3AB} + T_{3AII} + T_{3PO3}, \quad (16)$$

де T_{3AB} – час завантаження продуктів у змішувач, год;

T_{3AII} – час процесу запарювання, $T_{3AII} = 1,17 \dots 1,35$ год;

T_{3PO3} – час розвантаження запарника, год.

Результати виконання самостійної роботи

1. Описати запарник-змішувач С-12А (призначення, будова, принцип роботи, правила експлуатації та техніки безпеки, технічні характеристики).
2. Описати процес змішування кормів із запарюванням і без запарювання.

3. Зобразити технологічну схему змішувача С-12А.
4. Описати принцип роботи машин СКО-Ф-3; СКО-Ф-6; ЗПК-4; АЗМ-0,8; СМ-1,7 і навести їх технічні характеристики.
5. Описати принцип роботи машин для змішування кормів закордонного виробництва. Навести їх технічні характеристики.

Контрольні запитання

1. Яке призначення запарників-змішувачів С-12А, СКО-Ф-3, СКО-Ф-6, агрегатів ЗПК-4, АЗМ-0,8 і СМ-1,7?
2. Пояснити будову машин С-12А, СКО-Ф-3, СКО-Ф-6, агрегатів ЗПК-4, АЗМ-0,8 і СМ-1,7.
3. Який принцип роботи машин С-12А, СКО-Ф-3, СКО-Ф-6, агрегатів ЗПК-4, АЗМ-0,8 і СМ-1,7?
4. Які основні регулювання запарників-змішувачів?
5. Поясніть технологію приготування кормів запарниками-змішувачами.
6. Які правила експлуатації машин для запарювання і змішування кормів?
7. Які основні правила техніки безпеки при експлуатації машин та агрегатів для запарювання і змішування кормів?
8. Які можливі шляхи підвищення продуктивності змішувача С-12А і зниження витрат пари при запарюванні.
9. Проаналізувати і дати рекомендації щодо будови запарників для малих ферм.

Практичне заняття № 12 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ КАРТОПЛЕЗАПАРНИКА

Мета роботи: визначити основні параметри картоплезапарника.

План роботи

Виписати з таблиць 12.1 і 12.2 дані згідно варіанту. Визначити основні параметри картоплезапарника (рисунки 12.1-12.2); розв'язати задачі № 12.1 та № 12.2.

Методика розрахунку основних параметрів картоплезапарника
Продуктивність запарника картоплі, кг/с, визначають за формулою

$$Q_{K3} = \frac{\pi \cdot D_{\text{ч}}^2 \cdot H_3 \cdot \rho_K \cdot k_3}{4 \cdot t_K}, \quad (12.1)$$

де $D_{\text{ч}}$ – діаметр запарювального чана, м;

H_3 – висота запарника, м;

ρ_K – об'ємна маса (густина) картоплі, кг/м³;

k_3 – коефіцієнт заповнення чана;

t_K – час запарювання картоплі, с.



Рисунок 12.1



Рисунок 12.2 – Запарники кормів

Об'єм запарювального чана, м^3 , визначають за формулою

$$v_{3.ч} = \frac{Q_{K3} \cdot t_K}{\rho_K \cdot k_3}. \quad (12.2)$$

Для зменшення витрат тепла для запарника з циліндричним чаном повинна втримуватись умова $K_3 = \frac{D_ч}{H_3} = 0,9 \dots 1,3$.

Товщину стінки запарника, м, з врахуванням впливу корозії зварювального шва, визначають за формулою

$$\delta_C = \frac{p_{II} \cdot D_ч}{2[\sigma_P] \cdot n_3} + \Delta, \quad (12.3)$$

де p_{II} – тиск пари всередині чана, МПа;

$[\sigma_P]$ – допустиме напруження при розтягу, $\text{МН}/\text{м}^2$, для сталі марки Ст.3
 $[\sigma_P] = 90 \dots 95 \text{ МН}/\text{м}^2$);

n_3 – коефіцієнт запасу міцності шва чана, для одностороннього шва

$n_3 = 0,65$, для двостороннього шва $n_3 = 0,85$;

Δ – припуск на зношування, корозію і нерівності поверхні чана,

$\Delta = 0,001 \dots 0,002$ м.

Задача № 12.1

Визначити продуктивність картоплязапарника, діаметр чана та товщину його стінки. Прийняти, що $H_3 = 1,3 \dots 2,5$ м.

Задача № 12.2

Визначити час запарювання картоплі, висоту запарника та діаметр чана.

Завдання для звіту

1. Визначити продуктивність картоплязапарника, діаметр чана та товщину його стінки.
2. Визначити час запарювання картоплі, висоту запарника та допустимий тиск пари всередині чана.

Таблиця 12.1 – Вихідні дані

Варіант	Об'єм запарювального чана, м ³	Густина картоплі, кг/м ³	Коефіцієнт заповнення чана	Час запарювання картоплі, хв.	Коефіцієнт	Тиск пари всередині чана, МПа	Коефіцієнт запасу міцності шва чана	Допустиме напруження при розтягу, МПа
	$v_{з.ч}$	ρ_K	k_3	t_K	K	p_{II}	n_3	$[\sigma_P]$
1	3,0	660	0,85	38	0,90	0,040	0,85	90
2	2,9	650	0,86	39	0,95	0,045	0,65	91
3	2,8	640	0,87	40	1,00	0,050	0,85	92
4	2,7	630	0,88	41	1,05	0,055	0,65	93
5	2,6	620	0,89	42	1,10	0,060	0,85	94
6	2,5	630	0,90	43	1,15	0,055	0,65	95
7	2,4	640	0,89	44	1,20	0,050	0,85	90
8	2,3	650	0,88	45	1,25	0,045	0,65	91
9	2,2	660	0,87	46	1,30	0,040	0,85	92
10	2,1	670	0,86	47	0,90	0,042	0,65	93
11	2,0	680	0,85	46	0,95	0,044	0,85	94
12	1,9	690	0,86	45	1,00	0,046	0,65	95
13	1,8	700	0,87	44	1,05	0,048	0,85	90
14	1,7	690	0,88	43	1,10	0,050	0,65	91
15	1,6	680	0,89	42	1,15	0,052	0,85	92
16	1,7	670	0,90	41	1,20	0,054	0,65	93
17	1,8	660	0,89	40	1,25	0,056	0,85	94
18	1,9	650	0,88	39	1,30	0,058	0,65	95
19	2,0	640	0,87	38	1,35	0,060	0,85	90
20	2,1	630	0,86	37	1,40	0,062	0,65	91
21	1,5	575	0,85	35	0,90	0,040	0,65	90
22	1,6	585	0,86	36	0,95	0,045	0,70	91
23	1,7	595	0,87	37	1,00	0,050	0,75	92
24	1,8	605	0,88	38	1,05	0,055	0,80	93
25	1,9	615	0,89	39	1,10	0,060	0,85	94
26	2,0	625	0,90	40	1,15	0,055	0,80	95
27	2,1	635	0,85	41	1,20	0,050	0,75	96
28	2,2	645	0,86	42	1,25	0,045	0,70	95
29	2,3	655	0,87	43	1,30	0,040	0,65	94
30	2,4	665	0,88	44	1,35	0,050	0,70	93

Таблиця 12.2 – Вихідні дані

Варіант	Продуктивність запарника картоплі, кг/с	Об'єм запарювального чана, м ³	Густина картоплі, кг/м ³	Коефіцієнт	Коефіцієнт заповнення чана	Тиск пари всередині чана, МПа	Коефіцієнт запасу міцності шва чана	Допустиме напруження при розтягу, МПа	Товщина стінки запарника, мм
	Q_{K3}	$v_{3.ч}$	ρ_K	K	k_3	$P_{П}$	n_3	$[\sigma_P]$	δ_C
1	1,1	1,5	620	1,30	0,90	0,035	0,65	95	1,5
2	1,2	1,6	630	1,25	0,89	0,037	0,85	94	1,6
3	1,3	1,5	640	1,20	0,88	0,037	0,65	93	1,7
4	1,4	1,6	650	1,15	0,87	0,041	0,85	92	1,8
5	1,5	1,5	660	1,10	0,86	0,043	0,65	91	1,9
6	1,6	1,6	670	1,05	0,85	0,045	0,85	90	2,0
7	1,7	1,7	680	1,00	0,86	0,047	0,65	95	2,1
8	1,8	1,8	690	0,95	0,87	0,049	0,85	94	2,2
9	1,9	1,7	700	0,90	0,88	0,051	0,65	93	2,3
10	2,0	1,8	600	0,85	0,89	0,053	0,85	92	2,4
11	2,1	2,0	610	0,80	0,90	0,055	0,65	91	2,5
12	2,2	2,1	620	0,85	0,89	0,057	0,85	90	2,6
13	2,3	2,2	630	0,90	0,88	0,059	0,65	95	2,7
14	2,4	2,0	640	0,95	0,87	0,061	0,85	94	2,8
15	2,5	2,1	650	1,00	0,86	0,063	0,65	93	2,7
16	2,6	2,2	660	1,05	0,85	0,065	0,85	92	2,6
17	2,7	2,7	670	1,10	0,86	0,067	0,65	91	2,5
18	2,8	2,8	680	1,15	0,87	0,069	0,85	90	2,4
19	2,9	2,9	690	1,20	0,88	0,070	0,65	95	2,3
20	3,0	3,0	700	1,25	0,89	0,071	0,85	94	2,2
21	1,2	1,4	615	1,15	0,88	0,050	0,85	92	2,3
22	1,1	1,8	605	0,80	0,85	0,045	0,65	90	2,1
23	1,2	1,7	615	0,85	0,86	0,047	0,75	92	2,0
24	1,3	1,6	625	0,90	0,87	0,049	0,85	95	1,9
25	1,4	1,9	635	0,95	0,88	0,051	0,65	91	1,8
26	1,5	2,0	645	1,00	0,89	0,053	0,70	93	1,5
27	1,6	1,8	655	1,05	0,90	0,055	0,75	94	1,7
28	1,7	2,1	665	1,10	0,87	0,057	0,80	95	1,6
29	1,8	2,2	675	1,15	0,86	0,059	0,85	92	1,9
30	1,9	2,3	685	1,20	0,85	0,061	0,70	94	2,0

Практичне заняття № 13

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ПРЕС-ГРАНУЛЯТОРА З КІЛЬЦЕВОЮ МАТРИЦЕЮ

Мета роботи: вивчити методику конструктивно-технологічного розрахунку прес-гранулятора з кільцевою матрицею.

План роботи

Виписати з таблиці 13.1 вихідні дані згідно варіанту та розрахувати технологічні та конструктивні параметри прес-гранулятора (рисунки 13.1-13.2).

13.1. Технологічний розрахунок прес-гранулятора з кільцевою матрицею

Річну потребу, кг, в гранульованих кормах, залежно від розміру ферми, визначають за формулою

$$M_P = q_G \cdot \Phi_G \cdot P_D, \quad (13.1)$$

де q_G – добова норма видачі гранул, кг/гол.;

Φ_G – розмір тваринницької ферми або комплексу, гол.;

P_D – тривалість періоду, протягом якого в раціон вводять гранули, днів.

Необхідну продуктивність прес-гранулятора, кг/с, визначають за формулою

$$Q_{ПГ} = \frac{M_P}{3600 P_G \cdot T_3 \cdot K_{3M} \cdot \tau_{3M}}, \quad (13.2)$$

де P_G – тривалість періоду, протягом якого здійснюють гранулювання кормів, для розрахунків приймають $P_G = 300$ днів;

T_3 – тривалість зміни, для розрахунків приймають $T_3 = 8$ год.;

K_{3M} – кількість змін, для розрахунків приймають $K_{3M} = 1,5$;

τ_{3M} – коефіцієнт використання робочого часу, для розрахунків приймають $\tau_{3M} = 0,8$.

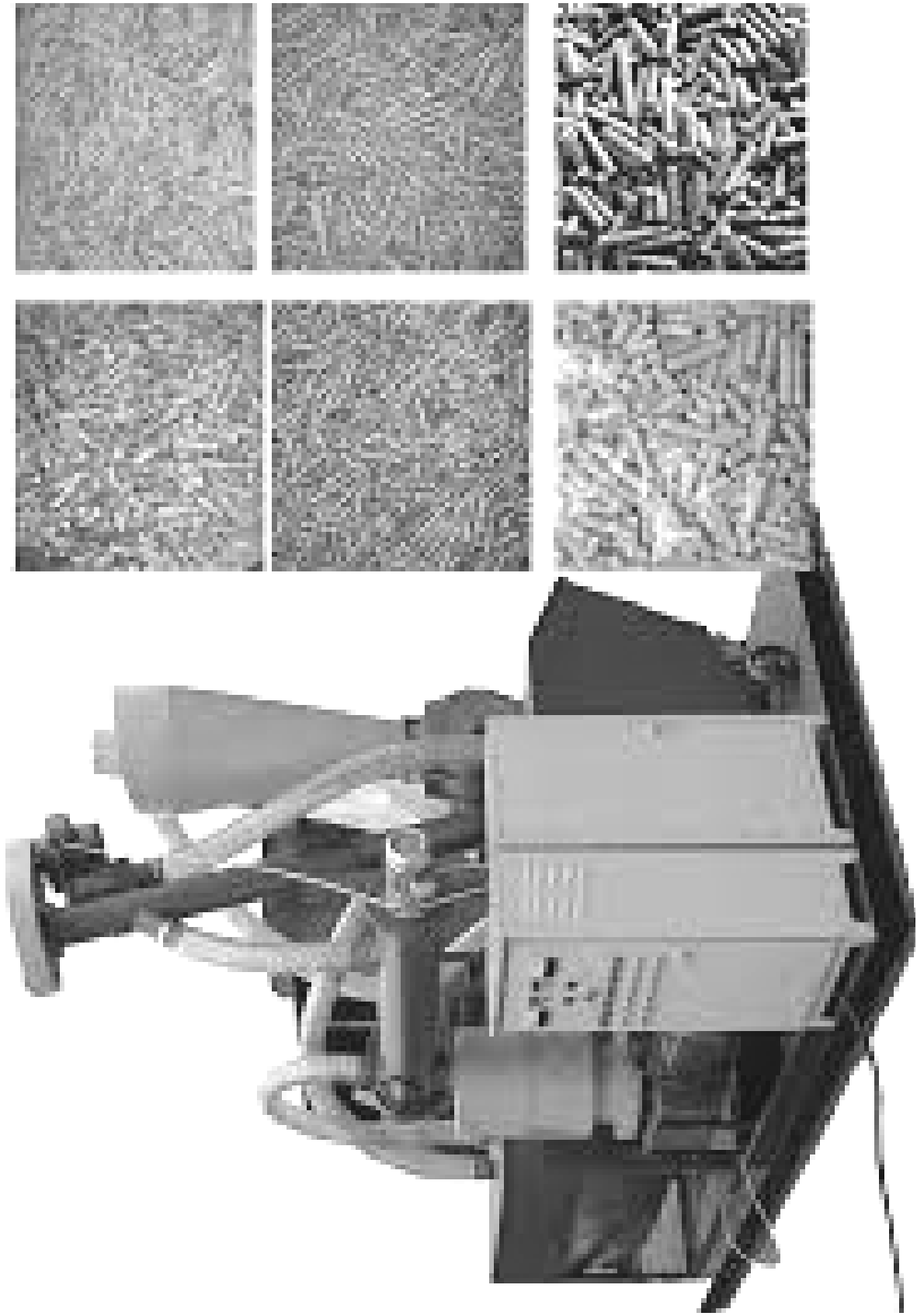


Рисунок 13.1 – Прес-гранулятор кормів і вигляд гранул

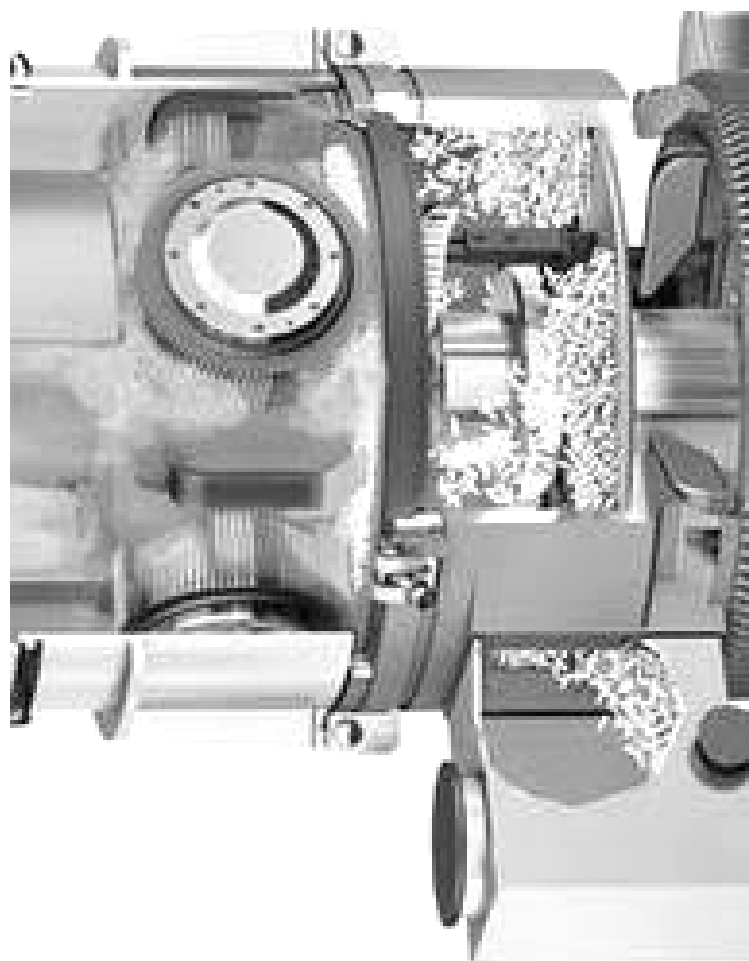


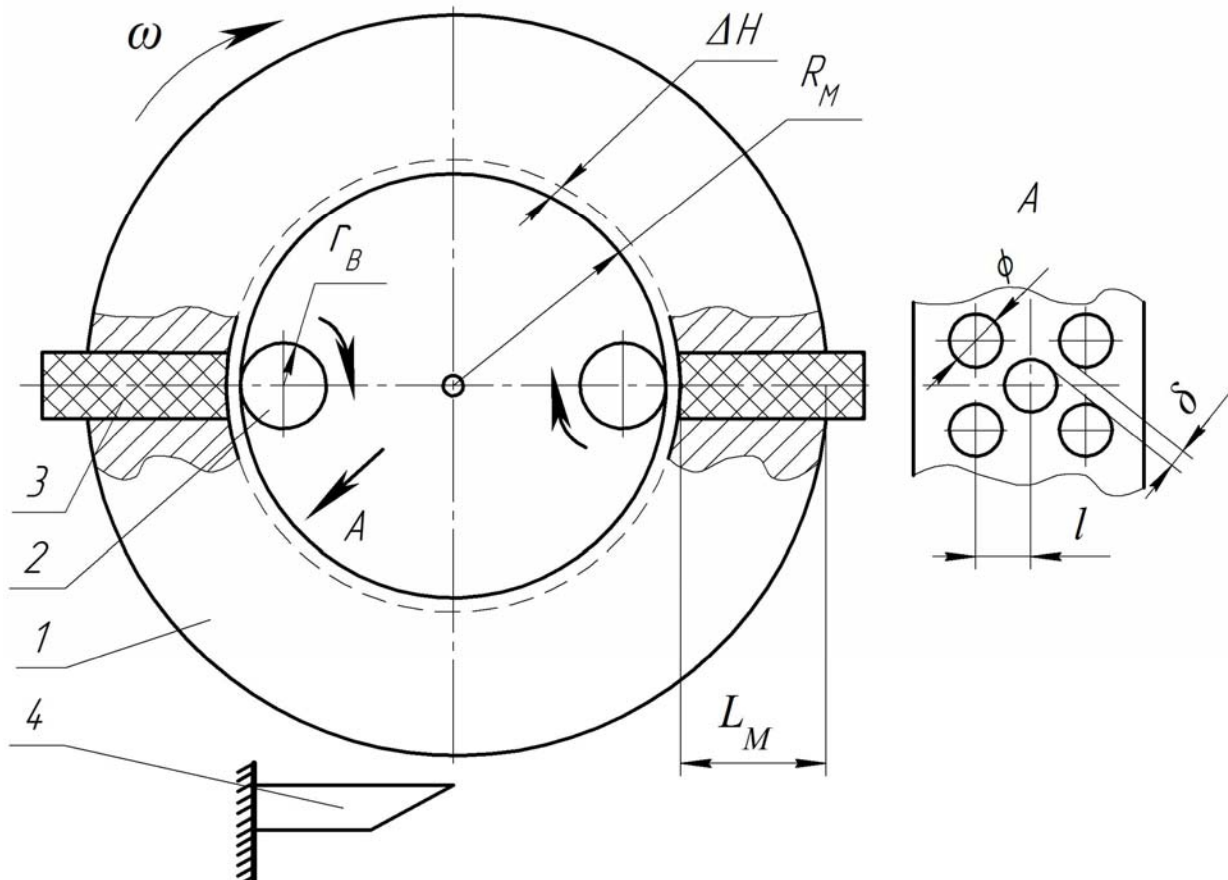
Рисунок 13.2 – Прес-гранулятори кормів

Таблиця 13.1 – Вихідні дані для розрахунку гранулятора

Варіант	Добова норма видачі гранул, кг/гол	Розмір тваринницької ферми, гол	Тривалість періоду, протягом якого в раціон вводять гранули, днів	Об'ємна маса гранул, кг/м ³	Об'ємна маса матеріалу до гранулювання, кг/м ³	Час перебування гранули в каналі матриці, с	Діаметр отвору каналу матриці, мм	Радіус вальця, мм
	$q_{Г}$	$\Phi_{Г}$	$P_{Д}$	$\rho_{Г}$	$\rho_{М}$	$t_{Г}$	$d_{К}$	$r_{В}$
1	2,6	800	300	900	180	10	8	55
2	2,8	1000	290	920	185	11	10	60
3	2,0	1200	280	950	190	12	16	65
4	2,2	1100	295	970	195	13	8	70
5	2,4	900	285	990	200	14	10	55
6	2,5	700	290	915	205	15	16	60
7	2,7	600	285	935	210	16	8	65
8	3,0	400	280	945	215	17	10	70
9	2,9	500	300	955	220	18	16	55
10	2,3	600	295	965	225	19	8	60
11	2,1	700	285	975	180	10	10	65
12	2,3	800	280	995	190	11	16	70
13	2,5	900	285	900	200	12	8	55
14	2,7	650	290	910	210	17	10	60
15	2,9	750	300	920	220	19	16	65
16	2,8	850	295	930	180	15	8	70
17	2,6	950	290	940	190	16	10	55
18	2,4	1050	285	950	200	18	16	60
19	2,2	1150	280	960	210	15	8	65
20	2,0	550	285	970	220	17	10	70
21	2,1	450	290	980	185	16	16	75
22	2,2	425	295	990	190	15	8	80
23	2,3	775	300	1000	195	14	10	75
24	2,4	525	295	900	200	13	16	70
25	2,5	575	290	91	205	12	10	65
26	2,6	625	285	915	210	11	8	60
27	2,7	675	280	935	215	10	10	50
28	2,8	725	285	945	220	11	16	55
29	2,9	775	290	955	200	12	8	60
30	3,0	825	300	965	180	13	10	65

13.2. Конструктивний розрахунок прес-гранулятора з кільцевою матрицею

Схема кільцевого прес-гранулятора зображена на рисунку 13.3.



1 – матриця; 2 – валець; 3 – гранула; 4 – ніж

Рисунок 13.3 – Схема кільцевого прес-гранулятора

Довжину каналу матриці, м, визначають за формулою

$$L_M = \frac{d_K}{4 f_T \cdot \varepsilon} \cdot \ln \left[\frac{1}{1 - \frac{1}{m_\Gamma - 1} \cdot \left(1 - \frac{1}{\lambda_Y^{m_\Gamma - 1}} \right)} \right], \quad (13.3)$$

де d_K – діаметр отвору каналу матриці, м;

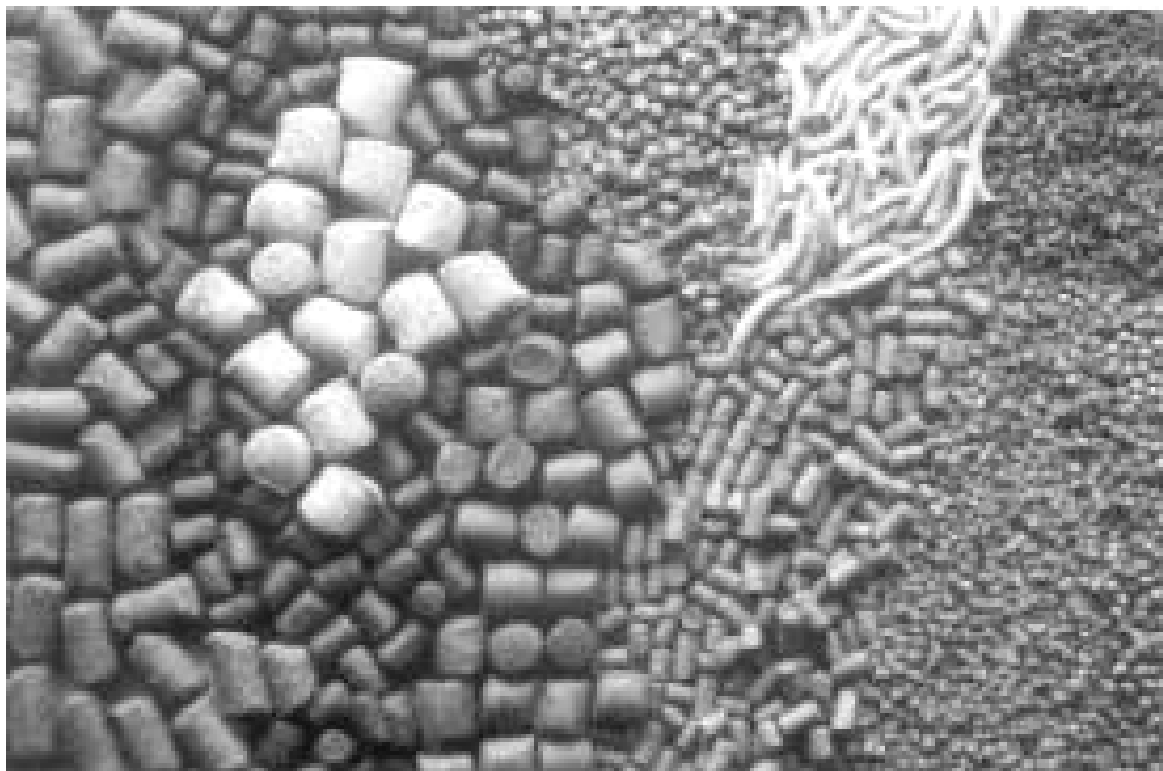
f_T – коефіцієнт тертя матеріалу об стінки каналу, $f_T = 0,1$;

ε – коефіцієнт бокового розпирання корму в каналі, $\varepsilon = 0,4 \dots 0,5$;

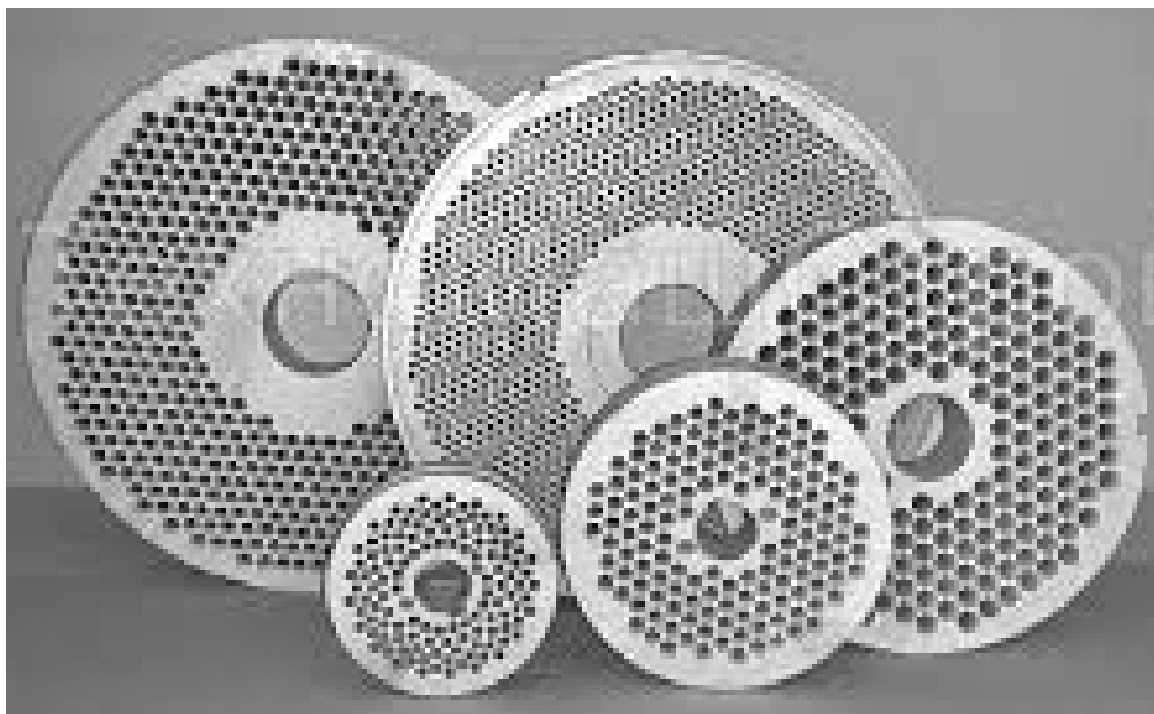
m_Γ – постійний коефіцієнт для матеріалу, що гранулюється,
для трав'яного борошна приймають $m_\Gamma = 2,426$;

λ_Y – ступінь ущільнення корму.

Вид гранул корму та матриці кільцевих прес-грануляторів зображені на рисунку 13.4.



Вид гранул корму



Матриці кільцевого прес-гранулятора кормів
Рисунок 13.4

Ступінь ущільнення корму визначають за формулою

$$\lambda_Y = \frac{\rho_{\Gamma}}{\rho_M}, \quad (13.4)$$

де ρ_{Γ} – об’ємна маса гранул, $\text{кг}/\text{м}^3$;

ρ_M – об’ємна маса матеріалу до гранулювання, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Радіус матриці, м, визначають за формулою

$$R_M = (2,9 \dots 3,5) r_B, \quad (13.5)$$

де r_B – радіус вальця, м.

Загальну кількість каналів, шт., у матриці прес-гранулятора, визначають за формулою

$$Z_{KK} = \frac{4 Q_{\Pi\Gamma} \cdot t_{\Gamma}}{\pi \cdot d_K^2 \cdot L_M \cdot \rho_{\Gamma} \cdot k_3}, \quad (13.6)$$

де t_{Γ} – час перебування гранули в каналі матриці, с;

k_3 – коефіцієнт заповнення каналу матеріалом, $k_3 = 0,95$.

Кількість каналів, шт., в одному ряду матриці, визначають за формулою

$$Z_{K1} = 4\sqrt{3} \cdot \frac{K_{\Pi}}{d_K^2} (\delta_{\Pi} + d_K) \cdot (R_M + \Delta H), \quad (13.7)$$

де K_{Π} – коефіцієнт перфорації матриці, $K_{\Pi} = 0,5 \dots 0,6$;

δ_{Π} – товщина перемички між суміжними каналами,

$\delta_{\Pi} = 0,002 \dots 0,005$ м;

ΔH – робочий ресурс спрацювання матриці по її радіусу,

$\Delta H = 0,006 \dots 0,008$ м.

Кількість рядів каналів по ширині матриці, шт., визначають за формулою

$$Z_{PK} = \frac{Z_{KK}}{Z_{K1}}. \quad (13.8)$$

Відстань між двома суміжними рядами, м, визначають за формулою

$$l_P = \frac{\pi\sqrt{3}}{Z_{K1}} (R_M + \Delta H). \quad (13.9)$$

Ширину матриці, м, визначають за формулою

$$B_M = l_P (Z_{PK} + 2). \quad (13.10)$$

Кут пресування, град., одним вальцем (рисунок 13.5), визначають із залежності

$$\beta_{II} \leq \arcsin \frac{\sin \varphi}{\lambda_K - 1}, \quad (13.11)$$

де φ – кут тертя матеріалу об поверхню матриці, град, $\varphi = 15^\circ$;

λ_K – відношення внутрішнього радіуса матриці до радіуса вальця.

Відношення внутрішнього радіуса матриці до радіуса вальця визначають за формулою

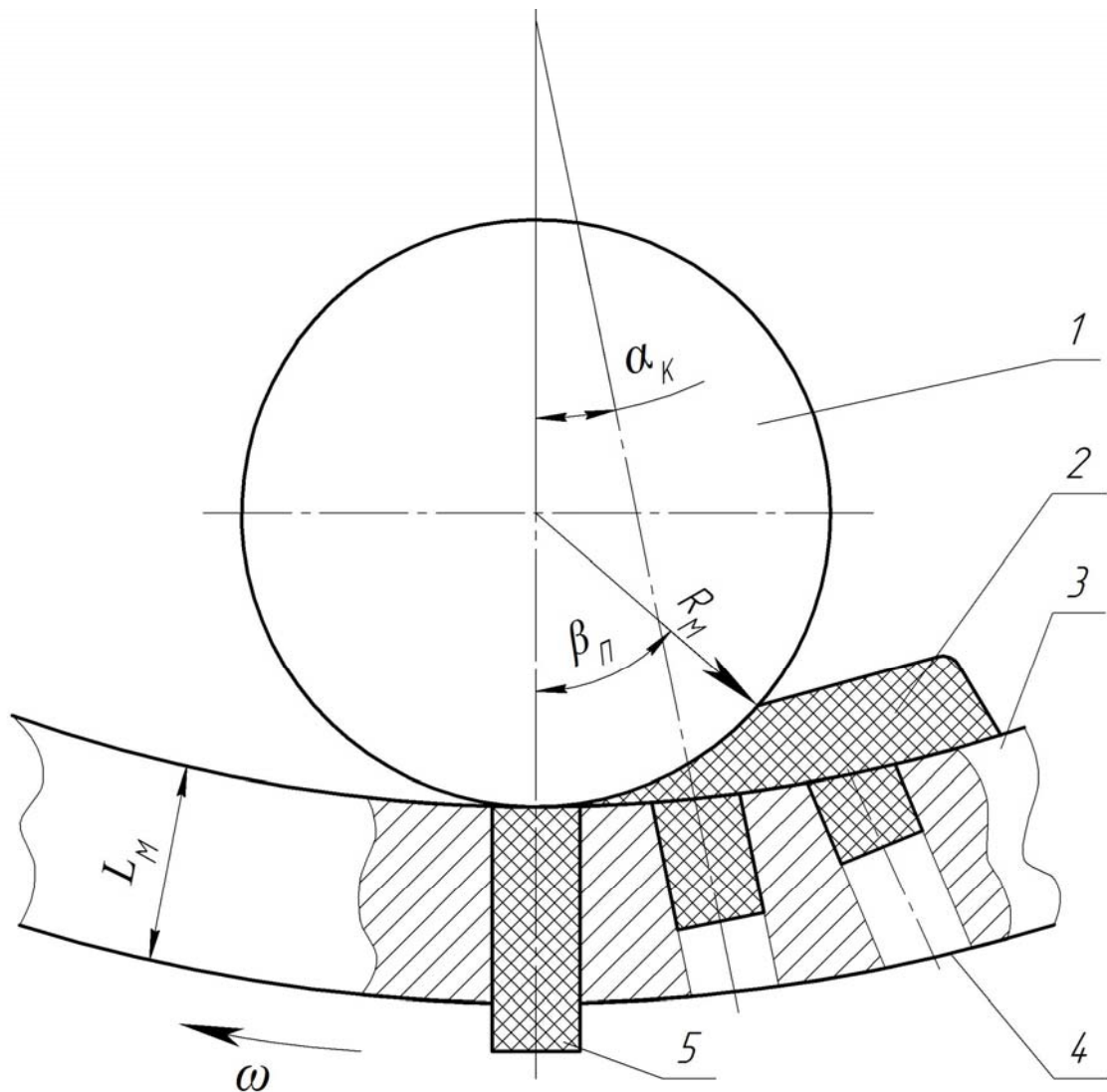
$$\lambda_K = \frac{R_M}{r_B}. \quad (13.12)$$

Кут, град., між сусідніми каналами у кільцевій матриці (див. рисунок 13.5), визначають за формулою

$$\alpha_K = \frac{360^\circ}{Z_{KK}}. \quad (13.13)$$

Кількість каналів, шт., розміщених під кутом пресування, визначають за формулою

$$Z_{KII} = \frac{\beta_{II}}{\alpha_K}. \quad (13.14)$$



1 – валець; 2 – матеріал; 3 – матриця; 4 – канал; 5 – гранула

Рисунок 13.5 – Схема пресування матеріалу вальцем у кільцевій матриці

Кількість каналів, шт., в яких одночасно пресуються гранули, визначають за формулою

$$Z_{\Gamma} = Z_{K1} + Z_{PK} + Z_{KP}. \quad (13.15)$$

Завдання для звіту

1. Визначити річну потребу в гранульованих кормах, залежно від розміру ферми та продуктивність гранулятора.
2. Визначити довжину каналу матриці, радіус матриці, загальну кількість каналів матриці та кількість рядів каналів.
3. Визначити кут пресування одним вальцем та кут між суміжними каналами, кількість каналів, розміщених під кутом пресування одного вальця та кількість каналів, в яких одночасно пресуються гранули.

Практичне заняття № 14
КІНЕМАТИЧНО-СИЛОВИЙ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК
ПРЕС-ГРАНУЛЯТОРА З КІЛЬЦЕВОЮ МАТРИЦЕЮ

Мета роботи: вивчити методику кінематично-силового та енергетичного розрахунку прес-гранулятора з кільцевою матрицею.

План роботи

Виписати необхідні дані для розрахунку з практичного заняття № 13, визначити кінематично-силові та енергетичні розрахунки гранулятора (рисунки 14.1-14.2).

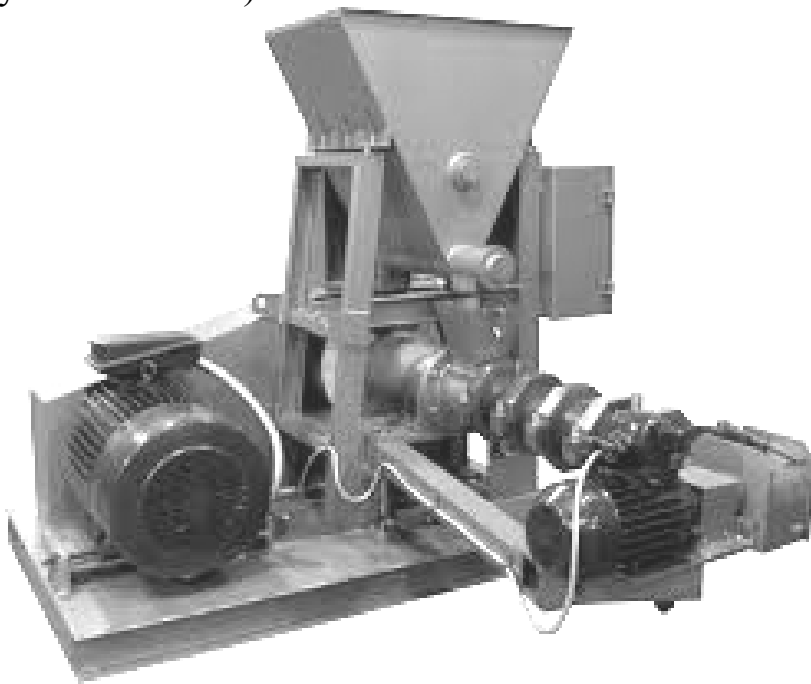
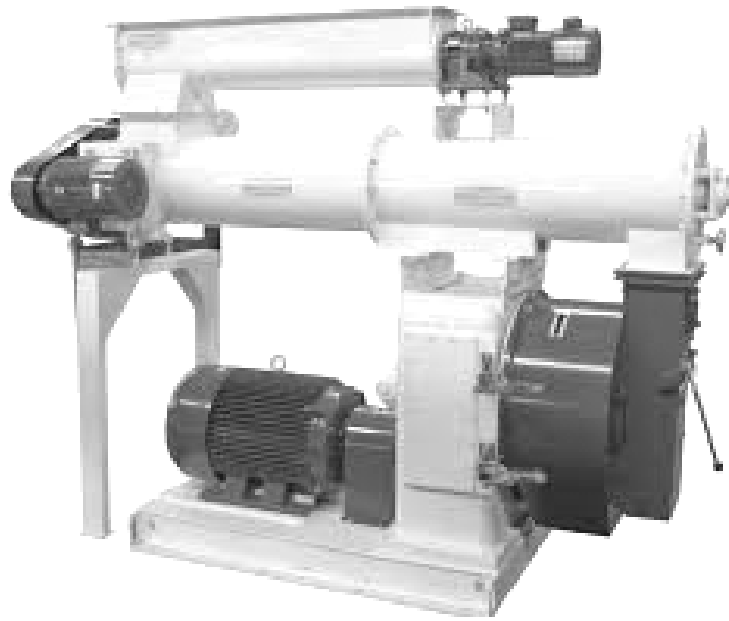
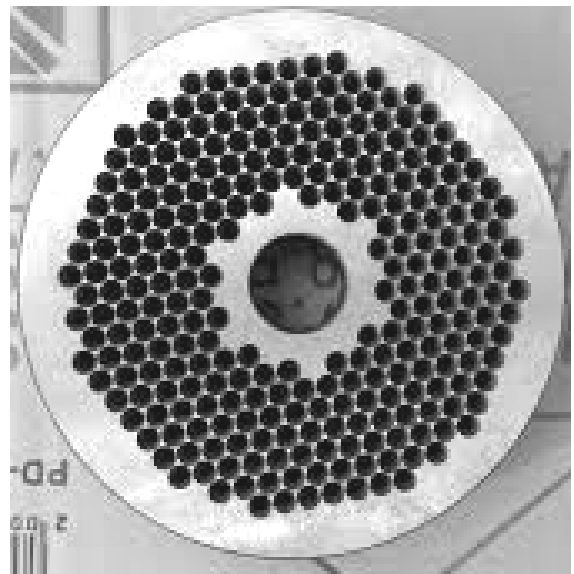
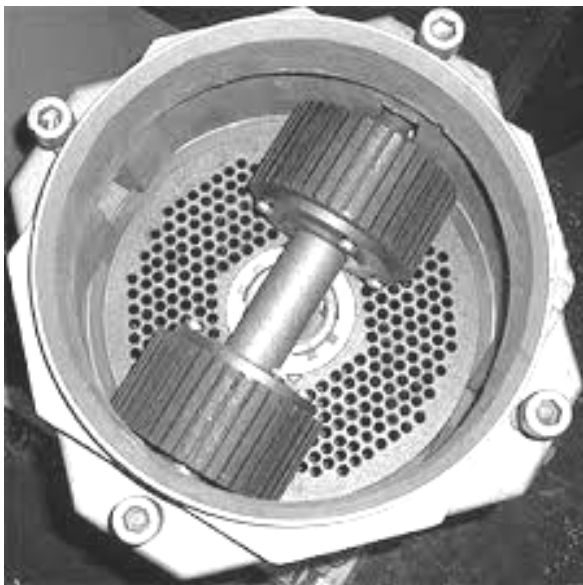


Рисунок 14.1 – Загальний вигляд прес-грануляторів



Прес-гранулятор кормів



Матриці прес-гранулятора

Рисунок 14.2

14.1. Кінематичний розрахунок прес-гранулятора з кільцевою матрицею

Максимальну частоту обертання матриці прес-гранулятора, об/с, визначають за формулою

$$n_{\max} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\sigma_P}{l_{\Gamma} (R_M + L_M) \rho_{\Gamma}}}, \quad (14.1)$$

де σ_P – міцність гранул на розрив, $\sigma_P = 1,3...1,7$ кПа;

l_Γ – довжина гранул, $l_\Gamma = (1,5...2) d_K$, м, тут d_K – діаметр отвору каналу матриці, м;

R_M – радіус матриці, м;

L_M – довжина каналу матриці, м;

ρ_Γ – об'ємна маса (густина, щільність) гранул, кг/м^3 .

Згідно з рекомендаціями частота обертання матриці повинна знаходитись в межах 3...5 об/с.

Середню швидкість, м/с, переміщення гранул в каналі матриці, визначають за формулою

$$V_{\Gamma cp} = \frac{4 Q_{\Pi\Gamma}}{K_{\Pi} \cdot \rho_{\Gamma} \cdot Z_B \cdot d_K^2 \cdot Z_{\Gamma}}, \quad (14.2)$$

де $Q_{\Pi\Gamma}$ – продуктивність прес-гранулятора, кг/с ;

K_{Π} – коефіцієнт перфорації матриці, $K_{\Pi} = 0,06...0,07$;

Z_B – кількість одночасно пресуючих вальців, шт.;

Z_{Γ} – кількість каналів, в яких одночасно пресуються гранули, шт.

14.2. Силовий розрахунок

Максимальний тиск, МПа, який потрібно створити для отримання гранул із заданою щільністю, визначають за формулою

$$p_{\max} = C \left[e^{a(\rho_{\Gamma} = \rho_M)} - 1 \right], \quad (14.3)$$

де C і a – постійні коефіцієнти для даного матеріалу, які характеризують його ущільнюваність, для трав'яного борошна $C = 36$ МПа,

$$a = 5,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{кг};$$

e – основа натурального логарифма, $e = 2,71$.

Силу тертя, Н, яка виникає під час переміщення матеріалу в каналі матриці прес-гранулятора, визначають за формулою

$$F_{TP} = \pi \cdot f_{\Gamma} \cdot \frac{\mu}{1 - \mu} \cdot d_K \cdot L \cdot p_{\max}, \quad (14.4)$$

де f_T – коефіцієнт тертя матеріалу об стінки каналу;
 μ – коефіцієнт Пуассона, $\mu = 0,29...0,31$;
 d_K – діаметр отвору каналу матриці, м.

14.3. Енергетичний розрахунок

Потужність, кВт, яку необхідно затратити для переміщення гранул у каналах матриці прес-гранулятора, визначають за формулою

$$N = \frac{F_{TP} \cdot V_G \cdot K_\Phi \cdot Z_G \cdot K_E}{1000 \eta}, \quad (14.5)$$

де F_{TP} – сила тертя, яка виникає в каналі під час руху гранули, Н;
 V_G – швидкість переміщення гранул у каналі матриці, м/с, приймають
 $V_G = V_{Gcp}$;
 K_Φ – коефіцієнт, який враховує фізико-механічні властивості корму,
 $K_\Phi = 5$;
 Z_G – кількість каналів, в яких одночасно пресуються гранули;
 K_E – коефіцієнт перевантаження електродвигуна в момент пуску,
 $K_E = 1,25$;
 η – к. к. д. передачі, $\eta = 0,98$.

Завдання для звіту

1. Визначити максимальну частоту обертання матриці та швидкість переміщення гранул у каналі.
2. Визначити максимальний тиск, який необхідно створити для ущільнення гранул із заданою швидкістю, та силу тертя, яка виникає під час переміщення матеріалу в каналі.
3. Визначити потужність, яка необхідна для переміщення гранул у каналах матриці.

Самостійна робота на тему:

МЕХАНІЗАЦІЯ ПРИГОТУВАННЯ ТРАВ'ЯНОГО БОРОШНА

Мета роботи: вивчити технологію приготування трав'яного борошна; вивчити будову, принципи роботи, правила експлуатації та техніки безпеки машин, які використовують для виконання цього процесу.

Матеріальне забезпечення: агрегат для приготування трав'яного борошна АВМ-1,5; навчальні плакати; технічна документація; набір ключів; вимірювальний інструмент; відеоматеріали.

План роботи

1. Вивчити технологію приготування трав'яного борошна та вимоги до процесу.
2. Вивчити призначення, будову та технічні характеристики обладнання АВМ-1,5; АВМ-0,65; АВМ-3,0.
3. Вивчити технологічний процес приготування трав'яного борошна агрегатом АВМ-1,5.
4. Вивчити механізми, що входять у склад агрегата АВМ-1,5; їх призначення, будову, принцип роботи.
5. Вивчити правила експлуатації та правила техніки безпеки під час використання агрегата АВМ-1,5.
6. Вивчити конструктивні та технологічні відмінності агрегатів АВМ-0,56 та АВМ-3,0 порівняно з АВМ-1,5.
7. Вивчити призначення, будову, технічні характеристики та принцип роботи агрегатів закордонного виробництва, які використовують в Україні для приготування трав'яного борошна.
8. Виконати розрахункову частину роботи.

Порядок роботи

Вивчають переваги зберігання сіна та сіяних трав у вигляді трав'яного борошна.

Вивчають технологію приготування вітамінного борошна і вимоги, які ставлять до цього процесу.

Вивчають способи механізації виробництва високопоживного трав'яного борошна (рисунки С22-С23).

Вивчають призначення, будову, технічні характеристики та технологічний процес приготування трав'яного борошна агрегатом АВМ-1,5.



Сушильне обладнання АВМ-0,65



Агрегат АВМ-1,5

Рисунок С22



Сушильний комплекс для приготування трав'яного борошна



Сушильний комплекс для приготування трав'яного борошна
на базі АВМ-0,65

Рисунок С23

Вивчають окремі механізми, що входять до складу агрегату АВМ-1,5; їх призначення, будову, принцип роботи.

Вивчають правила експлуатації та основні правила техніки безпеки під час використання агрегата АВМ-1,5.

Вивчають призначення, будову, принцип роботи та технологію приготування трав'яного борошна агрегатами АВМ-0,65; АВМ-3,0.

Вивчають конструктивні відмінності та технологічні особливості агрегатів АВМ-0,65 та АВМ-3,0 порівняно з АВМ-1,5.

Вивчають призначення, будову, технічні характеристики та принцип роботи агрегатів закордонного виробництва, які використовують в Україні для приготування трав'яного борошна.

Виконують розрахунок барабанної сушарки для умови, наведеної у задачі.

Розв'язати задачу

Дано: висушений продукт – трава; початкова вологість трави $w_1 = 75 \%$; кінцева вологість трави $w_2 = 8...10 \%$; параметри сушильного барабану: довжина $L_B = 7$ м, діаметр $D_B = 2$ м; пальне, яке використовують для сушіння трави, – рідке.

Визначити:

- продуктивність барабанної сушарки для заданого продукту Q_{BC} , кг/год;
- витрати пального для сушіння G_{II} , кг/год;
- загальні витрати повітря сушильним барабаном ν_{BC} , м³/год.

Проаналізувати формули та встановити можливі шляхи підвищення продуктивності сушарки та зниження витрат пального та повітря.

Продуктивність барабанної сушарки, кг/год, для трав'яного борошна визначають за формулою

$$Q_{CB} = \left[\frac{(100 - w_1) \cdot \omega_B}{(w_1 - w_2)} \right] + \omega_B, \quad (17)$$

де ω_B – кількість видаленої з трави вологи у барабані, кг/год.

Кількість видаленої з трави вологи у барабані, кг/год, визначають так

$$\omega_B = \nu_B \cdot A_B, \quad (18)$$

де ν_B – об'єм сушильного барабана, м³;

A_B – напруженість барабана по волозі, $A_B = 70$ кг/год·м³.

Об'єм сушильного барабана, м³, визначають за формулою

$$V_B = \frac{\pi \cdot D_B^2}{4} \cdot L_B. \quad (19)$$

Витрати пального для сушіння трави, кг/год, визначають за формулою

$$G_{II} = \frac{Q_T}{q_{\text{тепл}}}, \quad (20)$$

де Q_T – сумарні витрати тепла барабанною сушаркою, кДж/год;
 $q_{\text{тепл}}$ – теплота згоряння рідкого палива, $q_{\text{тепл}}=40167$ кДж.

Сумарні витрати тепла барабанною сушаркою, кДж/год, визначають за формулою

$$Q_T = q_{\Sigma} \cdot w_1, \quad (21)$$

де q_{Σ} – сумарні витрати тепла на 1 кг випареної вологи, кДж/кг вип.вогл.

Сумарні витрати тепла на один кілограм випареної вологи, кДж/кг вип.вогл., визначають за формулою

$$q_{\Sigma} = q_T + q_G + q_B + q_{HC}. \quad (22)$$

Витрати палива на нагрівання трави, приведені до одного кілограма випареної вологи, кДж/кг вип.вогл., визначають за формулою

$$q_T = C_{CT} \cdot \left(\frac{100 \cdot w_1}{w_1 - w_2} \right) \cdot (t_2 - t_1) + C_{BT} \cdot (t_B - 273), \quad (23)$$

де C_{CT} , C_{BT} – теплоємність відповідно сухої і вологої трави;
 $C_{CT} = 1,38$ кДж/кг·град, $C_{BT} = 4,18$ кДж/кг·град;
 t_1 , t_2 – температура трави відповідно на вході у сушарку і на виході з неї, $t_1 = 288$ К, $t_2 = 358$ К;
 t_B – температура води, $t_B = 288$ К.

Витрати тепла з вихідними газами, кДж/кг вип.волг., визначають за формулою

$$q_{\Gamma} = l_{\Gamma} \cdot C_{\Gamma} \cdot (T_2 - T_1), \quad (24)$$

де l_{Γ} – витрата газів на 1 кг випареної вологи, кг.сух.пов/кг;
 C_{Γ} – теплоємність гарячих газів, $C_{\Gamma} = 1,033$ кДж/кг·град;
 T_1, T_2 – температура навколишнього середовища та газоповітряної суміші на виході із сушарки, відповідно $T_1 = 293$ К,
 $T_2 = 393$ К.

Витрату газів на один кілограм випареної вологи, кг.сух.пов/кг, визначають за формулою

$$l_{\Gamma} = \frac{1}{k_2 - k_1}, \quad (25)$$

де k_1, k_2 – вологість повітря, яке входить у топку і яке виходить з неї, відповідно $k_1 = 0,01$ кг/кг.сух.пов., $k_2 = 0,308$ кг/кг.сух.пов.

Витрати тепла на випарення вологи, кДж/кг.вип.волг., визначають за формулою

$$q_B = \frac{J_2 - J_1}{k_2 - k_1}, \quad (26)$$

де J_1, J_2 – теплоємність повітря відповідно на вході і виході з сушильного барабану; $J_1 = 42,9$ кДж/кг.сух.пов.,
 $J_2 = 962,3$ кДж/кг.сух.пов.

Витрати тепла у навколишнє середовище приймають $q_{НС} = 40 \dots 44$ кДж/кг.вип.волг.

Загальні витрати повітря, м³/год, визначають за формулою

$$V_{ПЗ} = V_{ПВ} + V_{С2}, \quad (27)$$

де $V_{ПВ}$ – витрати повітря на випарення вологи, м³/год;
 $V_{С2}$ – об'єм повітря, необхідний для згоряння палива під час сушіння трави, м³/год.

Витрати повітря на випарення вологи, м³/год, визначають за формулою

$$V_{ПВ} = \frac{l_{Г} \cdot w_2}{\rho_{П2}}, \quad (28)$$

де $\rho_{П2}$ – густина повітря на виході з барабану, при $T_2 = 393$ К
 $\rho_{П2} = 0,91$ кг/м³.

Об'єм повітря, необхідний для згоряння палива під час сушіння трави, м³/год, визначають за формулою

$$V_{C2} = 2G_{П} \cdot \frac{R_{ПП}}{\rho_{П1}}, \quad (29)$$

де $R_{ПП}$ – питома витрата повітря для нормального згоряння палива, для рідкого палива $R_{ПП} = 13,9$ кг/кг.пал.;

$\rho_{П1}$ – густина повітря, яке подають у топку, при $T_1 = 293$ К
 $\rho_{П1} = 1,2$ кг/м³.

За результатами розрахунків аналізують отриману продуктивність сушильного барабана, зниження витрат пального та повітря для сушіння трави.

Розглядають можливості використання газу, як палива, та рекуперацію тепла, випускання в атмосферу відпрацьованих продуктів горіння.

Результати виконання самостійної роботи

1. Описати технологію приготування вітамінного трав'яного борошна.
2. Описати агрегат АВМ-1,5 (призначення, будова, принцип роботи, технічні характеристики, технологічна схема).
3. Описати конструктивні та технологічні відмінності агрегатів АВМ-0,65 і АВМ-3,0 порівняно з АВМ-1,5. Навести їх технічні характеристики, правила експлуатації та техніки безпеки.
4. Виконати теплотехнічний розрахунок барабанної сушарки агрегату АВМ-1,5. Зазначити можливі шляхи підвищення її продуктивності та зниження витрат пального та повітря.

5. Зобразити технологічну схему рекуперації тепла відпрацьованих продуктів горіння.
6. Описати будову, технічні характеристики та принцип роботи агрегатів закордонного виробництва, які використовують в Україні для приготування трав'яного борошна.
6. Навести результати розрахунків та запропонувати рекомендації щодо підвищення продуктивності сушарки та зниження витрат пального.

Контрольні запитання

1. Які переваги трав'яного борошна порівняно з сіном?
2. Яка технологія приготування трав'яного борошна?
3. Яке призначення агрегатів АВМ-1,5 та АВМ-3,0?
4. Поясніть будову агрегатів АВМ-1,5 та АВМ-3,0.
5. Який принцип роботи обладнання АВМ-1,5 та основні регулювання агрегату?
6. Які конструктивні відмінності та технологічні особливості агрегатів АВМ-1,5 і АВМ-3,0?
7. Правила експлуатації агрегатів для приготування трав'яного борошна.
8. Основні правила техніки безпеки під час експлуатації агрегатів АВМ-1,5 і АВМ-3,0.
9. Які можливі шляхи підвищення продуктивності сушильного барабана агрегату АВМ-1,5.
10. Які можливі шляхи зниження витрат палива та повітря сушильним барабаном агрегату АВМ-1,5?
11. Особливості будови теплогенераторів АВМ на рідкому та газоподібному паливі.
12. Переваги, будова і принцип роботи обладнання для рекуперації тепла на агрегаті АВМ.

Самостійна робота на тему:

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ГРАНУЛЮВАННЯ ТРАВ'ЯНОГО БОРОШНА ТА КОМБІКОРМІВ

Мета роботи: вивчити технологію виготовлення гранул з трав'яного борошна; вивчити будову, принцип роботи, правила експлуатації та техніки безпеки обладнання для гранулювання трав'яного борошна та комбікормів.

Матеріальне забезпечення: обладнання для гранулювання трав'яного борошна ОГМ-0,8; навчальні плакати; технічна документація; набір ключів та вимірювальні інструменти; відеоматеріали.

План роботи

1. Вивчити вимоги до процесу гранулювання кормів.
2. Вивчити будову обладнання ОГМ-0,8 та ОГМ-1,5 для приготування гранул з трав'яного борошна.
3. Вивчити правила експлуатації та техніки безпеки під час використання обладнання для гранулювання трав'яного борошна.
4. Вивчити технологію приготування гранул, технологічні схеми обладнання ОГМ-0,8 та ОГМ-1,5.
5. Вивчити технічні характеристики обладнання для гранулювання трав'яного борошна.
6. Встановити технологічні та конструктивні відмінності обладнання ОГМ-0,8 та ОГМ-1,5.
7. Вивчити призначення, будову, технічні характеристики та принцип роботи обладнання закордонного виробництва, яке використовують в Україні для гранулювання трав'яного борошна та кормів.
8. Виконати розрахункову частину роботи.

Порядок роботи

Вивчають вимоги до процесу гранулювання кормів, технологію виготовлення гранул.

Вивчають обладнання для приготування гранул: призначення, будова, принцип роботи, технічні характеристики та технологічний процес виробництва гранул (рисунки С24-С27).

Вивчають правила експлуатації та техніки безпеки під час використання обладнання для гранулювання комбікормів.

Вивчають технологічні та конструктивні відмінності обладнання ОГМ-0,8 та ОГМ-1,5.



Загальний вигляд гранульованого корму



Лінія приготування гранульованих кормів

Рисунок С24

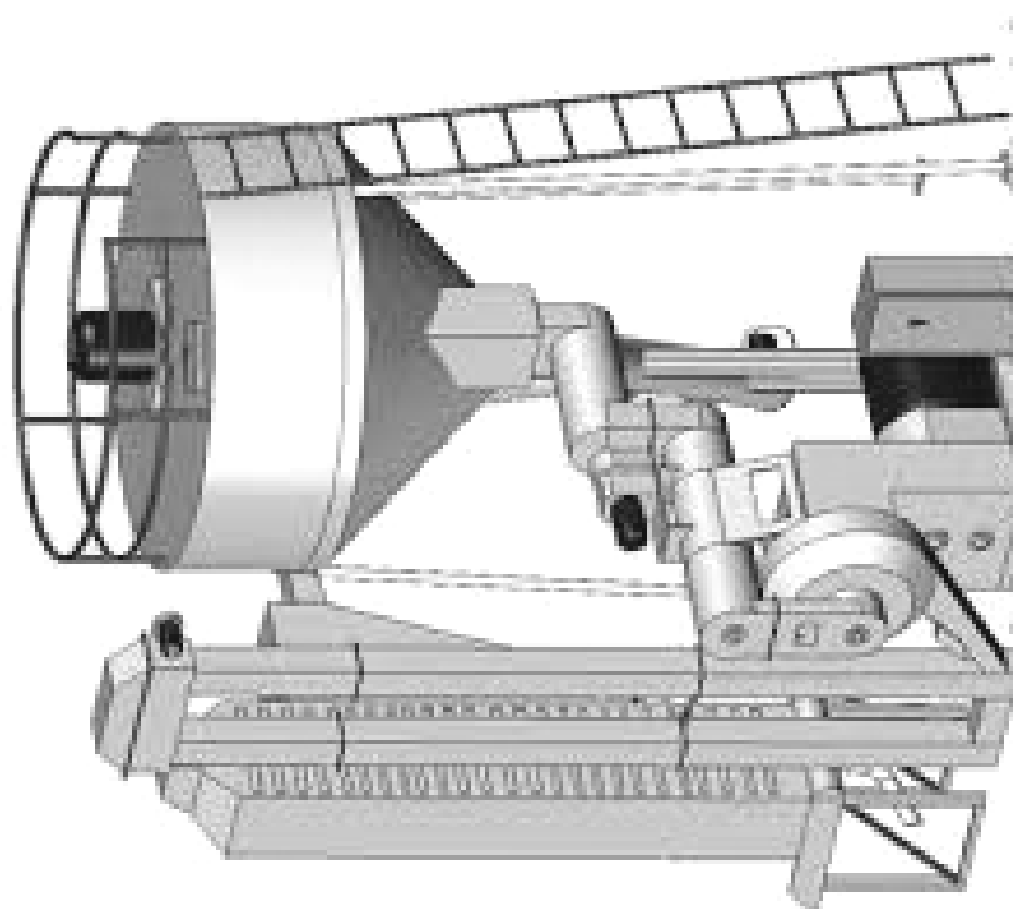
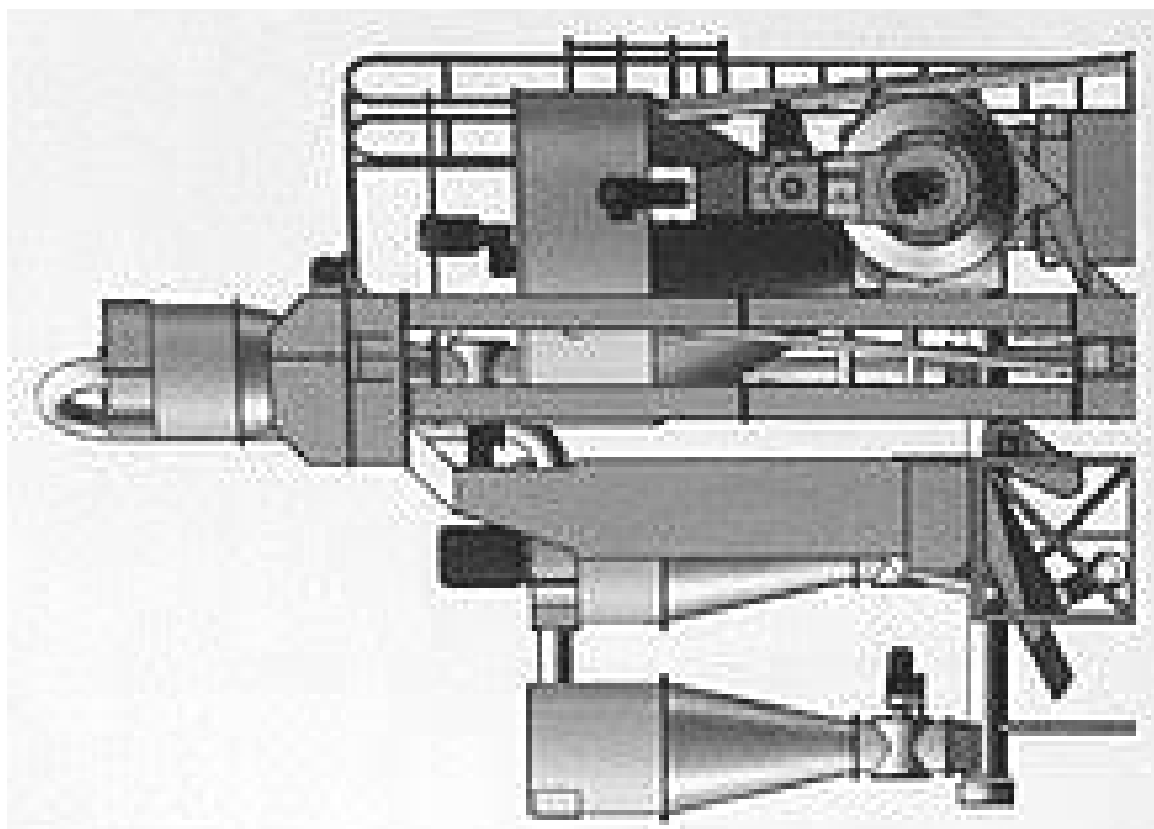
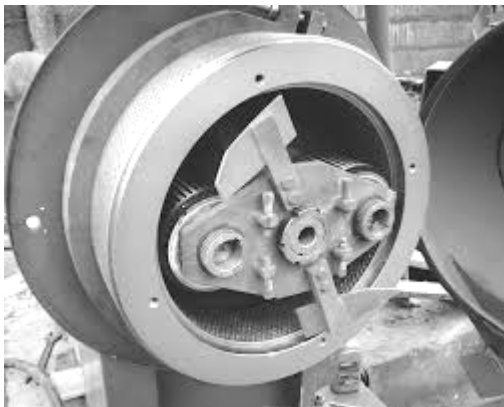


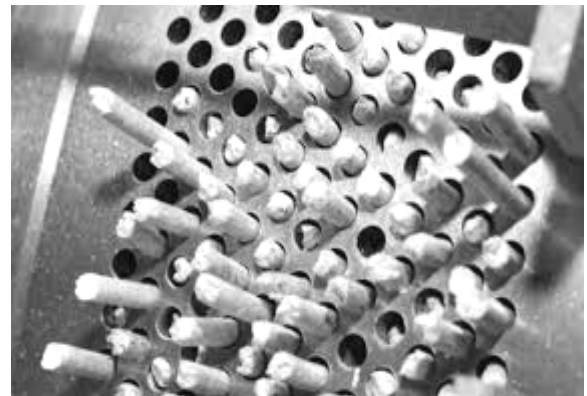
Рисунок С25 – Лінії гранулювання кормів



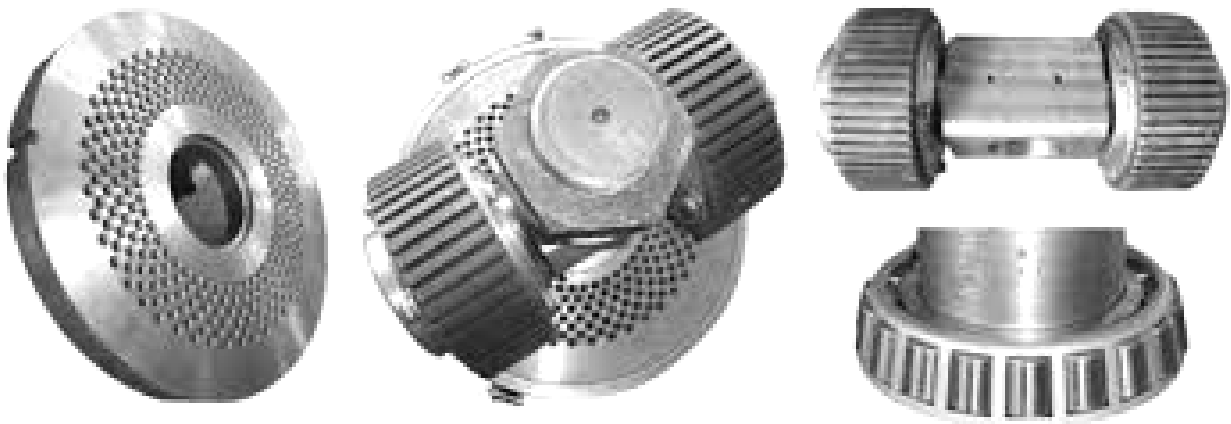
Обладнання для гранулювання кормів типу ОГМ-0,8



Гранулятор ОГМ



Вид гранул на виході з матриці



Плоска матриця і гранулятор прес-гранулятора

Рисунок С26

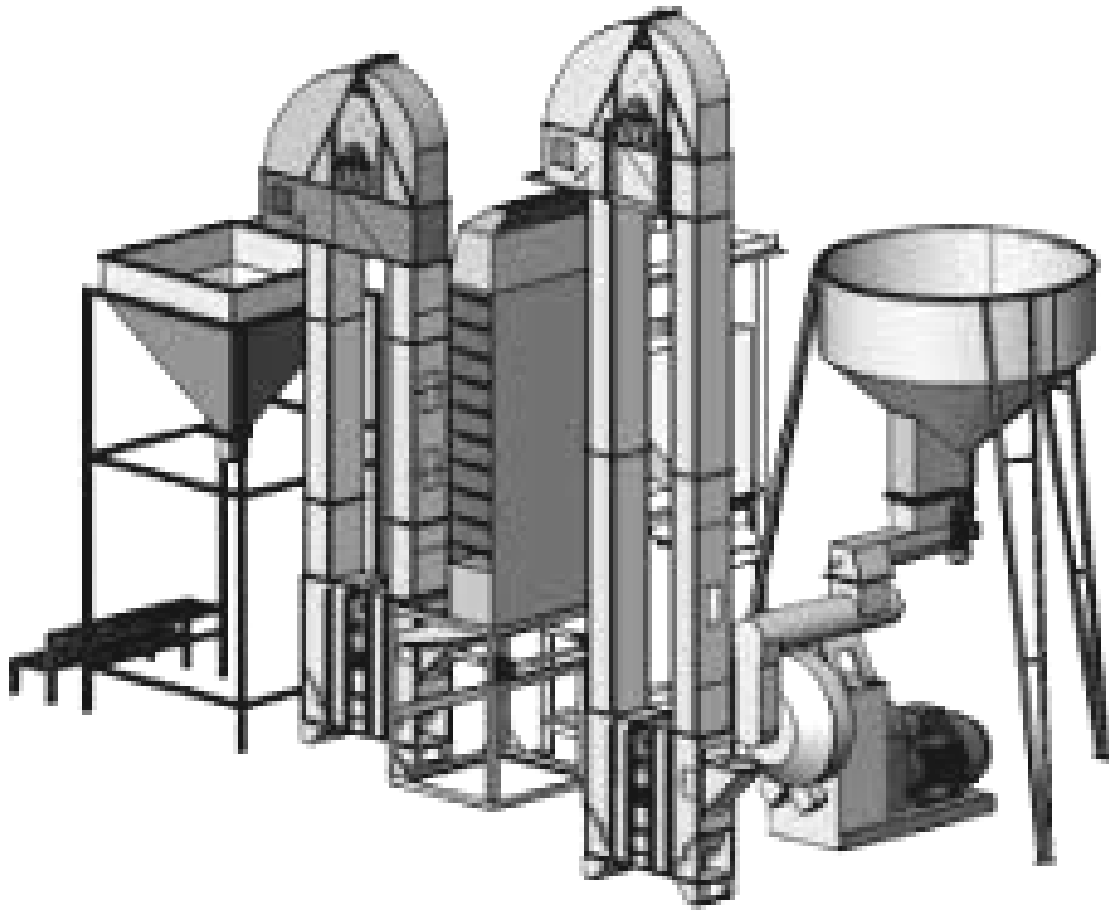


Рисунок С27 – Обладнання для гранулювання кормів типу ОГМ-1,5

Вивчають призначення, будову, технічні характеристики та принцип роботи обладнання закордонного виробництва, яке використовують в Україні для гранулювання трав'яного борошна та кормів.

Визначають продуктивність гранулятора для умови, наведеної у задачі.

Розв'язати задачу

Дано: продукт гранулювання трав'яного борошна: діаметр гранул $d_{ГР} = 0,01$ м; щільність гранул $\rho_{ГР} = 650...790$ кг/м³; параметри матриці: зовнішній діаметр $D_{ЗМ} = 0,56$ м, внутрішній діаметр $D_{ВМ} = 0,48$ м, кількість каналів у матриці $Z_{КМ} = 144$.

Визначити продуктивність гранулятора, кг/с, і запропонувати рекомендації для її збільшення.

Продуктивність гранулятора, кг/с, визначають за формулою

$$Q_{ГР} = S_{КП} \cdot L_{КП} \cdot \rho_{ГР} \cdot Z_{КМ} \cdot \beta_M \cdot t_{пр}, \quad (30)$$

- де $S_{КП}$ – площа каналу пресування, м²;
 $L_{КП}$ – довжина каналу пресування, м;
 β_M – коефіцієнт використання живого перетину матриці,
 $\beta_M = 0,05$;
 t_{np} – час, який моноліт перебуває у каналі пресування; під час гранулювання трав'яного борошна приймають
 $t_{np} = 16...18$ с.

Результати виконання самостійної роботи

1. Описати призначення та технологію приготування гранульованих кормів.
2. Описати будову, принцип роботи та основні регулювання обладнання для гранулювання трав'яного борошна.
3. Зобразити технологічну схему обладнання ОГМ-0,8.
4. Навести технічні характеристики обладнання ОГМ-0,8 і ОГМ-1,5.
5. Описати конструктивні і технологічні відмінності обладнання ОГМ-0,8 і ОГМ-1,5.
6. Навести результати розрахунку та рекомендації до можливого підвищення продуктивності гранулятора.
7. Описати обладнання закордонного виробництва, яке використовують в Україні для гранулювання трав'яного борошна та кормів.

Контрольні запитання

1. Які особливості гранульованих кормів порівняно з розсипними?
2. Пояснити технологію гранулювання трав'яного борошна.
3. Пояснити будову обладнання для гранулювання кормів ОГМ-0,8 і ОГМ-1,5.
4. Які правила експлуатації обладнання для гранулювання кормів ОГМ-0,8 і ОГМ-1,5?
5. Які основні правила техніки безпеки під час використання обладнання ОГМ-0,8 і ОГМ-1,5?
6. Які основні конструктивні відмінності обладнання ОГМ-0,8 і ОГМ-1,5?
7. Які технологічні відмінності грануляторів ОГМ-0,8 і ОГМ-1,5?
8. Запропонувати рекомендації для підвищення продуктивності грануляторів.

Практичне заняття № 15
ТЕХНОЛОГІЧНО-КОНСТРУКТИВНИЙ ТА
КІНЕМАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК МОБІЛЬНОГО
БУНКЕРНОГО КОРМОРОЗДАВАЧА

Мета роботи: вивчити методику розрахунку мобільного бункерного кормороздавача.

План роботи

Виписати з таблиці 15.1 вихідні дані згідно варіанту та визначити основні параметри мобільного кормороздавача (рисунки 15.1-15.2).

15.1. Загальні відомості

Вихідними даними для розрахунку мобільного бункерного кормороздавача є поголів'я тварин, яке буде ним обслуговуватися, норма видачі корму на одну голову та тривалість періоду годівлі. Виходячи з цих даних, необхідно визначити продуктивність кормороздавача, швидкість його переміщення, геометричні розміри бункера та швидкість руху поздовжнього і вивантажувального транспортерів.

15.2. Технологічний розрахунок мобільного бункерного кормороздавача

Кількість (масу) корму, кг, яка необхідна для разової годівлі всього поголів'я, визначають за формулою

$$P_{KP} = q_{P1} \cdot m_T, \quad (15.1)$$

де q_{P1} – разова норма видачі корму на одну голову, кг/гол;

m_T – загальне поголів'я тварин на фермі, що обслуговуються кормороздавачами, гол.

Необхідну масу корму, кг, у бункері кормороздавача для видачі корму в кратну кількість рядів годівниць за один рейс, визначають за формулою

$$P_{KB} = q_{P1} \cdot m_{P1} \cdot n_{P1} \cdot K_{3K}, \quad (15.2)$$

де m_{P1} – кількість тварин в одному ряду, гол. Для розрахунків приймають

$m_{P1} = 50$ голів;

n_{P1} – кількість рядів, у які видають корм за один рейс кормороздавача, приймають $n_{P1} = 1 \dots 4$ шт.;

K_{3K} – коефіцієнт запасу кормів, $K_{3K} = 1,05 \dots 1,1$.

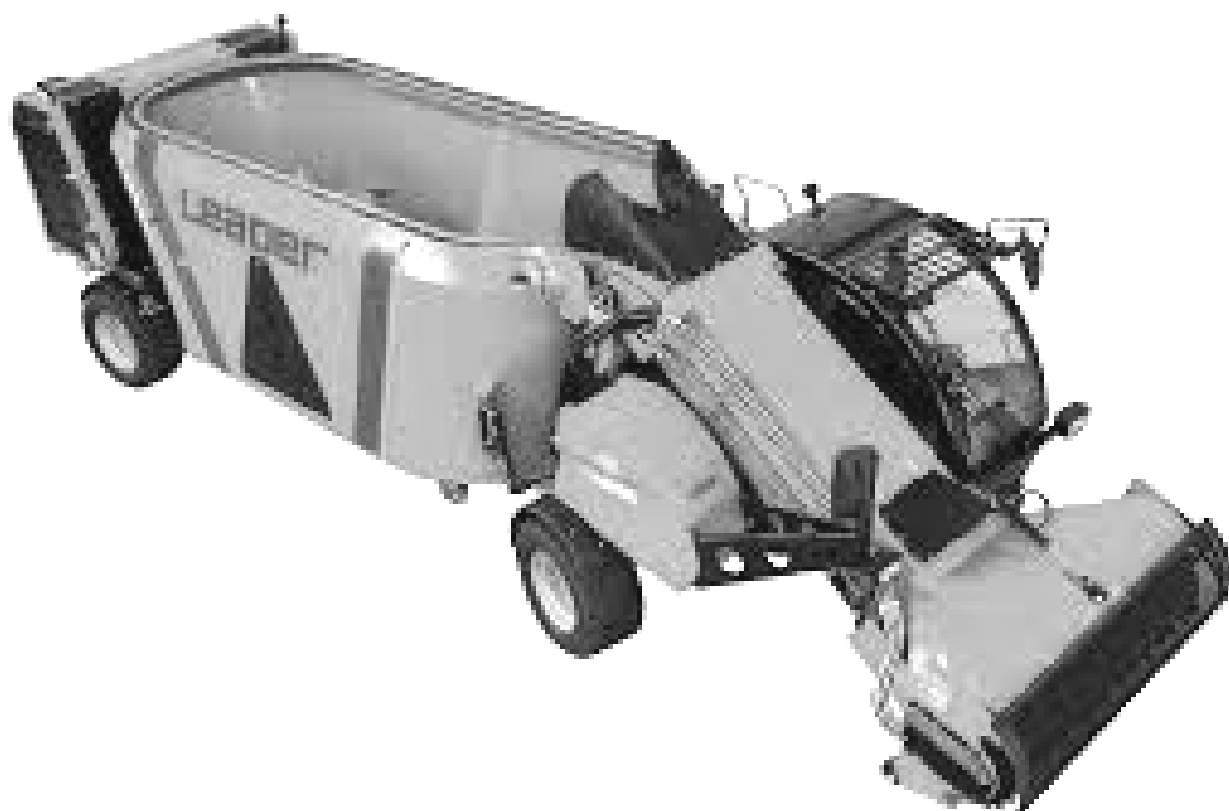


Рисунок 15.1 – Автономні мобільні кормороздавачі-подрібнювачі
грубих кормів



Рисунок 15.2 – Причіпні кормороздавачі-подрібнювачі грубих кормів

Продуктивність кормороздавача, кг/с, визначають за формулою

$$Q_K = \frac{\Pi_{KP} \cdot k_{3B} \cdot \tau_{ZK}}{3600 T_{PK}}, \quad (15.3)$$

де k_{3B} – коефіцієнт заповнення бункера, $k_{3B} = 0,8 \dots 0,9$;

τ_{ZK} – коефіцієнт використання робочого часу кормороздавача,

$$\tau_{ZK} = 0,75 \dots 0,8;$$

T_{PK} – максимально допустима тривалість роздачі корму на фермі, год.

Кількість кормороздавачів, шт., необхідних для обслуговування ферми, визначають за формулою

$$n_{MK} = \frac{\Pi_{KP}}{3600 Q_K \cdot T_{PK}}. \quad (15.4)$$

15.3. Конструктивний розрахунок мобільного бункерного кормороздавача

Об'єм бункера кормороздавача, m^3 , визначають за формулою

$$v_{B.K} = \frac{\Pi_{KB}}{\rho_K \cdot k_{3B}}, \quad (15.5)$$

де ρ_K – об'ємна маса корму, kg/m^3 .

Довжину бункера кормороздавача, м, визначають із залежності для визначення об'єму

$$v_{B.K} = l_B \cdot b_B \cdot h_B, \quad (15.6)$$

де l_B , b_B і h_B – відповідно довжина, ширина і висота бункера, м.

Ці параметри вибирають з врахуванням відповідно ширини кормових проходів та висоти проїомів в'їзних воріт, розміри яких передбачені типовими проєктами тваринницьких приміщень. Згідно вимог проєктування їх ширина не перевищує 2,3 м, а висота 2,4 м. Довжина двовісного кормороздавача l_{K2} не повинна перевищувати 4,5 м, а одновісного l_{K1} – 3,5 м.

Найбільш доцільно задатись довжиною l_K та шириною b_K ($b_K \leq 2$ м) кормороздавача, тоді його висоту, м, визначають за формулою

$$h_K = \frac{v_{B.K}}{l_K \cdot b_K}. \quad (15.7)$$

Таблиця 15.1 – Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Разова норма видачі корму, кг/гол	Поголів'я тварин на фермі, голів	Максимально допустима тривалість роздавання корму, год.	Коефіцієнт використання робочого часу кормороздавача	Об'ємна маса корму, кг/м ³	Висота бункера, м	Ширина бункера, м
	q_{P1}	m_T	T_{PK}	τ_{ZK}	ρ_K	b_B	h_B
1	20	200	2,0	0,75	480	0,40	0,20
2	25	400	4,0	0,76	490	0,45	0,18
3	30	800	2,0	0,77	400	0,50	0,16
4	35	1200	4,0	0,78	410	0,55	0,14
5	40	200	2,0	0,79	420	0,60	0,12
6	45	400	4,0	0,70	430	0,40	0,20
7	50	800	2,0	0,75	440	0,45	0,18
8	43	1200	4,0	0,76	450	0,50	0,16
9	41	200	2,0	0,77	460	0,55	0,14
10	20	400	4,0	0,78	470	0,60	0,12
11	25	800	2,0	0,79	380	0,40	0,20
12	30	1200	4,0	0,70	390	0,45	0,18
13	35	200	2,0	0,75	370	0,50	0,16
14	40	400	4,0	0,76	360	0,55	0,14
15	45	800	2,0	0,77	350	0,60	0,12
16	50	1200	4,0	0,78	415	0,40	0,20
17	37	200	2,0	0,79	425	0,45	0,18
18	30	400	4,0	0,80	435	0,50	0,16
19	20	800	2,0	0,75	445	0,55	0,14
20	25	1200	4,0	0,76	455	0,60	0,12
21	43	250	1,5	0,77	405	0,40	0,19
22	45	300	1,8	0,78	415	0,45	0,18
23	47	350	1,9	0,79	435	0,50	0,17
24	33	450	2,0	0,80	445	0,55	0,16
25	35	500	1,3	0,75	455	0,60	0,15
26	37	550	1,4	0,76	410	0,40	0,14
27	39	600	1,5	0,77	405	0,45	0,13
28	41	650	1,6	0,78	420	0,50	0,12
29	32	700	1,7	0,79	430	0,55	0,20
30	30	750	1,8	0,80	440	0,60	0,16

15.4. Кінематичний розрахунок

Швидкість руху, м/с, кормороздавача під час видачі кормів, визначають за формулою

$$V_K = \frac{a_{K1} \cdot Q_K}{q_{P1} \cdot m_{T1}}, \quad (15.8)$$

де a_{K1} – довжина одного кормомісця, м. Для розрахунків приймають

$$a_{K1} = 1,4 \text{ м};$$

Q_K – продуктивність кормороздавача, кг/с;

m_{T1} – кількість тварин на одне кормомісце. Для розрахунків приймають

$$m_{T1} = 1 \text{ голова.}$$

Швидкість руху, м/с, поздовжнього транспортера кормороздавача при односторонньому роздаванні корму, визначають за формулою

$$V_{ПТ.К} = \frac{q_{P1} \cdot m_{T1} \cdot V_K \cdot K_B}{a_{K1} \cdot b_B \cdot h_B \cdot \rho_K \cdot K_0}, \quad (15.9)$$

де K_B – коефіцієнт, який враховує можливе пробуксовування трактора в приміщенні, $K_B = 0,95$;

K_0 – коефіцієнт, який враховує відставання кормового моноліту від ланцюга поздовжнього транспортера, $K_0 = 0,94 \dots 0,96$.

Швидкість руху, м/с, вивантажувального (поперечного) транспортера кормороздавача, визначають за формулою

$$V_{ВТ.К} = \frac{q_{P1} \cdot m_{T1} \cdot V_K \cdot K_B}{a_{K1} \cdot b_T \cdot h_T \cdot \rho_K \cdot K_{KK} \cdot K_{ЗК}}, \quad (15.10)$$

де b_T – ширина жолоба вивантажувального транспортера, м;

h_T – висота шару корму на виході жолоба, м;

K_{KK} – коефіцієнт ковзання корму, $K_{KK} = 0,8 \dots 0,97$;

$K_{ЗК}$ – коефіцієнт, який враховує зменшення конструктивного об'єму жолоба вивантажувального транспортера при розміщенні в ньому тягового ланцюга з планками, $K_{ЗК} = 0,95 \dots 0,98$.

Завдання для звіту

1. Визначити продуктивність кормороздавачів, їх кількість, об'єм та довжину бункера.
2. Визначити швидкість руху кормороздавача та швидкості поздовжнього і вивантажувального транспортерів під час роздавання кормів.

Самостійна робота на тему:

МОБІЛЬНІ РОЗДАВАЧІ КОРМІВ

Мета роботи: вивчити призначення, будову, принцип роботи, технологічний процес, правила експлуатації та техніки безпеки під час експлуатації мобільних роздавачів кормів різних типів.

Матеріальне забезпечення: кормороздавачі КТУ-10А, РММ-5; навчальні плакати; технічна документація; інструкції з експлуатації; набір ключів та вимірювальних інструментів; відеоматеріали.

План роботи

1. Вивчити призначення та будову кормороздавача КТУ-10А.
2. Вивчити механізм регулювання норми видачі кормів.
3. Вивчити технічні характеристики та правила експлуатації кормороздавача КТУ-10А.
4. Вивчити призначення та будову кормороздавача РММ-5.
5. Вивчити конструктивні відмінності та технологічні особливості кормороздавача РММ-5 порівняно з КТУ-10А.
6. Вивчити мобільні кормороздавачі з різними типами приводу.
7. Вивчити мобільні кормороздавачі закордонного виробництва.
8. Виконати розрахункову частину роботи.

Порядок роботи

За базовий для вивчення приймають кормороздавач КТУ-10А. Встановлюють його призначення, вивчають будову. Особливу увагу потрібно звернути на механізм регулювання норми видачі кормів. Вивчають принцип роботи кормороздавача, його технічні характеристики та технологію роздавання кормів.

Встановлюють види допоміжних робіт, які можуть виконувати кормороздавачі КТУ-10А (рисунок С28) та його модифікації. Вивчають правила експлуатації кормороздавача КТУ-10А, аналізують особливості конструкції, переваги та недоліки.

Вивчають кормороздавачі РММ-5 та КТУ-3А, встановлюють їх конструктивні та технологічні відмінності від КТУ-10А (рисунок С28).

Вивчають будову, принцип роботи та технічні характеристики кормороздавачів РСР-10, КУТ-3БМ, РКА-6, РММ-Ф-6 і РЖН-Ф-6 змонтованих на шасі автомобіля; встановлюють сфери їх застосування (рисунки С29-С30).

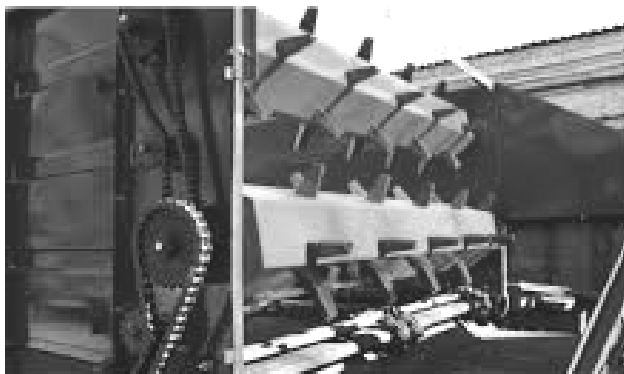
Вивчають кормороздавачі з електричним приводом РС-5А, КС-1,5, КСП-0,8, КУС-1,7.



Кормороздавач КТУ-10



Кормороздавач РММ-5



Бітери, бітер і транспортер кормороздавача КТУ-10

Рисунок С28



Рисунок С29 – Модифікації кормороздавача



Рисунок С30

Вивчають їх призначення, будову, принцип роботи, технічні характеристики. Встановлюють сферу їх застосування, недоліки конструкцій.

Вивчають мобільні кормороздавачі закордонного виробництва.

Виконують розрахунок лінії роздавання кормів мобільними кормороздавачами для умови, наведеної у задачі.

Розв'язати задачу

Дано: ферма великої рогатої худоби на 400 голів у двох корівниках; корм, який роздають – силос; разова норма видача корму (силосу) одній тварині $q_{P1} = 10$ кг/гол; тип кормороздавача КТУ-10А; тип навантажувача силосу з траншеї – ПСК-5; час, відведений для роздавання силосу в корівнику, $t_{PO3} = 0,33$ год; організація пересування роздавача – без закріплення за корівниками.

Розрахувати необхідну кількість кормороздавачів та кількість рейсів для роздавання силосу на фермі.

Навести можливі шляхи підвищення продуктивності кормороздавача.

Кількість роздавачів, шт, необхідних для одноразової видачі силосу в одному корівнику, визначають за формулою

$$K_{PO3} = \frac{Q_{P1}}{Q_{KE}}, \quad (31)$$

де Q_{P1} – необхідна продуктивність роздавача у корівнику, т/год;

Q_{KE} – експлуатаційна продуктивність роздавача за цикл, т/год.

Оскільки корівники однакові, то необхідну продуктивність, т/год, можна визначити так

$$Q_{P1} = Q_{P2} = \frac{G_P}{t_{PO3}}, \quad (32)$$

де G_P – кількість корму на роздавання в одному корівнику для однієї годівлі, кг;

t_{PO3} – час, відведений для роздавання корму (силосу), год.

Масу корму на роздавання в одному корівнику, кг, визначають за формулою

$$G_P = m_T \cdot q_{P1}, \quad (33)$$

де m_T – загальне поголів'я тварин у корівнику, гол.;

q_{P1} – разова норма видачі корму (силосу) одній тварині, кг/гол.

Експлуатаційну продуктивність роздавання за цикл, т/год, визначають за формулою

$$Q_{KE} = \frac{G_{MK}}{T_P}, \quad (34)$$

де G_{MK} – вантажопід'ємність мобільного кормороздавача (приймають з технічної характеристики), кг;

T_P – час роботи кормороздавача, год.

Час роботи кормороздавача, год, визначають за формулою

$$T_P = t_{HP} + t_{ЗAB} + t_{POЗ} + t_{TЗ} + t_X, \quad (35)$$

де t_{HP} , t_X – час пересування кормороздавача відповідно з вантажем та холостий хід до i -го корівника;

$t_{ЗAB}$ – час завантаження кормороздавача навантажувачем ПСК-5, год;

$t_{POЗ}$ – час роздавання силосу в корівнику, $t_{POЗ} = 0,33$ год;

$t_{TЗ}$ – час маневрових операцій роздавача (під'їждання до навантажувача, доїждання в корівник, перерви), год, $t_{TЗ} = 0,05 \dots 0,10$ год.

Час пересування кормороздавача відповідно з вантажем та без нього до i -того корівника, год, визначають за формулами:

$$t_{HP} = \frac{l_{HP}}{V_{KP}}; \quad (36)$$

$$t_X = \frac{l_X}{V_{KP}}, \quad (37)$$

де V_{KP} – швидкість пересування кормороздавача (з технічної характеристики), км/год;

l_{HP} , l_X – відстані, на які пересувається кормороздавач з вантажем та без нього. Відрізняються через різну довжину від силосної траншеї до корівника.

Час циклу роботи кормороздавача для кожного корівника, його експлуатаційну продуктивність визначають окремо, зокрема для кормороздавача не закріпленого за корівниками. Якщо кормороздавачі не закріплені (як в нашому випадку), то розрахунок можна вести за середньозваженою довжиною доставки (при цьому приймають $l_{CP} = C$).

Середньозважену довжину доставки кормів, м, визначають за формулою

$$l_{CP} = \frac{l_{HP1} \cdot Q_{P1} + l_{HP2} \cdot Q_{P2}}{2 \cdot Q}, \quad (38)$$

тоді $t_{HP} = t_X = \frac{l_{CP}}{V_{KP}}$.

Час завантаження кормороздавача навантажувачем ПСК-5, год, визначають за формулою

$$t_{ЗАВ} = \frac{G_{МК}}{Q_{НВ}}, \quad (39)$$

де $Q_{НВ}$ – продуктивність навантажувача (з технічної характеристики), т/год.

Час роздавання силосу в корівнику, год, визначають за формулою

$$t_{РОЗ} = \frac{G_{МК}}{Q_K}, \quad (40)$$

де Q_K – продуктивність кормороздавача КТУ-10А на роздаванні (з технічної характеристики), т/год.

Загальну кількість роздавачів, шт., під час роздавання силосу на фермі (результат округлити у більшу сторону), визначають за формулою

$$n_{КФ} = \frac{m_T \cdot q_{P1}}{Q_K}. \quad (41)$$

Кількість рейсів (циклів), виконаних кормороздавачем на фермі, визначають за формулою

$$C_P = r_K \cdot \frac{G_P}{G_{МК}}, \quad (42)$$

де r_K – кількість корівників, $r_K = 2$.

За результатами розрахунків встановлюють, які фактори найбільше впливають на експлуатаційну продуктивність роздавачів кормів.

Вивчають конструкції роздавачів кормів: навантажувача-роздавача ПРК-Ф-0,4-5; роздавача кормів вузькогабаритного РКХ-Ф-5; коренерізки-роздавача коренеплодів та концентрованих кормів КРК-1.

Результати виконання самостійної роботи

1. Описати призначення, будову, принцип роботи, регулювання кормороздавача КТУ-10А. Зобразити його кінематичну схему.
2. Вказати основні конструктивні та технологічні відмінності роздавачів РММ-5 та КУТ-3 від КТУ-10А.
3. Описати призначення, будову і принцип роботи кормороздавачів РС-10; КУТ-3БМ; РКА-8; РММ-Ф-6 і РЖН-Ф-6.
4. Описати призначення, будову і принцип роботи кормороздавачів РС-5А, КС-1,5, КСП-0,8, КУС-Ф-2, КЭС-1,7.
5. Навести технічні характеристики вивчених машин.
6. Описати призначення, будову і принцип роботи кормороздавачів закордонного виробництва.
7. Виконати розрахунок кількості кормороздавачів для заданих умов та намітити можливі шляхи підвищення їх експлуатаційної продуктивності.

Контрольні запитання

1. Яке призначення кормороздавачів різних марок?
2. Пояснити будову кормороздавача КТУ-10А.
3. Який принцип роботи кормороздавача КТУ-10А?
4. Які основні правила експлуатації кормороздавача КТУ-10А?
5. Які основні регулювання кормороздавача КТУ-10А?
6. Правила техніки безпеки під час використання кормороздавача КТУ-10А.
7. Які шляхи підвищення експлуатаційної продуктивності кормороздавача КТУ-10А.
8. Які конструктивні відмінності кормороздавачів РММ-5 та КУТ-3А від КТУ-10А?
9. Особливості будови та роботи кормороздавачів для малих ферм.

Самостійна робота на тему:

СТАЦІОНАРНІ КОРМОРОЗДАВАЧІ

Мета роботи: вивчити призначення, будову, принцип роботи, технічні характеристики, регулювання, основні правила експлуатації та техніки безпеки стаціонарних кормороздавачів.

Матеріальне забезпечення: скребковий кормороздавач РВК-Ф-74 (ТВН-80Б); фрагменти роздавачів; навчальні плакати; інструкції з експлуатації; технічна документація; комплект ключів та вимірювальних інструментів; відеоматеріали.

План роботи

1. Вивчити призначення та будову стаціонарного кормороздавача РВК-Ф-74.
2. Вивчити основні регулювання та технічні характеристики стаціонарного кормороздавача РВК-Ф-74.
3. Вивчити призначення, будову, технічні характеристики стаціонарних кормороздавачів різних марок.
4. Вивчити конструктивні відмінності та технологічні особливості стаціонарних кормороздавачів різних марок.
5. Вивчити правила експлуатації та охорони праці під час експлуатації кормороздавачів різних марок.
6. Виконати розрахункову частину роботи.

Порядок роботи

Вивчають призначення стаціонарного скребкового кормороздавача РВК-Ф-74 (ТВК-80Б); його будову, принцип роботи, технологію роздавання кормів, регулювання та технічні характеристики. Встановлюють конструктивні особливості модифікації кормороздавача РВК-Ф-74 для двохстороннього підходу тварин.

Вивчають призначення, будову, принцип роботи та технологію роздавання кормів стаціонарним кормороздавачем РК-50, пересувними стрічковими транспортерами встановленими над годівницею (ТКР-20А, ТРЛ-100А, ТЛК-20).

Вивчають конструкції стаціонарних кормороздавачів РКА-1000Н, КВД-Ф-1 та КВК-Ф-1,5 (рисунки С31-С33) Вивчають технічні характеристики цих машин; встановлюють, що є спільного та відмінного в їх конструкціях. Вивчають правила експлуатації та основні вимоги техніки безпеки під час використання стаціонарних кормороздавачів.



Рисунок С31 – Стационарні кормороздавачі на фермах ВРХ



Рисунок С32 – Стационарні кормороздавачі концентрованих кормів на фермах ВРХ та свинофермах



Рисунок С33 – Робот-підсовувач грубих кормів на фермах ВРХ



Рисунок С34 – Стационарний кормороздавач на птахофермах

Вивчають конструкції стаціонарних кормороздавачів закордонного виробництва. Вивчають технічні характеристики цих машин; встановлюють, що є спільного та відмінного в їх конструкціях. Вивчають правила експлуатації та основні вимоги техніки безпеки під час використання цих машин.

Виконують розрахунок стаціонарного кормороздавача для умови, наведеної у задачі.

Розв'язати задачу

Дано: вид тварин – велика рогата худоба; тип роздавача – ТВК-80Б; корм, який роздають – силос; одноразова видача силосу $q_1 = 12$ кг/гол; фронт годівлі однієї тварини (довжина кормомісця) $l_{T1} = 1,2$ м; кількість тварин, обслуговуваних одним роздавачем $m_T = 60$ гол; завантаження роздавача – механічне.

Виконати перевірку кормороздавача за продуктивністю та потужністю, зробити висновки.

Перевірку кормороздавача за продуктивністю, т/год, виконують за формулою

$$Q_T \geq Q_{PK}, \quad (43)$$

де Q_T – технічна (паспортна) продуктивність транспортера кормороздавача, т/год;

Q_{PK} – фактична (розрахункова) продуктивність транспортера кормороздавача, т/год.

Технічна продуктивність транспортера (визначають за технічною характеристикою) повинна бути більшою або дорівнювати розрахованій (фактичній). В іншому випадку необхідно вибрати роздавач з більшою продуктивністю або приймати встановлення декількох машин.

Розрахункову продуктивність роздавача, т/год, визначають за формулою

$$Q_{PK} = 3,6 q_{nc} \cdot V_L, \quad (44)$$

де q_{nc} – погонна маса силосу на транспортері, кг/м;

V_L – швидкість руху ланцюга роздавача при механічному завантаженні, м/с.

Перевірку кормороздавача за потужністю, кВт, виконують за формулою

$$N_{BC} > N_H, \quad (45)$$

де N_{BC} – встановлена потужність приводу роздавача, кВт;

N_H – необхідна або розрахункова потужність приводу, потрібна для роботи транспортера в заданих умовах, кВт.

Розрахункову потужність приводу, потрібну для роботи транспортера в заданих умовах, кВт, визначають за формулою

$$N_H = \frac{F_{\Pi} \cdot V_L}{1000 \cdot \eta_P}, \quad (46)$$

де F_{Π} – сила тяги приводу, необхідна для подолання опору руху ланцюга з вантажем, Н;

η_P – к.к.д. приводу роздавача, $\eta_P = 0,82 \dots 0,87$.

Силу тяги приводу, необхідну для подолання опору руху ланцюга з вантажем, Н, визначають за формулою

$$F_{\Pi} = 10 \cdot l_K (q_{nc} \cdot f_C + 2,03 \cdot q_L \cdot f_L), \quad (47)$$

де l_K – фронт роздавання, м, $l_K = m_T \cdot l_{T1}$;

f_C – коефіцієнт тертя силосу по деревині $f_C = 0,6 \dots 0,8$;

q_L – погонна маса ланцюга з скребками (за даними заводу-виробника) $q_L = 8,5$ кг/м;

f_L – коефіцієнт тертя ланцюга з скребками по дерев'яному жолобу, $f_L = 0,2 \dots 0,4$;

2,03 – коефіцієнт, що враховує в скільки разів довжина контура тягового ланцюга більша фронту годівлі.

Отримавши результати розрахунків, роблять висновки про:

- відповідність кормоздавача заданим умовам роботи;
- заміну конструкції кормороздавача (збільшити потужність заміною приводу) або заміну його іншою моделлю роздавача.

Результати виконання самостійної роботи

1. Описати основні вимоги до роздавання різних видів кормів стаціонарними кормороздавачами.
2. Описати призначення, будову, принцип роботи, основні регулювання роздавача кормів ТВК-80Б. Навести його технологічну схему. Вказати основні конструктивні відмінності кормороздавача для двостороннього підходу тварин.
3. Описати призначення, будову та принцип роботи роздавачів РКА-1000, РКА-2000, КВД-Ф-1 та КВК-1-15; вказати їх конструктивні відмінності.
4. Описати призначення, будову і принцип роботи роздавача РК-50 та систем пересувних конвеєрів ТКР-20А, ТРЛ-100А, ТЛК-20. Вказати принципові відмінності у їх конструкціях.
5. Описати призначення, будову та принцип роботи стаціонарних кормороздавачів роздавачів закордонного виробництва, вказати їх конструктивні відмінності.
6. Виконати розрахункову частину роботи та проаналізувати отримані результати.
7. Описати основні правила експлуатації та техніки безпеки стаціонарних кормороздавачів.

Контрольні запитання

1. Які вимоги до стаціонарних кормороздавачів під час виконання технологічного процесу?
2. Пояснити будову стаціонарних кормороздавачів.
3. Який принцип роботи стаціонарних кормороздавачів?
4. Пояснити технологію роздавання кормів стаціонарними кормороздавачами.
5. Які переваги стаціонарних кормороздавачів?
6. Які недоліки стаціонарних кормороздавачів?
7. Проаналізувати можливості удосконалення конструкцій вивчених кормороздавачів.
8. Проаналізувати можливість використання вивчених конструкцій кормороздавачів на малих фермах.

Практичне заняття № 16
РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ
ЛАНЦЮГОВО-СКРЕБКОВОГО ТРАНСПОРТЕРА
ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ГНОЮ

Мета роботи: вивчити методику розрахунку основних параметрів ланцюгово-скребкового транспортера для видалення гною.

План роботи

Виписати з таблиці 16.1 вихідні дані згідно варіанту, розрахувати основні параметри ланцюгово-скребкового транспортера (рисунок 16.1) для видалення гною.

16.1. Методика розрахунку горизонтального транспортера
Продуктивність транспортера, кг/с, визначають за формулою

$$Q_{ТС} = h_K \cdot b_K \cdot \rho_G \cdot V_{ЛТ} \cdot k_{П}, \quad (16.1)$$

де h_K – висота гноевого каналу (висота тіла волочіння), м;

b_K – ширина гнойового каналу, м;

ρ_G – щільність гною, кг/м³;

$k_{П}$ – коефіцієнт подачі, $k_{П} = 0,46$;

$V_{ЛТ}$ – швидкість руху ланцюга транспортера, м/с.

Повний тяговий опір руху ланцюга транспортера, Н, визначають за формулою

$$F_{ПТ} = F_{Л} + \sum_{i=1}^5 F_i, \quad (16.2)$$

де $F_{Л}$ – зусилля попереднього натягу ланцюга транспортера, Н;

F_1 – зусилля, необхідне для подолання тертя гною об дно каналу, Н;

F_2 – зусилля, необхідне для подолання тертя гною об бокові стінки каналу, Н;

F_3 – зусилля, необхідне для подолання опору заклинювання скребоків транспортером, Н;

F_4 – зусилля, необхідне для переміщення ланцюга транспортера, Н;

F_5 – зусилля, необхідне для переміщення гною у напрямку натяжної зірочки, Н.

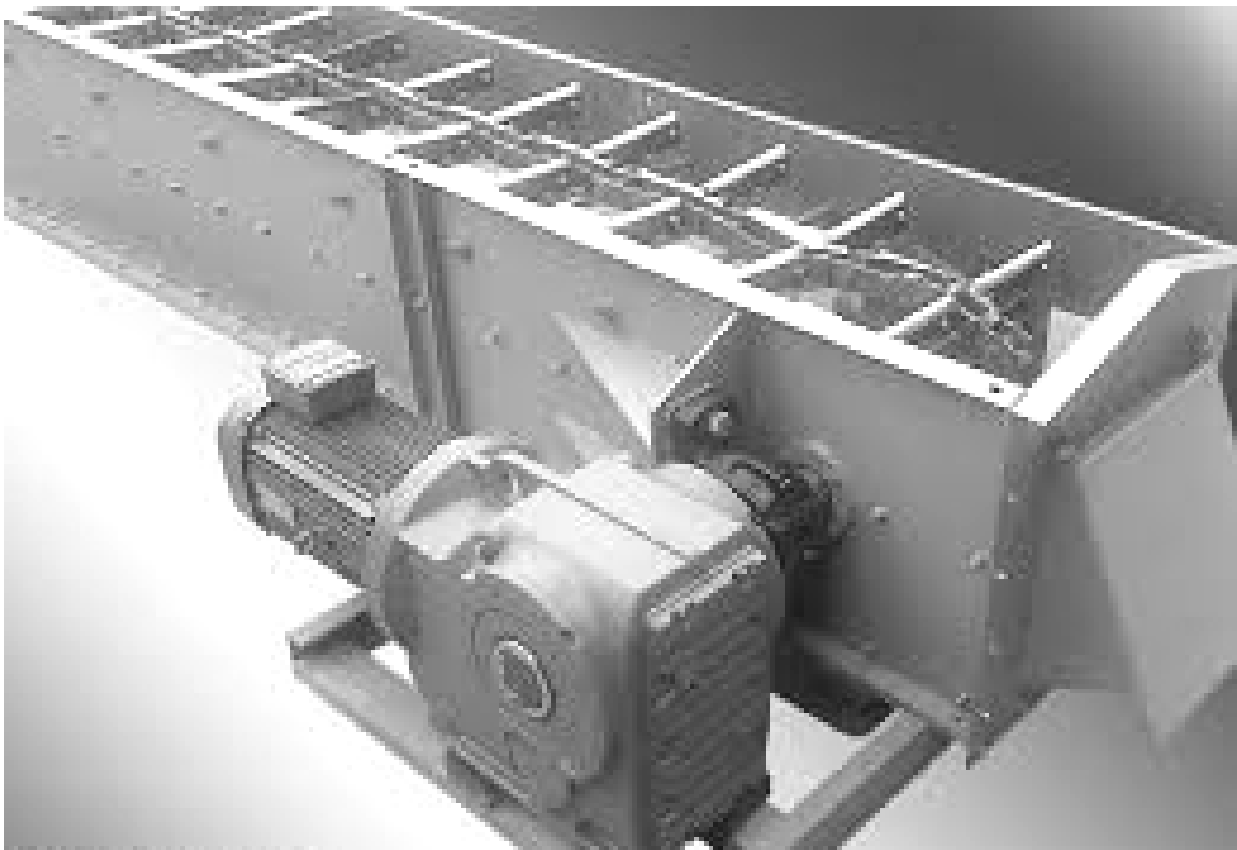


Рисунок 16.1 – Ланцюгово-скребковий транспортер для видалення гною

Таблиця 16.1 – Вихідні дані

Варіант	Висота тіла волочині, мм	Ширина канавки для гною, м	Об'ємна маса гною, кг/м ³	Швидкість руху ланцюга транспортера, м/с	Довжина шляху переміщенням гною, м	Коефіцієнт тертя гною об канал	Динамічний коефіцієнт	Коефіцієнт внутрішнього тертя гною	Довжина ланцюга транспортера, м
	h_K	b_K	ρ_G	$V_{ЛТ}$	L_G	f_G	ψ	$f_{ВН}$	$L_{Л}$
1	85	0,30	600	0,15	150	0,70	1,5	0,80	65
2	90	0,31	650	0,16	155	0,75	1,6	0,85	68
3	95	0,32	700	0,17	160	0,80	1,7	0,90	71
4	100	0,33	750	0,18	165	0,85	1,8	0,95	74
5	110	0,34	800	0,19	170	0,90	1,5	1,05	77
6	115	0,35	850	0,20	150	0,95	1,6	1,10	65
7	120	0,30	900	0,15	155	1,00	1,7	1,15	68
8	85	0,31	600	0,16	160	1,05	1,8	1,20	71
9	90	0,32	650	0,17	165	1,10	1,5	1,25	74
10	95	0,33	700	0,18	170	1,15	1,6	1,30	77
11	100	0,34	750	0,19	150	0,70	1,7	0,80	65
12	105	0,35	800	0,20	155	0,75	1,8	0,85	68
13	110	0,30	850	0,15	160	0,80	1,5	0,90	71
14	115	0,31	900	0,16	165	0,85	1,6	0,95	74
15	120	0,32	600	0,17	170	0,90	1,7	1,05	77
16	85	0,33	650	0,18	150	0,95	1,8	1,10	65
17	90	0,34	700	0,19	155	1,00	1,5	1,15	68
18	95	0,35	750	0,20	160	1,05	1,6	1,20	71
19	100	0,30	800	0,15	165	1,10	1,7	1,25	74
20	105	0,31	850	0,16	170	1,15	1,8	1,30	77
21	85	0,32	615	0,20	165	1,10	1,7	1,25	65
22	90	0,33	625	0,19	160	1,05	1,6	1,20	71
23	95	0,34	635	0,18	155	1,05	1,5	1,15	77
24	100	0,35	645	0,17	150	0,95	1,6	1,10	74
25	105	0,30	655	0,16	155	0,90	1,7	1,05	71
26	110	0,31	665	0,15	160	0,85	1,8	1,00	68
27	115	0,32	675	0,16	165	0,80	1,7	0,95	65
28	120	0,33	685	0,17	170	0,75	1,6	0,90	68
29	90	0,34	695	0,18	165	0,70	1,5	0,85	71
30	95	0,35	705	0,19	160	0,90	1,8	1,05	73

Силу опору, що виникає внаслідок тертя гною об дно каналу, H , визначають за формулою

$$F_1 = h_K \cdot b_K \cdot L_\Gamma \cdot \rho_\Gamma \cdot g \cdot f_\Gamma, \quad (16.3)$$

де L_Γ – довжина шляху переміщення гною, м;
 f_Γ – коефіцієнт тертя гною об дно каналу;
 g – прискорення вільного падіння, м/с².

Силу опору, яка виникає від тертя гною об бокові стінки каналу, H , визначають за формулою

$$F_2 = h_\Gamma^2 \cdot \rho_\Gamma \cdot g \cdot L_\Gamma \cdot f_\Gamma \cdot \xi, \quad (16.4)$$

де h_Γ – висота призми гною бо тіла волочіння, м, $h_\Gamma = (1 \dots 1,3) h_K$;
 ξ – коефіцієнт бокового тиску гною на стінки каналу, залежить від коефіцієнтів тертя гною.

Коефіцієнт бокового тиску визначають за формулою

$$\xi = \psi \left[1 + f_{BH}^2 - \sqrt{(1 + f_{BH}^2)(f_{BH}^2 - f_\Gamma^2)} - f_{BH} \left(\sqrt{1 + f_{BH}^2} - \sqrt{f_{BH}^2 - f_\Gamma^2} \right) \right], \quad (16.5)$$

де ψ – динамічний коефіцієнт;
 f_{BH} – коефіцієнт внутрішнього тертя гною.

Зусилля, необхідне для подолання опору від підйому гною транспортером, H , визначають за формулою

$$F_3 = h_K \cdot b_K \cdot L_\Gamma \cdot \rho_\Gamma \cdot g. \quad (16.6)$$

Силу опору, яка виникає внаслідок переміщення ланцюга транспортера, H , визначають так

$$F_4 = 2 q_L \cdot L_L \cdot f_L, \quad (16.7)$$

де q_L – питома вага одного погонного метра ланцюга транспортера зі скребками, Н/м, для розрахунків приймають $q_L = 40$ Н/м;
 L_L – відстань між осями зірочок, м;
 f_L – коефіцієнт тертя ланцюга об дно каналу.

Силу опору від переміщення гною, H , у напрямку натяжної зірочки, визначають за формулами:

$$F_5 = 0,25 F_4; \quad (16.8)$$

$$F_5 = 0,1 (F_1 + F_2 + 0,25 \cdot F_4 + F_3).$$

Сила опору, що виникає під час переміщення гною, Н, визначають за формулою

$$F' = F_1 + F_2 + F_3 = h_K \cdot L_\Gamma \cdot \rho_\Gamma [g \cdot f_\Gamma \cdot (b_K + h_K + \varepsilon) + b_K]. \quad (16.9)$$

Силу опору руху скребка, при розміщенні його по нормалі до стінки каналу, Н, визначають за формулою

$$F_{OC} = F_1 (1 - f_B \cdot \operatorname{tg} \alpha_{\max}), \quad (16.10)$$

де f_B – коефіцієнт тертя гною об бічну стінку канавки;

α_{\max} – максимально допустимий кут відхилення скребка від нормалі,

$$\alpha_{\max} = 15^\circ.$$

Силу попереднього натягу ланцюга транспортера, Н, визначають за формулою

$$F_{II} = \frac{F_{OC} \cdot B_C}{t_{II} \cdot t (g \alpha_{\max} - f_\Gamma \cdot \operatorname{tg} \alpha_{\max}^2)} - \frac{F_0}{2 (1 - f_B \cdot \operatorname{tg} \alpha_{\max})}, \quad (16.11)$$

де F_{OC} – опір руху скребка, при розміщенні його по нормалі до стінки каналу, Н;

t_{II} – крок ланцюга, м, $t_{II} = 0,08$ м;

B_C – відстань від точки прикладання сили F_{III} до ланцюга транспортера, м.

Відстань, м, від точки прикладання сили F_{III} на скребок до ланцюга транспортера, визначають за формулою

$$B_C = 0,5B + C, \quad (16.12)$$

де B – довжина скребка транспортера, м;

C – відстань від середини скребка до точки прикладання сили F_{III} ,

$$C = 0,01 \dots 0,02 \text{ при } \alpha = 0^\circ, \quad C = 0,03 \dots 0,04 \text{ при } \alpha = 15^\circ$$

(рисунок 16.2).

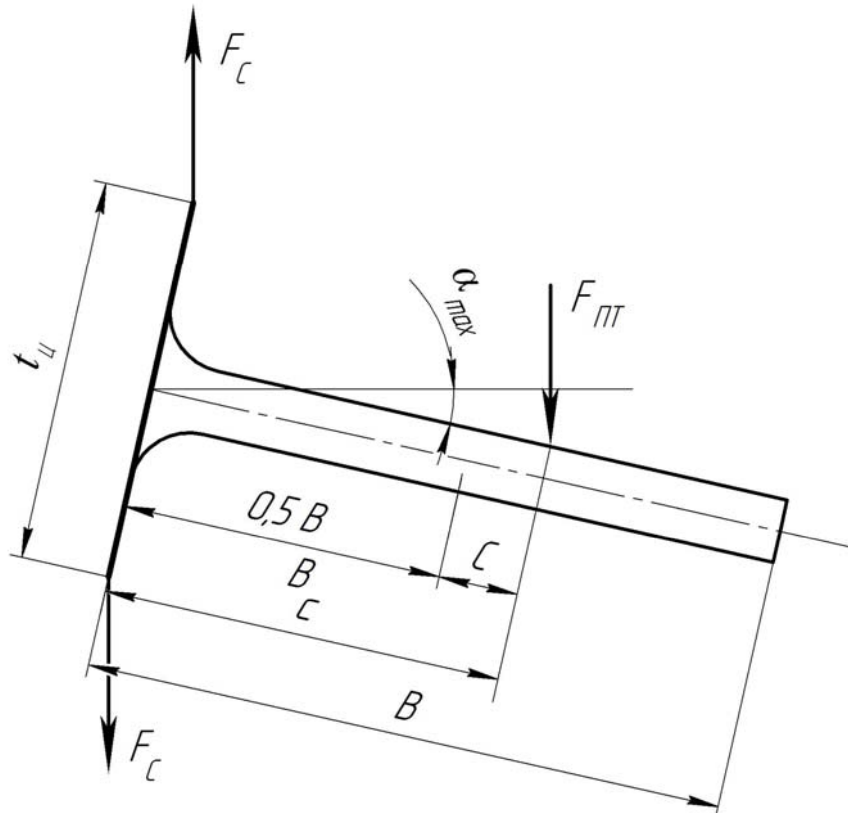


Рисунок 16.2 – Схема сил, що діють на скребок транспортера

Довжину скребка транспортера, м, визначають за формулою

$$B = b_K - \delta, \quad (16.13)$$

де δ – зазор між кінцем скребка і стінкою канавки, $\delta = 0,015 \dots 0,025$ м.

Необхідну потужність електродвигуна, кВт, приводної станції ланцюгового транспортера для видалення гною розраховують за формулою

$$N_{ДВ} = \frac{K_{ОП} \cdot F_{ПТ} \cdot V_{ЛТ}}{\eta_T}, \quad (16.14)$$

де $K_{ОП}$ – коефіцієнт, який враховує опір натягу на приводній зірочці,

$$K_{ОП} = 1,1;$$

η_T – к.к.д. трансмісії, $\eta_T = 0,75 \dots 0,85$.

16.2. Методика розрахунку похилого вивантажувального транспортера

Вивантажувальний транспортер для гною (рисунок 16.3) встановлюють під певним кутом нахилу до горизонту. Розраховують його за такою ж методикою, як і горизонтальний, тільки під час визначення продуктивності у формулу (16.1) підставляють значення швидкості $V_{ЛТ}$, яка в 3...4 рази більша за швидкість горизонтального транспортера; визначаючи зусилля F_1 , F_2 , F_3 , F_4 враховують кут β нахилу транспортера до горизонту, тобто праву частину виразів (16.3), (16.4), (16.6) і (16.7) домножують на $\cos \beta$ ($\beta = 40...50^\circ$).



Рисунок 16.3

Завдання для звіту

1. Визначити продуктивність горизонтального і вивантажувального транспортерів.
2. Визначити повний тяговий опір руху ланцюга транспортера.
3. Визначити потужність, яка необхідна для приводу горизонтального транспортера.
4. Вибрати та розрахувати транспортер для видалення гною з приміщення тваринницької ферми згідно заданого варіанту.

Самостійна робота на тему:

МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ГНОЮ

Мета роботи: вивчити технологію видалення гною з приміщень тваринницьких ферм і комплексів до гноєсховищ; вивчити принцип роботи, технологічний процес, правила експлуатації та техніки безпеки механізмів для видалення гною на тваринницьких фермах і комплексах.

Матеріальне забезпечення: скребковий транспортер ТСН-3,0Б; навчальні плакати; технічна документація; елементи конструкцій; набір ключів та вимірювальних інструментів; відеоматеріали.

План роботи

1. Вивчити технологію видалення гною з тваринницьких ферм і комплексів.
2. Вивчити засоби механізації для видалення гною з тваринницьких приміщень до гноєсховищ.
3. Вивчити способи переробки гною та підготовки його до використання.
4. Вивчити призначення, принцип роботи, технічні характеристики, основні регулювання та правила експлуатації скребкового транспортера ТСН-160А.
5. Вивчити скребкові конвеєри для видалення гною інших конструкцій і встановити їх відмінності порівняно з ТСН-160А.
6. Виконати розрахункову частину роботи.

Порядок роботи

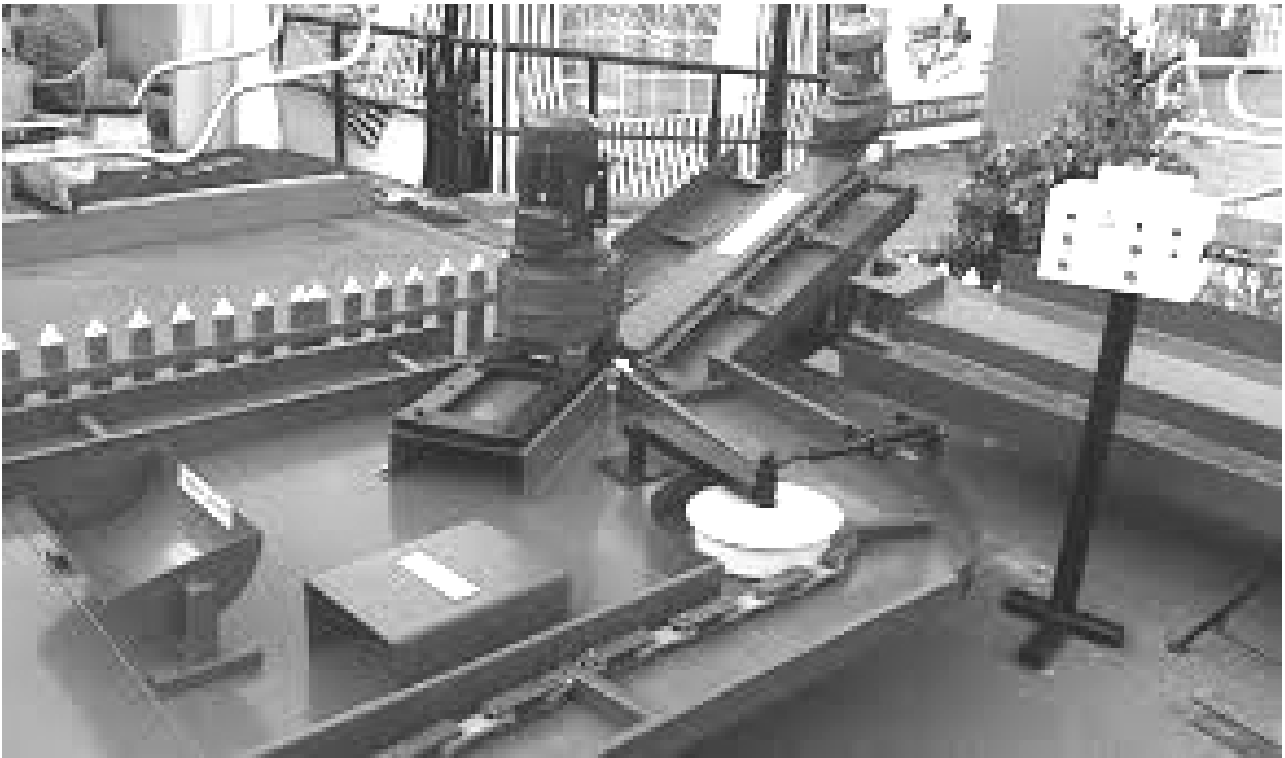
Вивчають технологію видалення гною з тваринницьких ферм і комплексів залежно від виду тварин та способів їх утримання.

Вивчають засоби механізації для видалення гною з тваринницьких приміщень до гноєсховищ (рисунок С.35-С41).

Вивчають способи переробки гною та підготовки його до використання.

Вивчають призначення, будову та принцип роботи скребкового транспортера ТСН-160А.

Вивчають технічні характеристики, основні регулювання, правила експлуатації та техніки безпеки транспортера ТСН-160А.

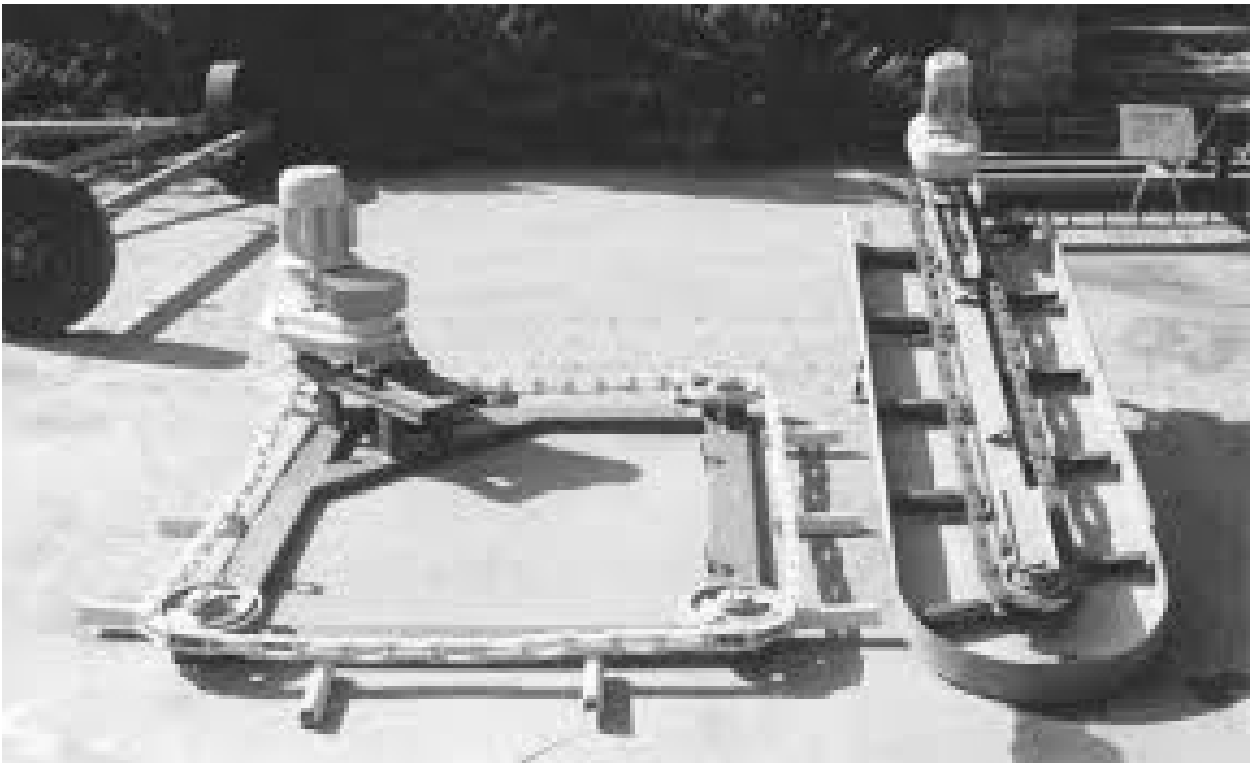


Конвеєр для видалення гною типу КСТ

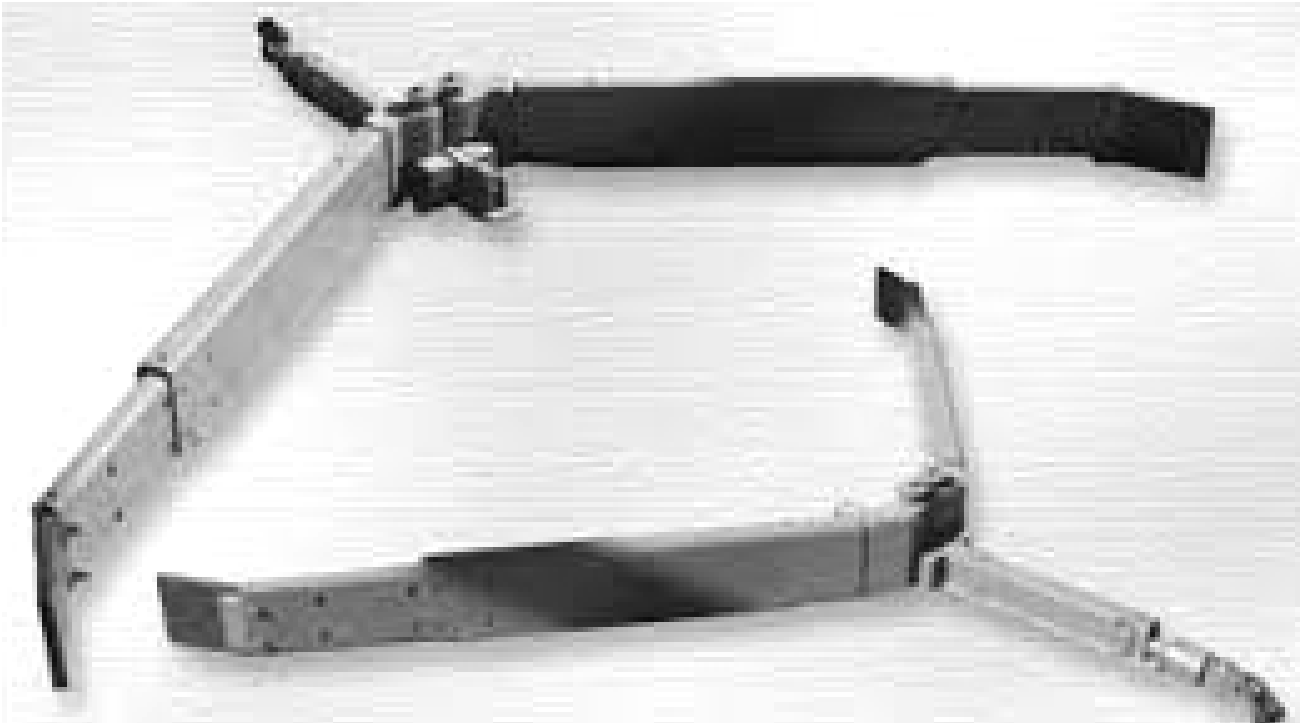


Скрепер для видалення гною

Рисунок С35



Секції конвеєра для видалення гною

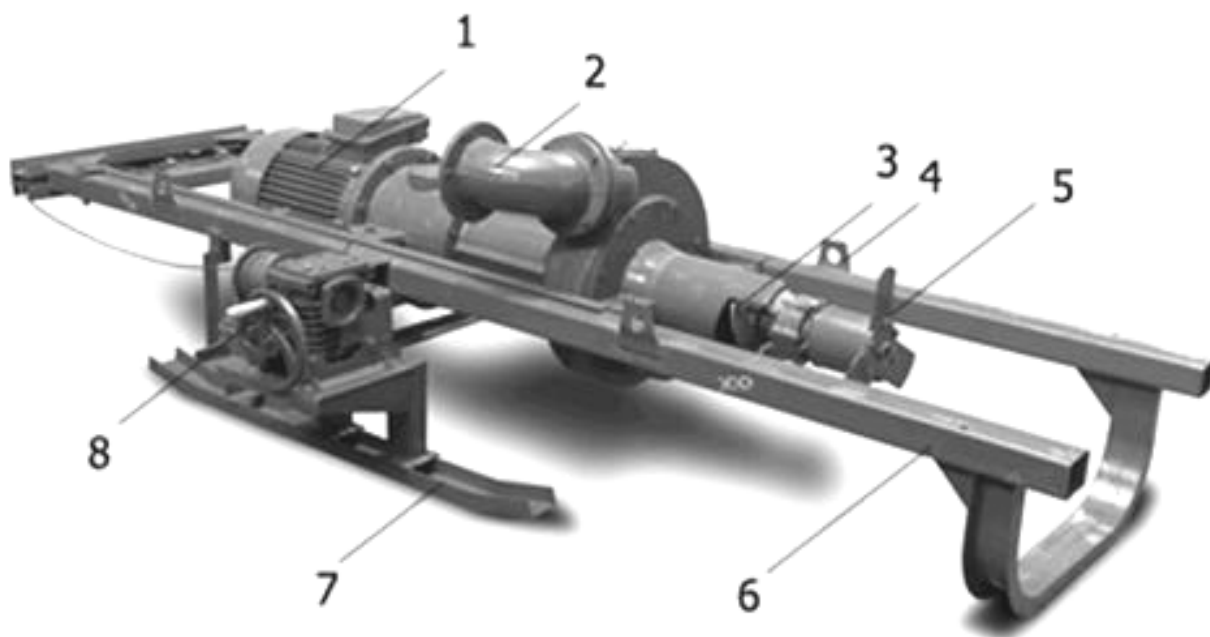


Скрепери для видалення гною

Рисунок С36



Рисунок С37 – Застосування роботів для прибирання гною у тваринницьких приміщеннях



1 – електричний двигун; 2 – коліно для приєднання відвідного рукава; 3 – шнек;
 4 – отвір для транспортування; 5 – лопатева мішалка; 6 – поворотна рама;
 7 – лапа; 8 – лебідка

Рисунок С38 – Загальний вигляд насоса НЖН-200



Рисунок С39 – Споруди для відстоювання гною – гноєнакопичувачі

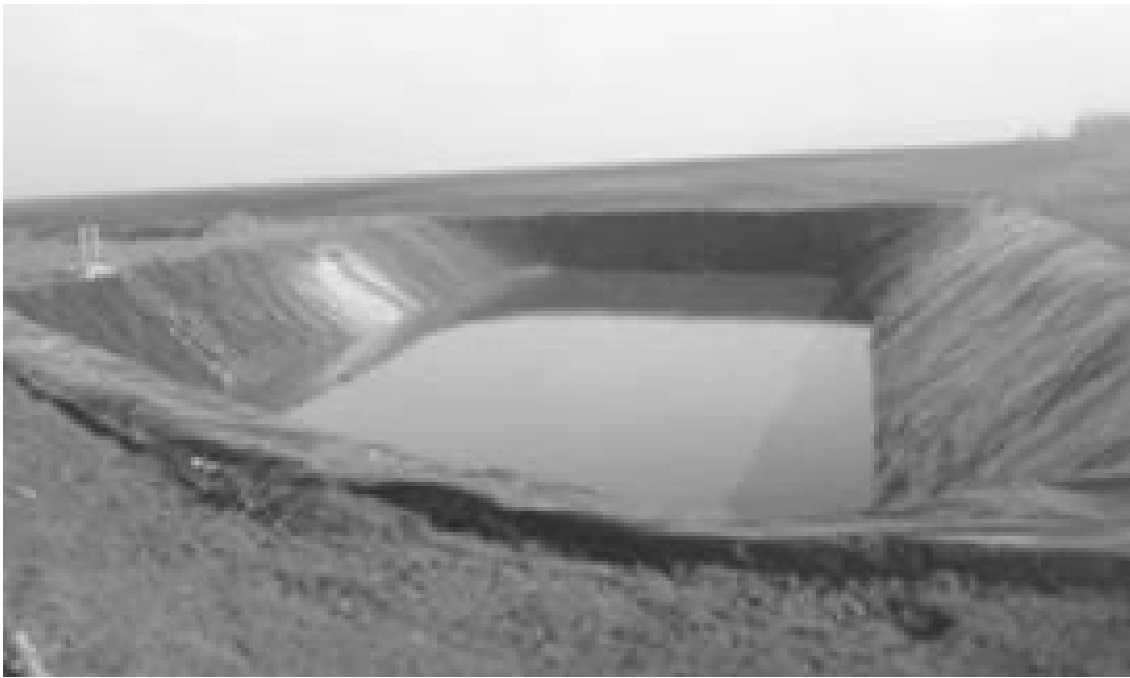


Рисунок С40 – Споруда для відстоювання рідкого гною типу лагуна

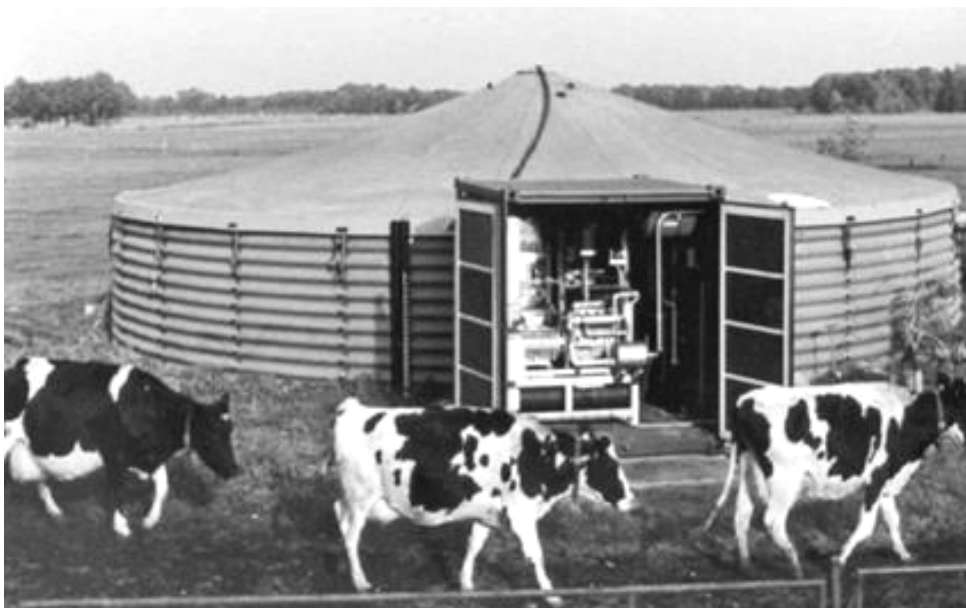


Рисунок С41 – Загальний вигляд фермських біогазових установок

Вивчають конструкцію скребкових конвеєрів ТСН-2,0Б, ТСН-30Б і КНП-10; встановлюють їх конструктивні відмінності порівняно з транспортером ТСН-160А.

Вивчають призначення і будову скребкових транспортерів УС-112, УСП-12, УСД-170, УС-250, ТС-1. Встановлюють їх принцип роботи, переваги та недоліки конструкцій. Вивчають технічні характеристики цих машин.

Аналізують можливість використання шнекового транспортера для видалення гною з малогабаритних тваринницьких приміщень.

Вибирають та розраховують транспортер для видалення гною з приміщення тваринницької ферми для умови, наведеної у задачі.

Розв'язати задачу

Дано: приміщення – корівник для прив'язного утримання на 100 голів ВРХ; транспортер прийнятий для видалення гною, – ТСН-160А; густина підстилкового гною $\rho_G = 0,4 \dots 0,7 \text{ т/м}^3$.

Виконати розрахунок потужності транспортера та встановити його відповідність заданим умовам роботи.

Кількість поголів'я можна взяти із таблиць 2.1 і 2.2 і розрахувати для цих умов транспортер для видалення гною.

Кількість гною, т, яку необхідно видалити з приміщення за один раз, визначають за формулою

$$G_{Г1} = \frac{G_{ТГ}}{K_G} = \frac{m_T \cdot (v_1 + ж_1 + n_1)}{100 \cdot K_G}, \quad (48)$$

де m_T – кількість тварин, голів;

v_1 – середньодобовий вихід твердих екскрементів від однієї тварини, $v_1 = 20 \dots 30 \text{ кг}$;

$ж_1$ – добовий вихід жижи, на одну тварину, $ж_1 = 10 \dots 15 \text{ кг}$;

n_1 – добова норма витрат підстилки на одну тварину при прив'язаному утриманні, $n_1 = 3,5 \text{ кг}$;

K_G – число видалень гною з приміщення протягом доби (кількість включень конвеєра), $K_G = 3 \dots 4$.

Продуктивність транспортера, т/год, визначають за формулою

$$Q_{ТГ} = 3600 l_C \cdot h_C \cdot V_C \cdot \rho_G \cdot \psi, \quad (49)$$

- де l_C – довжина скребка, м (приймають за технічною характеристикою);
 h_C – висота скребка, м (приймають за технічною характеристикою);
 V_C – швидкість пересування ланцюга транспортера з скребками, м/с (за технічною характеристикою);
 ψ – коефіцієнт заповнення міжскребкового простору,
 $\psi = 0,5 \dots 0,6$.

Час роботи транспортера, год, визначають за формулою

$$t_T = \frac{G_{ГЛ}}{Q_T}. \quad (50)$$

Тягове зусилля ланцюга під час переміщення гною, Н, визначають за формулою

$$F_T = 9,81 (G_{ГЛ} \cdot f_{Г} + L_{Л} \cdot q_{Л} \cdot f_C), \quad (51)$$

- де $G_{ГЛ}$ – маса гною в лотках транспортера, кг, $G_{ГЛ} = 100 \dots 500$ кг;
 $f_{Г}$ – коефіцієнт тертя соломистого гною по дерев'яному жолобу, $f_{Г} = 1,0 \dots 1,1$;
 $L_{Л}$ – довжина ланцюга транспортера, м (за технічною характеристикою);
 $q_{Л}$ – погонна маса ланцюга з скребками, кг/м (за даними заводу виготовлювача, для ТСН-160А $q_{Л} = 8,3$ кг/м);
 f_C – коефіцієнт тертя скребоків по дереву.

Необхідну потужність приводу транспортера, кВт, визначають за формулою

$$N_{HT} = \frac{F_T \cdot V_C}{1000 \eta_T}, \quad (52)$$

де η_T – к.к.д. приводу транспортера, $\eta_T = 0,87 \dots 0,92$.

Підрахувавши необхідну потужність, визначають відповідність розрахованого конвеєра заданим умовам роботи за співвідношенням

$$N_{HT} \leq N_{вст}, \quad (53)$$

де $N_{вст}$ – встановлена потужність приводу вибраного конвеєра (з технічної характеристики).

Якщо це співвідношення не виконується, тоді приймають для встановлення транспортер з більшою встановленою потужністю або збільшують кількість видалень гною з приміщення.

Результати виконання самостійної роботи

1. Описати будову, принцип роботи, регулювання, основні правила експлуатації та техніки безпеки скребкового транспортера ТСН-160А.
2. Описати основні конструктивні відмінності конвеєрів ТСН-2,0Б, ТСН-3,0 і КНП-10 від ТСН-160А.
3. Описати принцип дії машин для видалення гною ТС-1, УС-12, УСП-12, УСФ-170 і УС-250.
4. Навести технічні характеристики скребкових транспортерів для видалення гною.
5. Виконати розрахунок транспортера для видалення гною та проаналізувати отримані результати.

Контрольні запитання

1. Які є схеми видалення гною на тваринницьких фермах та комплексах і яким способом утримання тварин вони відповідають?
2. Пояснити будову скребкових транспортерів ТСН-2,0Б, ТСН-3,0Б, ТСН-160А, КНП-10 та ТС-1, УС-12, УСП-12.
3. Пояснити принцип роботи скребкових установок для видалення гною.
4. Пояснити конструктивні і технологічні відмінності транспортерів ТСН-2,0Б, ТСН-3,0Б і КНП-10 порівняно з ТСН-160А.
5. Проаналізувати залежність для визначення технічної продуктивності транспортера ТСН-160А і назвати можливі шляхи її підвищення.
6. Якщо прийнятий до встановлення транспортер не відповідає за потужністю заданим параметрам, то як можна це виправити?
7. Які основні правила експлуатації та техніки безпеки під час роботи установок для видалення гною.

Практичне заняття № 17
РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ
ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВЕНТИЛЯЦІЇ
ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

Мета роботи: вивчити методику розрахунку основних параметрів систем вентиляції тваринницьких ферм

План роботи

Вибрати систему вентиляції тваринницької ферми та розрахувати її основні параметри. Кількість поголів'я тварин взяти згідно варіанту (таблиці 2.1 і 2.2).

Методика розрахунку основних параметрів системи вентиляції

Вибрати систему вентиляції (рисунки 17.1-17.2) та виконати її розрахунок.

Для вибору системи вентиляції тваринницької ферми потрібно визначити необхідний повітрообмін у приміщенні v_B , м³/год. Приймаємо вагу однієї корови 500 кг. Повітрообмін визначають за формулою

$$v_B = \frac{P_{CO_2} \cdot m_T}{P_2 - P_1}, \quad (17.1)$$

де P_{CO_2} – кількість вуглекислого газу (надані CO_2), що виділяє одна тварина за один рік, л/год·гол.;

m_T – кількість тварин (птиці), гол.;

P_2 – максимально допустима концентрація (CO_2) для заданого виду тварин (птиці), л/м³;

P_1 – кількість CO_2 в повітрі, що надходить у приміщення ферми зі свіжим повітрям (приймають $P_1=0,3 \dots 0,4$ л/м³).

Значення величин P_1 і P_2 необхідно взяти із довідника.

Кратність повітрообміну в приміщенні, визначають за формулою

$$K_{II} = \frac{v_B}{v_K}, \quad (17.2)$$

де v_K – корисний об'єм приміщення, м³.

Залежно від отриманого значення кратності повітрообміну K_{II} , вибирають систему вентиляції.

Площу витяжних каналів, м^2 , визначають за формулою

$$F_{BK} = \frac{V_B}{3600 V_{\Pi}}, \quad (17.3)$$

де V_{Π} – швидкість руху повітря у витяжних каналах, м/с .

Значення швидкості руху повітря у витяжних клапанах, м/с , визначають за формулою

$$V_{\Pi} = 2,2 \cdot \sqrt{\frac{h_K (t_{\Pi} - t_C)}{237}}, \quad (17.4)$$

де h_K – висота витяжного каналу, $h_K = 3 \dots 9$ м;

t_{Π} – допустима температура в середині приміщення, $^{\circ}\text{C}$;

t_C – температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$.

За відомою величиною загальної площі витяжних каналів F_{BK} , визначають їх кількість, шт, користуючись формулою

$$K_{BK} = \frac{F_{BK}}{f_{B1}}, \quad (17.5)$$

де f_{B1} – площа поперечного перетину одного витяжного каналу, м^2 .

Поперечний перетин витяжних каналів може мати такі розміри: $0,4 \text{ м} \times 0,4 \text{ м}$; $0,5 \text{ м} \times 0,5 \text{ м}$; $0,6 \text{ м} \times 0,6 \text{ м}$; $0,7 \text{ м} \times 0,7 \text{ м}$; $10 \text{ м} \times 10 \text{ м}$.

Враховуючи, що частина повітря надходить у приміщення через пори матеріалу стін, щілини вікон і дверей, то площу припливних каналів, м^2 , наближено можна визначити за такою формулою

$$F_{\Pi K} = 0,7 F_{BK}. \quad (17.6)$$

Кількість припливних каналів, шт, визначають за формулою

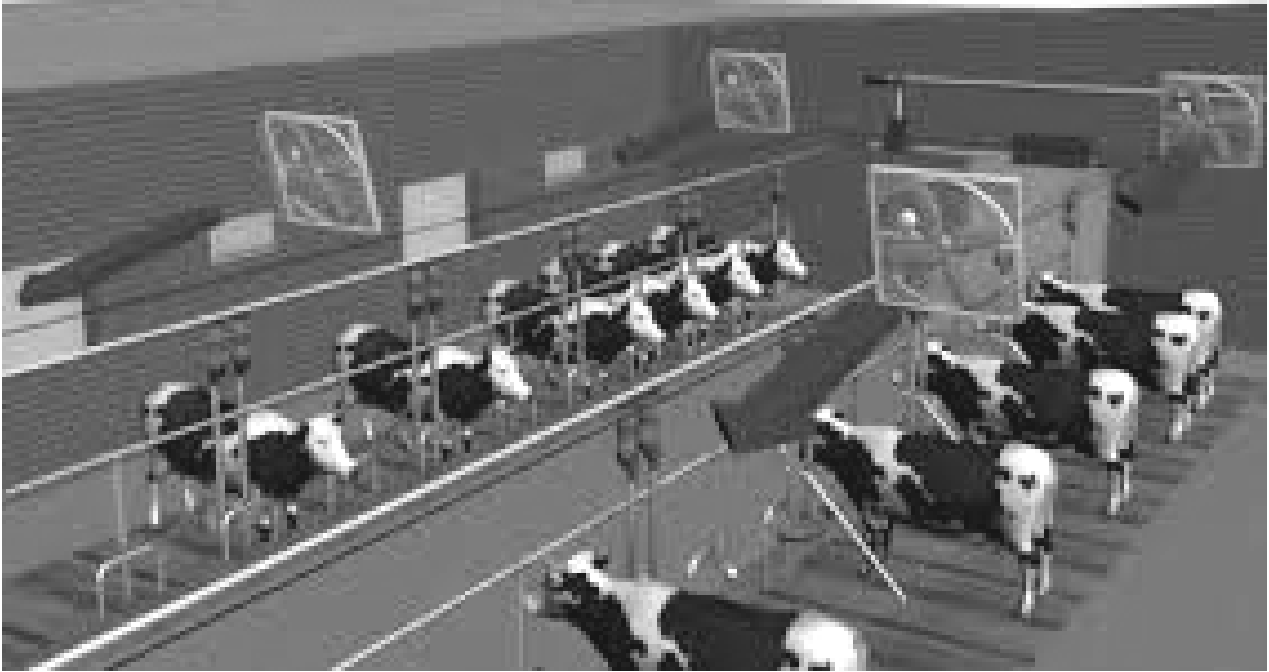
$$K_{\Pi K} = \frac{F_{\Pi K}}{f_{\Pi 1}}, \quad (17.7)$$

де $f_{\Pi 1}$ – площа поперечного перетину одного припливного каналу, м^2 .

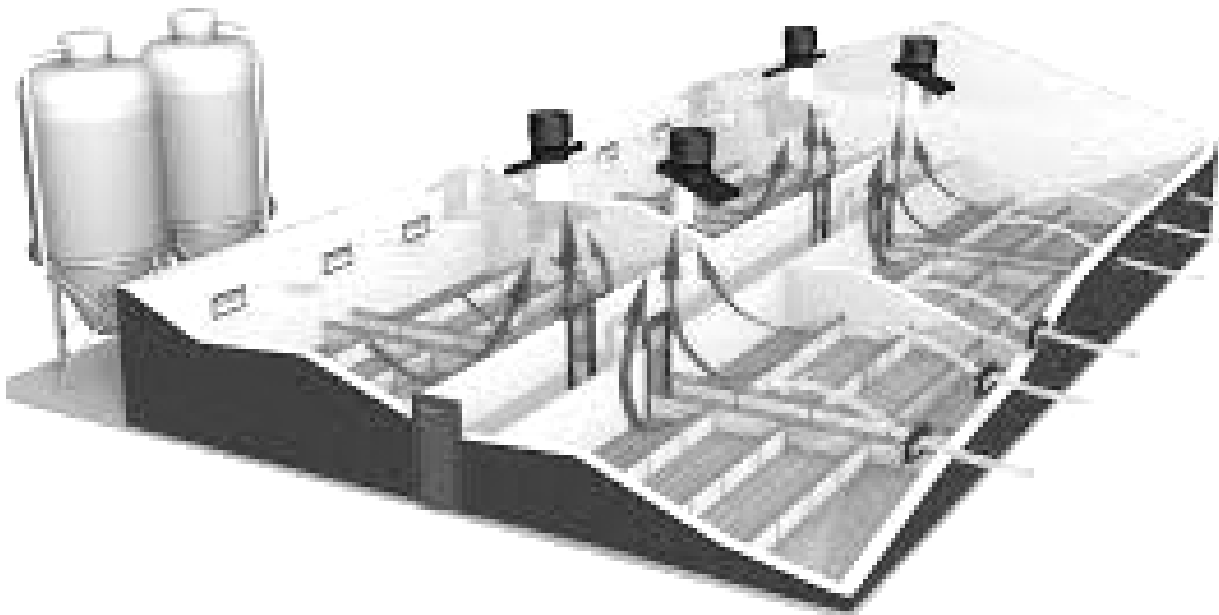
Поперечний перетин припливних каналів рекомендовано приймати $0,25 \text{ м} \times 0,25 \text{ м}$; $0,3 \text{ м} \times 0,3 \text{ м}$.

Виконавши розрахунок необхідної кількості вентиляційних каналів, необхідно вяснити місця їх встановлення у приміщенні.

Проаналізувати причини можливої незадовільної роботи вентиляційної системи.

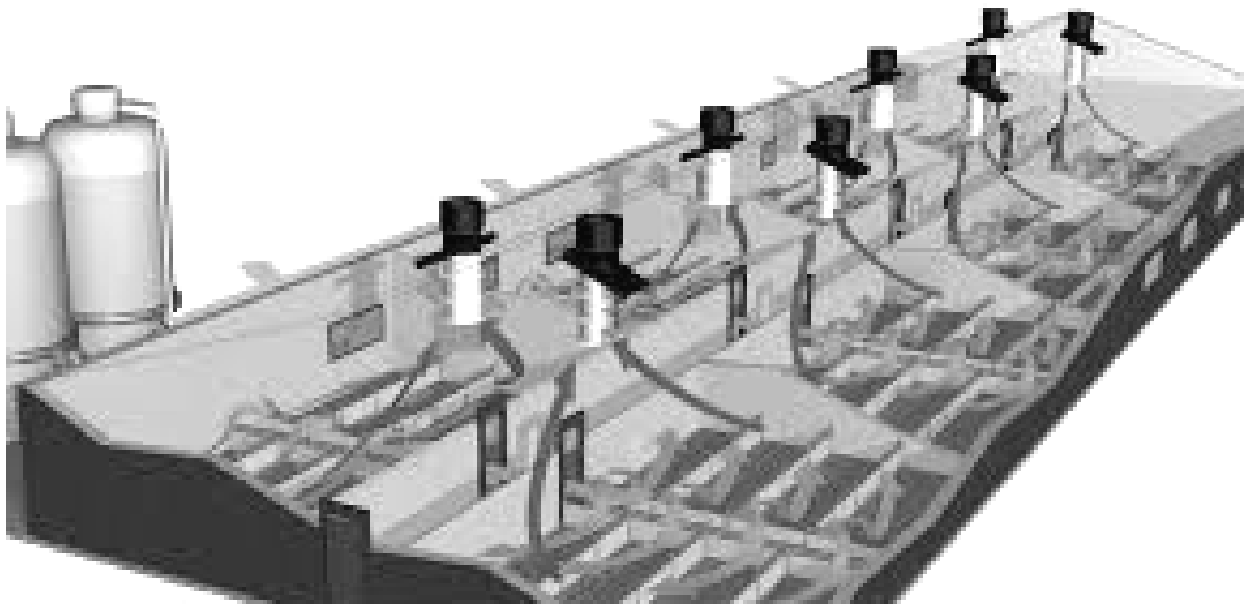


Вентиляція в корівнику

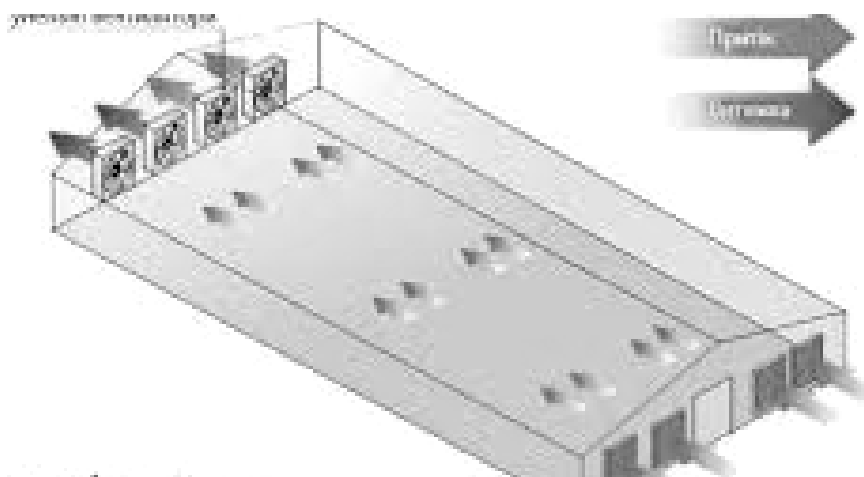


Система вентиляції тваринницької ферми

Рисунок 17.1



Система вентиляції тваринницької ферми



Тунельна вентиляція тваринницької ферми

Рисунок 17.2

Завдання для звіту

1. Визначити необхідний повітрообмін у приміщенні тваринницької ферми (згідно заданого варіанту).
2. Визначити кратність повітрообміну в приміщенні тваринницької ферми.
3. Визначити швидкість руху повітря у витяжних клапанах.
4. Визначити площу витяжних каналів.
5. Визначити кількість припливних і витяжних каналів.
6. Прийняти розміри припливних і витяжних каналів, в'яснити місця їх встановлення у приміщенні.
7. Проаналізувати причини можливої незадовільної роботи вентиляційної системи.

Самостійна робота на тему:

МІКРОКЛІМАТ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЙОГО ПІДТРИМАННЯ

Мета роботи: вивчити будову, принцип роботи, правила експлуатації та техніки безпеки під час використання обладнання для обігріву і вентиляції тваринницьких приміщень.

Матеріальне забезпечення: теплогенератор ТГ-1А; технічна документація; навчальні плакати; набір ключів; відеоматеріали.

План роботи

1. Вивчити системи вентиляції тваринницьких приміщень і фактори, що впливають на їх вибір.
2. Вивчити вимоги до встановлення вентиляційних каналів та їх будову.
3. Вивчити будову і принцип роботи та регулювання вентиляційного обладнання; його основні вузли, їх призначення.
4. Вивчити відмінності обладнання для забезпечення мікроклімату тваринницьких приміщень.
5. Зобразити принципові схеми обладнання для обігріву.

Порядок роботи

Вивчають системи вентиляції тваринницьких приміщень, класифікацію і фактори, що впливають на вибір цієї системи (рисунок С42).

Вивчають будову та місце встановлення припливних і витяжних каналів під час проектування систем вентиляції (рисунок С42-С44).

Вивчають закордонне обладнання для забезпечення мікроклімату тваринницьких приміщень.

Вивчають будову і принцип роботи комплексів вентиляційного обладнання типу «Клімат» ПВУ та ВТ і «Агровент». Встановлюють умови для застосування цих комплексів; призначення основних вузлів, їх взаємодію.

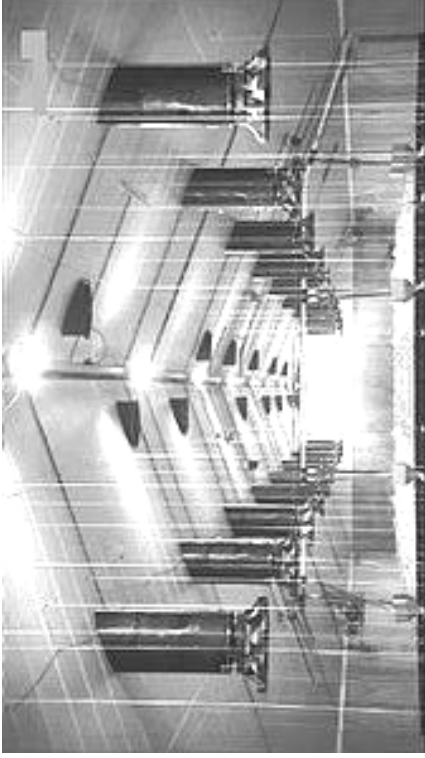
Вивчають схему автоматичного регулювання параметрів мікроклімату в приміщенні під час роботи вентиляційного обладнання.

Вивчають будову і призначення основних вузлів теплогенератора; принцип роботи електромагнітного клапана.

Під час вивчення калориферів встановлюють відмінності маркування та принципу роботи калориферів типу СФОО і СФОЦ.



Схема руху повітря вентиляційною системою ферми



Освітлення і вентиляція пташника

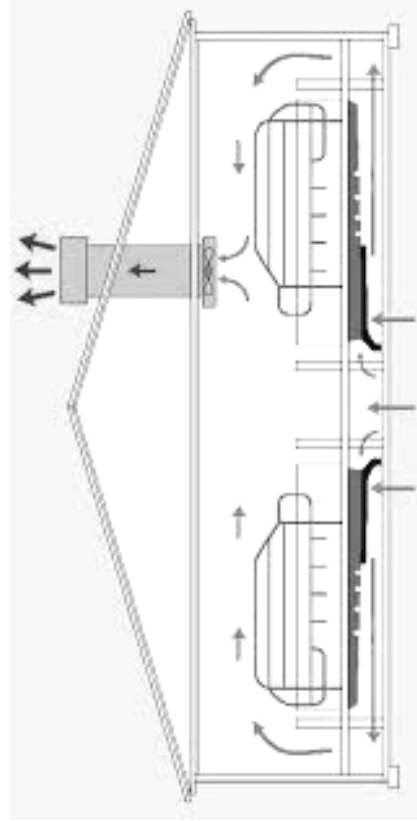


Схема руху повітря (поперчний перетин корівника)



Вентиляція пташника



Обладнання для забезпечення мікроклімату тваринницьких ферм



Обладнання для знезараження і вентиляції повітря

Рисунок С43

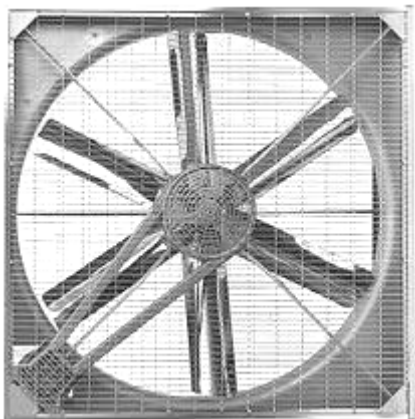


Рисунок С44 – Обладнання для вентиляції тваринницьких ферм

Складають принципові схеми вивчених обігрівачів, вказуючи на них основні деталі та шляхи руху теплоносіїв.

Скласти коротку технічну характеристику обладнання для обігріву тваринницьких приміщень ПВУ-4М, ТГ-1А, у яку необхідно внести основні параметри (продуктивність, потужність, габаритні розміри і т. ін.).

Результати виконання самостійної роботи

1. Описати системи вентиляції тваринницьких приміщень і фактори, що впливають на їх вибір.
2. Описати обладнання, яке входить у комплект «Климат-4».
3. Описати принцип роботи теплогенератора ТГ-1А та скласти його принципову схему.
4. Скласти принципову схему будови установки ПВУ-4М.
5. Скласти схему автоматичної системи регулювання параметрів установки «Агровент».
6. Розрахувати систему вентиляції корівника на 200 голів.
7. Скласти коротку технічну характеристику обладнання ТГ-1А і ПВУ-4М у вигляді таблиці.

Контрольні запитання

1. Які є системи вентиляції тваринницьких приміщень, їх будова?
2. Який принцип класифікації вентиляційних установок для тваринницьких приміщень?
3. Описати конструкцію припливного і витяжного каналів.
4. Вкажіть відмінності комплексів вентиляційного обладнання «Климат-3» і «Климат-4».
5. Пояснити конструкцію зволожувача повітря.
6. Пояснити будову і принцип роботи електромагнітного клапана в теплогенераторах.
7. Пояснити маркування калорифера типу ФОЦ.
8. Яке призначення поворотних заслінок в обладнанні ПВУ-4М?
9. Які фактори впливають на кількість CO₂, що виділяється однією твариною.
10. Що є причинами незадовільної роботи системи вентиляції тваринницьких приміщень?

Практичне заняття № 18

РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ДОЇЛЬНИХ АПАРАТІВ

Мета роботи: вивчити методику розрахунку основних параметрів доїльних апаратів.

План роботи

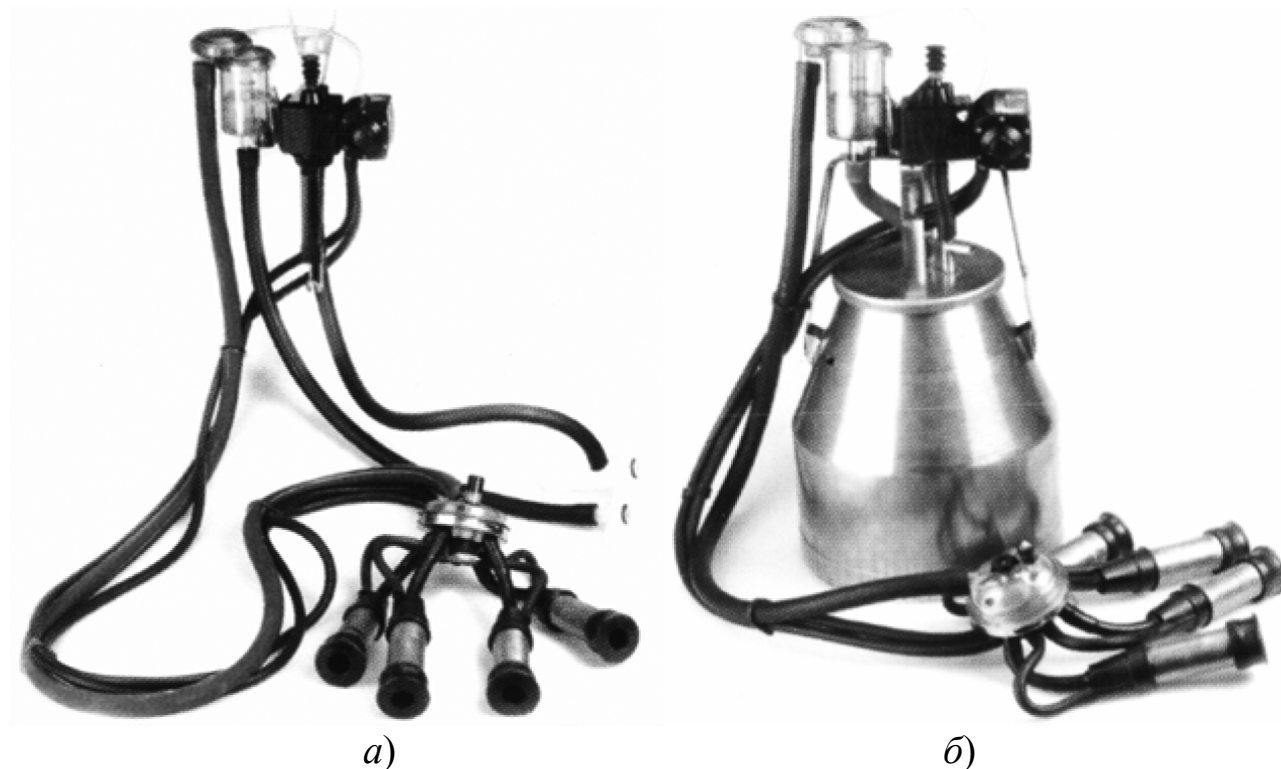
Вивчити конструкції доїльних апаратів різних типів, виконати необхідні розрахунки їх основних параметрів.

18.1 Короткі відомості про доїльні апарати

Доїльний апарат (рисунок 18.1) – це обладнання, яке здійснює робочий процес доїння і збирає видоєне молоко у ємність (молокозбірний бідон або у молокопровід).

Схема роботи доїльного апарата зображена на рисунку 18.2.

Перші спроби створення механічних доїльних апаратів були спрямовані на розроблення робочих органів, що імітують взаємодію дояра з дійкою під час ручного доїння, тобто витискаючого типу. Такі доїльні апарати не знайшли широкого практичного застосування через високу складність і недосконалість конструкції.



a) для доїння у молокопровід; *б)* для доїння у молокозбірний бідон
Рисунок 18.1 – Загальний вигляд доїльного апарата

На даний час вітчизняна промисловість ще не освоїла виробництва доїльних апаратів різних типорозмірів для високопродуктивних стад, тому споживачі доїльної техніки в Україні користуються розробками зарубіжних фірм «Delaval» (Швеція), «Impulsa» і «Westfalia Surge» (Німеччина), «Fullwood» (Великобританія), «VouMatic» (США), «Клаухан» (Голландія), «Франс Трейт Елевейд» (Франція) та ін. Апарати фірми «Де Лаваль» потребують селекції корів на високу стресостійкість до автоматичної зміни режимів роботи. Простіші в обслуговуванні й адаптації тварин доїльні апарати фірм «Вестфалія», «Імпульс», «Клаухан».

В Україні головним виробником доїльної техніки є ВАТ «Брацлав» Немирівського району Вінницької області. Для високопродуктивних корів можна рекомендувати доїльний апарат ДА-Ф-70.

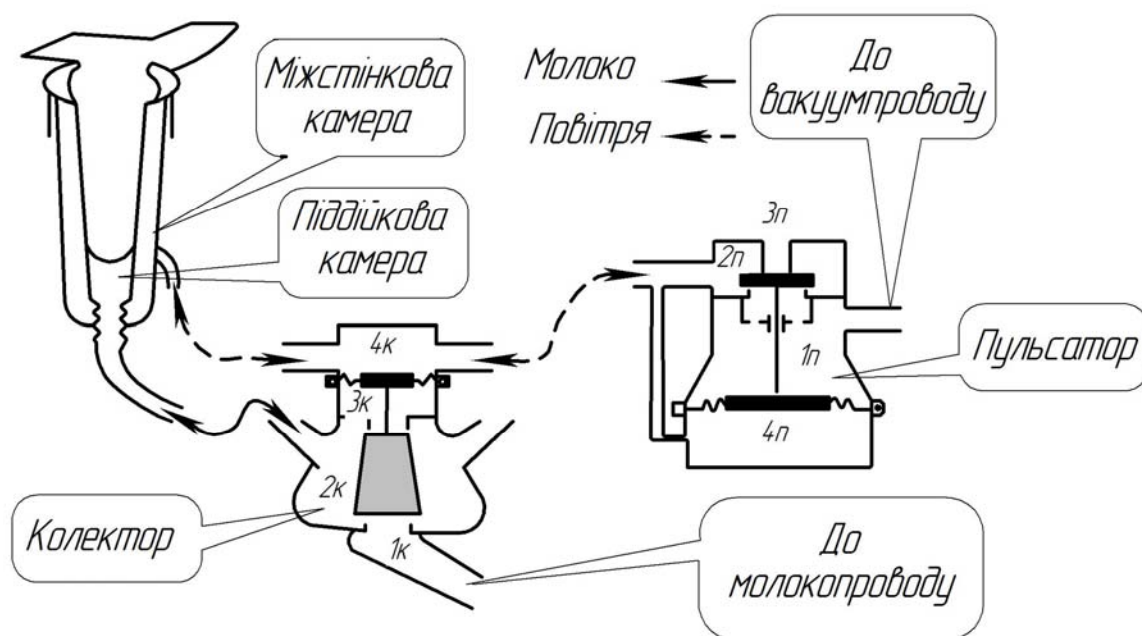


Рисунок 18.2 – Схема роботи доїльного апарата

Сучасні серійні доїльні апарати – висмоктуючого (вакуумного) типу.

Доїльні апарати (рисунок 18.3) поділяють за:

- **способом збору** молока на апарати зі збором молока в переносні або підвісні бідони (відра), в пересувну місткість, у молокопровід, з окремим збором молока від кожної чверті вим'я;

- **принципом дії** на тритактні, двотактні і безперервного відсмоктування.

Є доїльні апарати, які на всі дійки діють у часі однотипно, і такі, що взаємодіють з ділками за схемою: коли в передніх ділках (або лівих) здійснюється такт ссання, то в задніх (або правих) відбувається стиснення або відпочинок. Такі апарати називають апаратами з **попарним доїнням**.

18.2. Доїльні апарати для доїння у відро (бідони) (АД-100Б, ДАС-2В, АИД-1)

Визначають величину вантажу у вакуум-регуляторі доїльного апарата (рисунок 18.3) для підтримання величини робочого вакуума для умови, наведеної у задачі 18.1.

Розв'язати задачу 18.1

Дано: доїльний апарат ДАС-2.

Визначити масу вантажу з клапаном у вакуум-регуляторі для підтримання у вакуумній системі робочого вакууму.

Масу вантажу з клапаном, H , визначають за формулою

$$G_B = 9,81 \cdot 103,3 \cdot \frac{\pi \cdot D_K^2}{4} \cdot \left(1 - \frac{h_P}{P_A}\right), \quad (18.1)$$

де D_K – діаметр клапана, м;

h_P – величина робочого вакууму, Па;

P_A – величина атмосферного тиску, Па.

Значення величин D_K , h_P беруть з технічної характеристики доїльного апарату ДАС-2В.

Виконавши розрахунки, аналізують, як буде змінюватись величина вакууму у вакуум-проводі під час зміни величини вантажу у вакуум-регуляторі.

18.3. Доїльна установка АДМ-8А

Визначають продуктивність вакуум-насоса та необхідну потужність електродвигуна для його привода для умови, наведеної у задачі 18.2.

Виконавши розрахунок, необхідно проаналізувати, чому паспортна продуктивність вакуум-насоса, який входить у комплект доїльної установки АДМ-8А (рисунок 18.4), відрізняється від отриманої розрахункової.

Розв'язати задачу 18.2

Дано: вакуумна установка УВУ-60.45 (рисунок 18.6).

Визначити продуктивність ротаційного вакуум-насоса та необхідну потужність електродвигуна приводу.



Доїльні стакани у комплекті з пульсатором і колектором



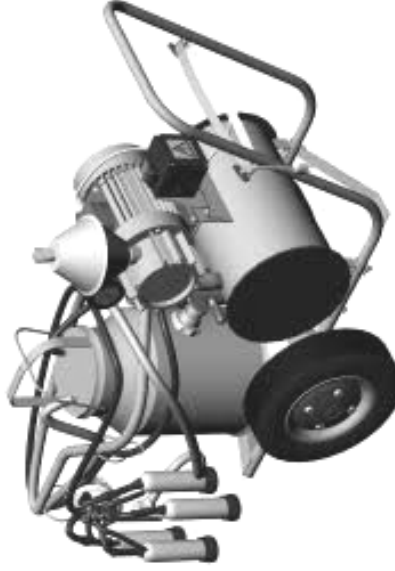
Доїльний апарат для доїння у відро



Колектор доїльного апарата



Положення доїльних стаканів під час доїння



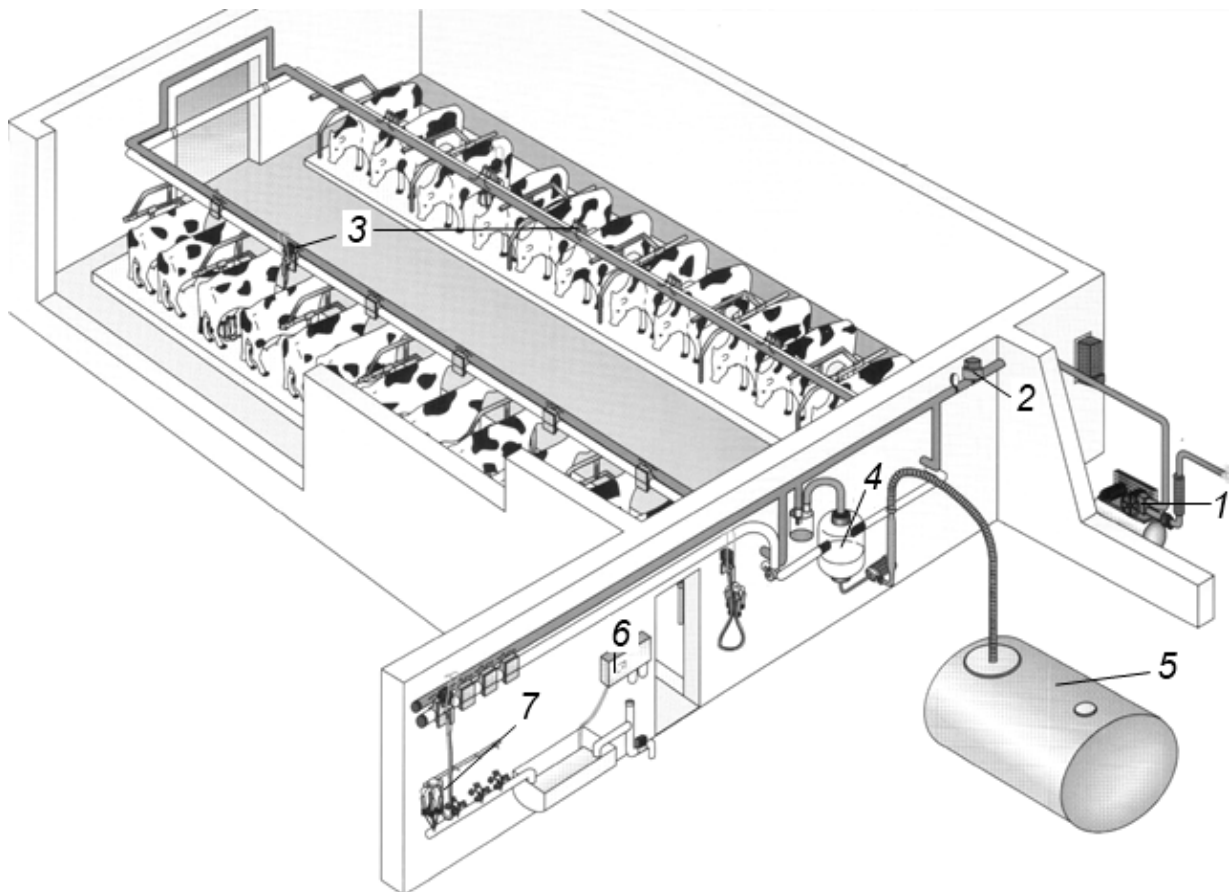
Доїльний апарат попарного доїння



Схема роботи доїльних стаканів



Рисунок 18.4 – Доїльна установка АДМ-8А



1 – вакуумна установка; 2 – вакуумний регулятор; 3 – молочний кран;
 4 – молокозбірник; 5 – танк-охолодник; 6 – пульт керування подачі миючих розчинів у режимі «промивання»; 7 – обладнання для миття доїльних апаратів

Рисунок 18.5 – Схема доїльної установки для доїння у молокопрвід

Продуктивність вакуум-насоса, м³/год, визначають за формулою

$$Q_{BH} = 60 \cdot \lambda_C \cdot L_P \left[\frac{\pi \cdot (D_C^2 - d_P^2)}{4} - Z_L \cdot e_C \cdot a_L \right] n_P, \quad (18.2)$$

де λ_C – коефіцієнт заповнення об'єму сепаратора, $\lambda_C = 0,8$;

L_P – довжина лопатки ротора, м;

D_C – діаметр сепаратора, м;

d_P – діаметр ротора, м;

Z_L – число лопаток, шт.;

e_C – ексцентриситет між осями сепаратора і ротора, м;

a_L – товщина лопаток, м;

n_P – частота обертання ротора, об/хв.

Значення величин D_C , d_P , Z_L , a_L , L_P взяти з технічної характеристики установки УВУ-60/45, а величину n_P взяти з технічної характеристики доїльного апарату.

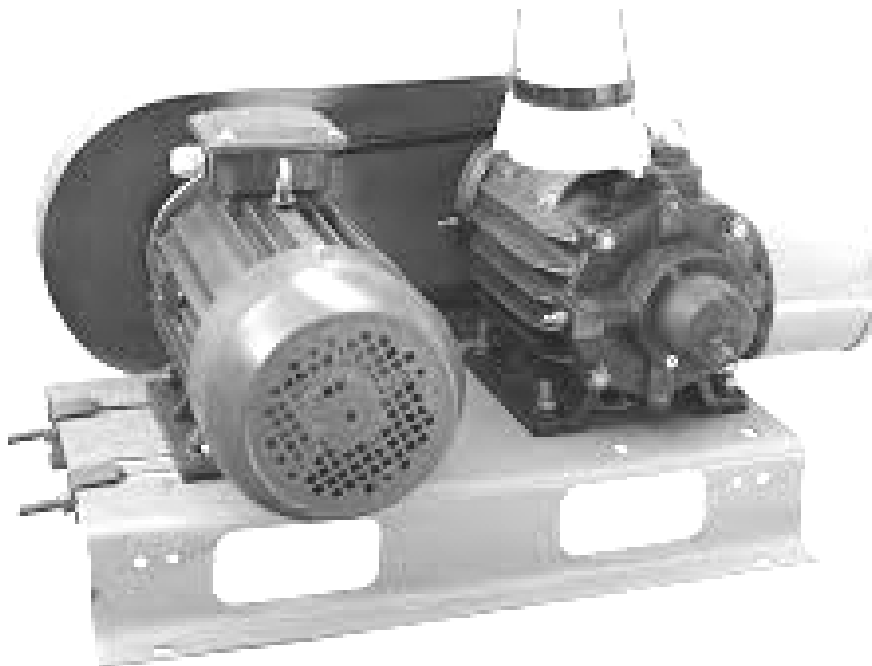


Рисунок 18.6 – Вакуумна установка УВУ-60.45

Величину ексцентриситету визначають за формулою

$$e_C = \frac{D_C - d_P}{2}. \quad (18.3)$$

Потужність електродвигуна, кВт, необхідну для приводу вакуум-насоса, розраховують за формулою

$$N_{HB} = \frac{h_B \cdot e_C \cdot D_C \cdot L_P \cdot \omega_P}{\eta_B}, \quad (18.4)$$

де h_B – розрахункова величина вакууму, Па;

ω_P – кутова швидкість ротора, c^{-1} ;

η_B – ККД вакуум-силової установки, $\eta_B = 0,75 \dots 0,85$.

Значення h_B і ω_P вибирають з технічної характеристики вакуумної установки.

Виконавши розрахунки, необхідно проаналізувати, як будуть змінюватись величини продуктивності та потужності залежно від конструктивних і кінематичних факторів.

18.4. Доїльні апарати для доїння в спеціальних станках

Виконують розрахунок доїльної установки для умови, наведеної у задачі 18.3.

Приклади доїльних установок зображені на рисунках 18.7-18.8.

Розв'язати задачу 18.3

Дано: група корів – 200 голів.

Визначити:

- необхідну кількість операторів доїння;
- продуктивність праці операторів доїння;
- кількість доїльних апаратів, з якими працює кожен оператор;
- продуктивність доїльної установки.

Необхідну кількість операторів доїння визначають за формулою

$$Z_{ОД} = \frac{m_{Г} \cdot t_{РП}}{60 \cdot T_{ГК}}, \quad (18.5)$$

де $m_{Г}$ – кількість корів у групі, голів;

$t_{РП}$ – затрати ручної праці на доїння однієї корови: під час доїння у відро – 3...4 хв/гол; у молокопровід – 2...3 хв/гол; на доїльній площадці УДС-3А – 2...3 хв/гол; на обладнанні УДТ-6 – 1,5...2 хв/гол; на установці «Ялинка» – 0,8...1 хв, на установці «Карусель» до 1 хв/гол;

$T_{ГК}$ – час доїння групи корів, $T_{ГК} = 1,5...2$ год.



Рисунок 18.7 – Схема розміщення корів на доїльній установці «Ялинка»

Продуктивність праці оператора автоматичного доїння, гол/год, визначають за формулою

$$W_{ОД} = \frac{60}{t_{РП}}. \quad (18.6)$$

Продуктивність доїльного обладнання $Q_{ДО}$, гол/год, визначають за формулою

$$Q_{ДО} = Z_{ОД} \cdot W_{ОД}. \quad (18.7)$$

Кількість доїльних апаратів $U_{ДА}$, шт, які одночасно обслуговує оператор автоматичного доїння, визначають за формулою

$$U_{ДА} = \frac{t_M}{t_{РП}}, \quad (18.8)$$

де t_M – час машинного доїння корів без оператора, $t_M = 3...6$ хв.

Виконавши розрахунок, необхідно порівняти отримані дані з паспортними даними апаратів і проаналізувати фактори, які впливають на продуктивність праці оператора машинного доїння.



Рисунок 18.8 – Автоматизований доїльний агрегат УДА-100 «Карусель»

Завдання для звіту

Навести технічні характеристики різних доїльних апаратів та їх схеми. Відповідно до складеної методики, розрахувати основні технологічні параметри доїльних апаратів заданих умовами задач 18.1, 18.2, 18.3.

Практичне заняття № 19

РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПУЛЬСАТОРА ДОЇЛЬНОГО АПАРАТА

Мета роботи: вивчити принцип переключення мембрани пульсатора та методику розрахунку основних його технологічних параметрів.

План роботи

Виписати з таблиці 19.1 вихідні дані згідно варіанту, розрахувати основні технологічні параметри пульсатора доїльного апарата.

Приклади пульсаторів доїльних апаратів різних конструкцій зображені на рисунку 19.1.

19.1. Короткі відомості про теоретичні основи розрахунку технологічних параметрів пульсатора доїльного апарата

Розрахунок доїльних апаратів полягає у визначенні крайніх меж розрідження у керуючій камері пульсатора, тривалості тактів, циклу, співвідношення тактів, частоти пульсацій, а також обґрунтування вибору конструктивних параметрів пульсатора і колектора.

У цій роботі наведена методика технологічного розрахунку пульсатора доїльного апарата. Тривалість такту при встановленому режимі роботи доїльного апарата визначають за інтервалами часу, через які проходить переключення клапанів пульсатора. Розрахунок ґрунтується на врахуванні закономірностей перетікання повітря з керуючої камери $4n$ пульсатора в робочу камеру $2n$ або з робочої в керуючу. Рух повітря через регульований канал малого перерізу відбувається під дією перепаду тисків між цими камерами. При встановленому режимі роботи за час, що відповідає в основному такту ссання, відбувається відкачування повітря з герметичної ємності камери $4n$ постійного об'єму в камеру $2n$ змінного об'єму. У першій камері розрідження зростає від h_2 до h_1 , в той час як в системі повітропроводів камери $2n$ підтримується постійне розрідження. За час t_2 , що відповідає такту розвантаження (відпочинку), відбувається впуск повітря з камери $2n$ в герметичну ємність – камеру $4n$, в якій розрідження зменшується з h_1 до h_2 . У момент пуску апарата в керуючій камері $4n$ тиск дорівнює атмосферному – $h=0$ (тобто $h=780$ мм.рт.ст.=103,74 кПа), але до кінця такту стиску в ній буде спостерігатись невелике розрідження (4...13 кПа).



Деталі
доїльних
апаратів

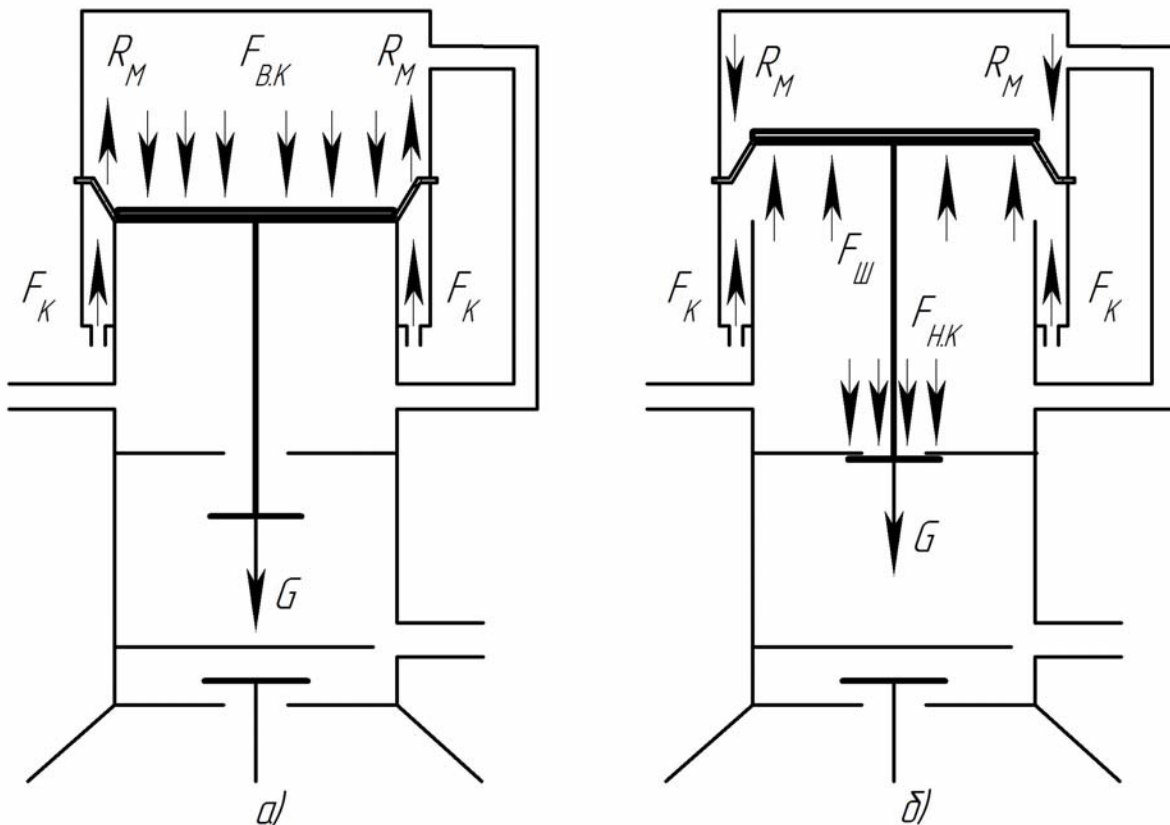
Рисунок 19.1 – Пульсатори доїльних апаратів

19.2. Визначення крайніх меж розрідження в керуючій камері пульсатора

Для того, щоб визначити крайні межі розрідження h_1 і h_2 в керуючій камері $4n$, необхідно скласти і розв'язати рівняння рівноваги сил, що діють на клапани і мембрану для двох випадків:

а) на момент переходу від такту всасання до такту стиску, коли клапан з нижнього положення переходить у верхнє (рисунок 19.2а);

б) на момент переходу від такту стиску до такту всасання, коли клапан опускається вниз, з'єднуючи камеру $2n$ з областю постійного розрідження (рисунок 19.2б).



а) момент переходу клапана з нижнього положення у верхнє;

б) момент переходу клапана з верхнього положення у нижнє

Рисунок 19.2 – Схема дії сил у пульсаторі

Момент переходу від такту всасання до такту стиску

Із наведеної схеми (див. рис. 19.2а) видно, що під дією тиску повітря на верхньому клапані площею $A_{B.K}$ виникає сила $F_{B.K}$, яка направлена вниз. Визначають її за формулою

$$F_{B.K} = (h - h_1) A_{B.K} \cdot K, \quad (19.1)$$

де K – коефіцієнт перерахунку тиску в мм.рт.ст. на його значення в паскалях, $K = 0,133$;

- $A_{B.K}$ – площа верхнього клапана пульсатора, м²;
 h – атмосферний тиск, кПа;
 h_1 – тиск розрідження в камері пульсатора, кПа.

З врахуванням схеми, зображеної на рисунку 19.3, площу верхнього клапана пульсатора, м², визначають за формулою

$$A_{B.K} = \frac{\pi \cdot d_{B.K}^2}{4}, \quad (19.2)$$

де $d_{B.K}$ – діаметр верхнього клапана, приймають таким, що дорівнює діаметру камери $2n$, м.

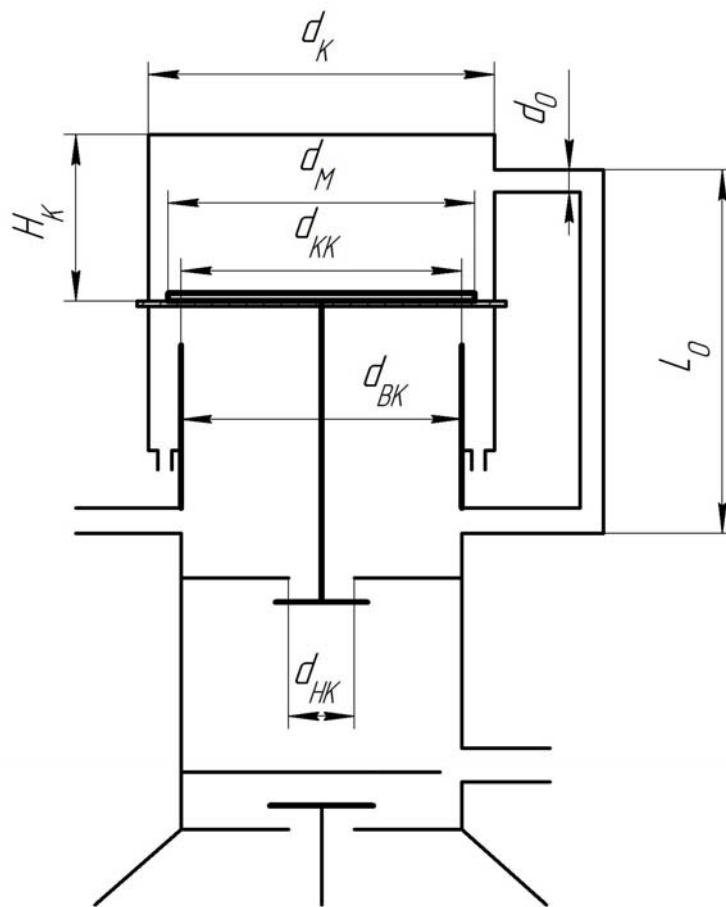


Рисунок 19.3 – Схема до визначення розмірів пульсатора

Крім сили $F_{B.K}$ вниз діє сила ваги рухомих частин G (див. рис. 19.2). Вгору будуть спрямовані сила F_K , спричинена тиском атмосферного повітря з камери $3n$ на площу кільця мембрани та сила пружності мембрани R_M , защемленої по її периметру.

Сила пружності мембрани – $R_M = 1...3$ Н.

Силу F_K , Н, визначають за формулою

$$F_K = h_1 \cdot u \cdot A_K \cdot K, \quad (19.3)$$

де u – коефіцієнт активності мембрани (враховує тільки ту частину навантаження, яка від мембрани передається на стержень клапана);

A_K – площа кільцевої камери мембрани $3n$, м².

Коефіцієнт активності мембрани, визначають за формулою

$$u = \frac{\frac{1}{3} + \frac{d_{K.K}}{d_M} + \left(\frac{d_{K.K}}{d_M}\right)^2}{1 + 2 \frac{d_{K.K}}{d_M} + \left(\frac{d_{K.K}}{d_M}\right)^2}, \quad (19.4)$$

де d_M – зовнішній діаметр мембрани, м;

$d_{K.K}$ – внутрішній діаметр кільцевої камери, м.

Площу кільцевої камери $3n$, м², визначають за формулою

$$A_K = \frac{\pi}{4} (d_M^2 - d_{K.K}^2). \quad (19.5)$$

Рівняння рівноваги сил у момент переходу клапана з нижнього положення у верхнє (див. рис. 19.2а)

$$F_{B.K} + G = F_K + R_M. \quad (19.6)$$

Враховуючи залежності (19.1)-(19.5), тиск розрідження в камері пульсатора h_1 , Па, визначають за формулою

$$h_1 = \frac{1}{A_{B.K} + u \cdot F_K} \left(h \cdot A_{B.K} + \frac{G - R_M}{K} \right). \quad (19.7)$$

Момент переходу від такту стиску до такту ссання

На схемі (див. рис. 19.2б) показано, що під дією тиску повітря на нижньому клапані площею $A_{H.K}$ виникає сила $F_{H.K}$, Н, яка спрямована вниз. Визначають її за формулою

$$F_{H.K} = h \cdot A_{H.K} \cdot K, \quad (19.8)$$

де $A_{H.K}$ – площа нижнього клапана, м².

Площу нижнього клапана, м², визначають за формулою

$$A_{H.K} = \frac{\pi \cdot d_{H.K}^2}{4}, \quad (19.9)$$

де $d_{H.K}$ – діаметр нижнього отвору камери $2n$, м.

Крім сили $F_{H.K}$, вниз спрямовані сила ваги рухомих частин G та сила R_M пружності мембрани.

Вгору спрямована сила F_{III} , яка виникає внаслідок тиску повітря на шайбу площею A_{III} , і сила F_K , спричинена тиском повітря на кільце мембрани площею A_K . Ці сили, Н, визначають за формулами:

$$F_{III} = h_2 \cdot A_{III} \cdot K; \quad (19.10)$$

$$F_K = h_2 \cdot u \cdot A_K \cdot K, \quad (19.11)$$

де A_{III} – площа шайби, м²;

Площу шайби, м², визначають за формулою

$$A_{III} = \frac{\pi \cdot d_{K.K}^2}{4}. \quad (19.12)$$

Рівняння рівноваги сил у момент переходу клапана з верхнього положення в нижнє має вигляд (див. рис. 19.2б)

$$F_{H.K} + G + R_M = F_{III} + F_K. \quad (19.13)$$

Враховуючи формули (19.8)-(19.12), тиск розрвдження h_2 у камері пульсатора, Па, визначають за формулою

$$h_2 = \frac{1}{A_{III} + u \cdot A_K} \left(h \cdot A_{H.K} + \frac{G + R_M}{K} \right). \quad (19.14)$$

19.3. Визначення тривалості тактів ссання і стиску

Час відкачування або такт ссання, s , та час впуску або такт розвантаження, s , визначають за формулами:

$$t_1 = \frac{v_K}{(76-h) K_P} \cdot \ln \left(\psi_1 \frac{h-h_2}{h-h_1} \right); \quad (19.15)$$

$$t_2 = \frac{v_K}{(76-h) K_P} \cdot \ln \left(\psi_2 \frac{h_1}{h_2} \right), \quad (19.16)$$

де v_K – об'єм камери $4n$ пульсатора, см³;

K_P – коефіцієнт Пуазейля, який враховує розміри каналу і густину повітря;

ψ_1, ψ_2 – коефіцієнти, які враховують час на переключення клапанів у пульсаторі і глибину розрідження в камерах.

Об'єм камери $4n$ пульсатора, см³, визначають за формулою

$$v_K = \frac{\pi \cdot d_M^2}{4} \cdot H_K, \quad (19.17)$$

де d_M – внутрішній діаметр камери $4n$, дорівнює зовнішньому діаметру мембрани, м;

H_K – висота камери $4n$, м.

Коефіцієнт Пуазейля визначають за формулою

$$K_P = \frac{\pi \cdot d_0^4}{128 l_0 \cdot \eta_0}, \quad (19.18)$$

де d_0 і l_0 – відповідно діаметр і довжина каналу, який з'єднує камери $2n$ і $4n$ пульсатора, см;

η_0 – динамічна густина повітря, Па·с (беруть $\eta_0 = 18,1 \cdot 10^{-6}$ Па·с).

Коефіцієнти, які враховують час на переключення клапанів у пульсаторі і глибину розрідження в камерах, визначають за формулами:

$$\psi_1 = \frac{152 - (h + h_1)}{152 - (h + h_2)}; \quad (19.19)$$

$$\psi_2 = \frac{152 - h_2}{152 - h_1}, \quad (19.20)$$

де h , h_1 і h_2 – відповідно атмосферний тиск та тиск розрідження у камері пульсатора, кПа.

Співвідношення тактів визначають за формулою

$$\delta_C = \frac{t_1}{t_2} = \frac{76}{(76 - h)} \cdot \frac{\ln\left(\psi_1 \cdot \frac{h - h_2}{h - h_1}\right)}{\ln\left(\psi_2 \cdot \frac{h_1}{h_2}\right)}. \quad (19.21)$$

Тривалість циклу (пульсу), с, визначають за формулою

$$t_{Ц} = t_1 + t_2. \quad (19.22)$$

Частоту пульсацій, хв^{-1} , визначають за формулою

$$k_{П} = \frac{60}{t_{Ц}}. \quad (19.23)$$

Завдання для звіту

Виписати з таблиці 19.1 вихідні дані згідно варіанту та викреслити схему з позначенням розмірів пульсатора і відповідно до наведеної методики, розрахувати основні його технологічні параметри.

Таблиця 19.1 – Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Діаметр верхнього клапана, мм	Внутрішній діаметр камери, мм	Внутрішній діаметр кільцевої камери, мм	Діаметр нижнього отвору камери, мм	Висота камери, мм	Діаметр каналу, мм	Довжина каналу, мм	Сила ваги рухомих частин, гр	Сила пружності мембрани, Н
	$d_{B.K}$	$2\pi d_M$	$d_{K.K}$	$2\pi d_{H.K}$	$4\pi H_K$	d_0	l_0	G	R_M
1	30	55	32	14	9	1,5	6	22	1
2	31	56	33	15	10	1,6	5	23	2
3	32	57	34	16	11	1,7	4	24	3
4	33	58	35	17	12	1,8	5	25	1
5	34	59	36	18	13	1,9	6	26	2
6	35	60	37	19	14	2,0	7	27	3
7	34	59	36	17	12	1,9	5	25	2
8	33	58	35	16	13	1,8	6	26	1
9	32	57	35	16	12	1,7	5	24	2
10	31	55	34	15	11	1,6	4	22	3
11	30	56	32	13	10	1,5	7	23	1
12	31	58	33	14	9	1,8	6	25	2
13	32	57	34	16	11	2,0	5	26	3
14	33	56	35	19	10	1,9	4	27	1
15	34	56	37	18	11	1,8	5	25	2
16	35	59	36	17	12	1,7	6	26	3
17	34	60	34	16	13	1,6	5	24	1
18	33	55	33	15	14	1,5	6	22	2
19	32	56	35	14	13	1,6	4	23	3
20	31	57	34	15	12	1,7	7	25	1
21	30	56	34	16	11	2,0	6	27	2
22	31	58	33	17	10	1,9	5	26	3
23	32	56	32	18	9	1,8	4	24	1
24	33	59	35	19	14	2,0	6	25	2
25	34	60	33	18	13	1,8	5	22	3
26	35	59	34	17	10	1,5	7	23	1
27	34	58	32	16	11	1,7	4	27	2
28	33	57	35	15	9	1,6	5	26	3
29	32	56	32	14	12	1,0	7	25	1
30	31	55	33	13	14	1,9	6	24	2

Практичне заняття № 20

РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ СЕПАРАТОРА

Мета роботи: вивчити процес сепарації молока та методику розрахунку основних параметрів сепаратора.

План роботи

Виписати з таблиці 20.1 вихідні дані згідно варіанту, визначити основні параметри сепаратора (рисунки 20.1-20.2).

20.1. Теоретичні відомості про основи сепарації молока

Молоко, яке поступає в міжтарілкові зазори сепараторів (рисунки 20.1-20.2), під дією відцентрової сили переміщується до периферії тарілок (рисунок 20.3). Жирові кульки разом з потоком молока рухаються вниз до периферії тарілок зі швидкістю потоку, м/с, яку визначають за формулою

$$V_{\Pi} = \frac{Q_C}{2 R_C \cdot h_T \cdot Z_T}, \quad (20.1)$$

де Q_C – продуктивність сепаратора, м³/с (л/с);

R_C – радіус, на якому знаходиться жирова кулька, м;

h_T – відстань між тарілками впоперек потоку, м, $h_T = 0,4 \dots 0,45$ мм;

Z_T – число тарілок сепаратора.

Одночасно жирові кульки під дією віцентрового прискорення рухаються в молоці до осі обертання барабана зі швидкістю Стокса, яку визначають за формулою

$$V_C = \frac{1}{18} \omega_B^2 \cdot R_C \cdot d_K^2 \cdot \left(\frac{\rho_{\Pi} - \rho_{\text{Ж}}}{\mu} \right), \quad (20.2)$$

де ω_B – кутова швидкість обертання барабана, рад/с;

d_K – діаметр жирової кульки, м;

ρ_{Π} – об'ємна маса (густина) плазми молока, кг/м³;

$\rho_{\text{Ж}}$ – об'ємна маса (густина) молочного жиру, кг/м³;

μ – динамічна густина молока, Па·с.

Залежно від породи тварин, корму та лактаційного періоду середній діаметр жирових кульок в молоці коливається від 2,2 до 3,5 мкм, тобто $d_K = 2,2 \dots 3,5 \cdot 10^{-6}$ м. Для розрахунків приймають $d_K = 1,1 \dots 1,3 \cdot 10^{-6}$ м. Значення ρ_{Π} , $\rho_{\text{Ж}}$ і μ приймають з таблиці 20.2.

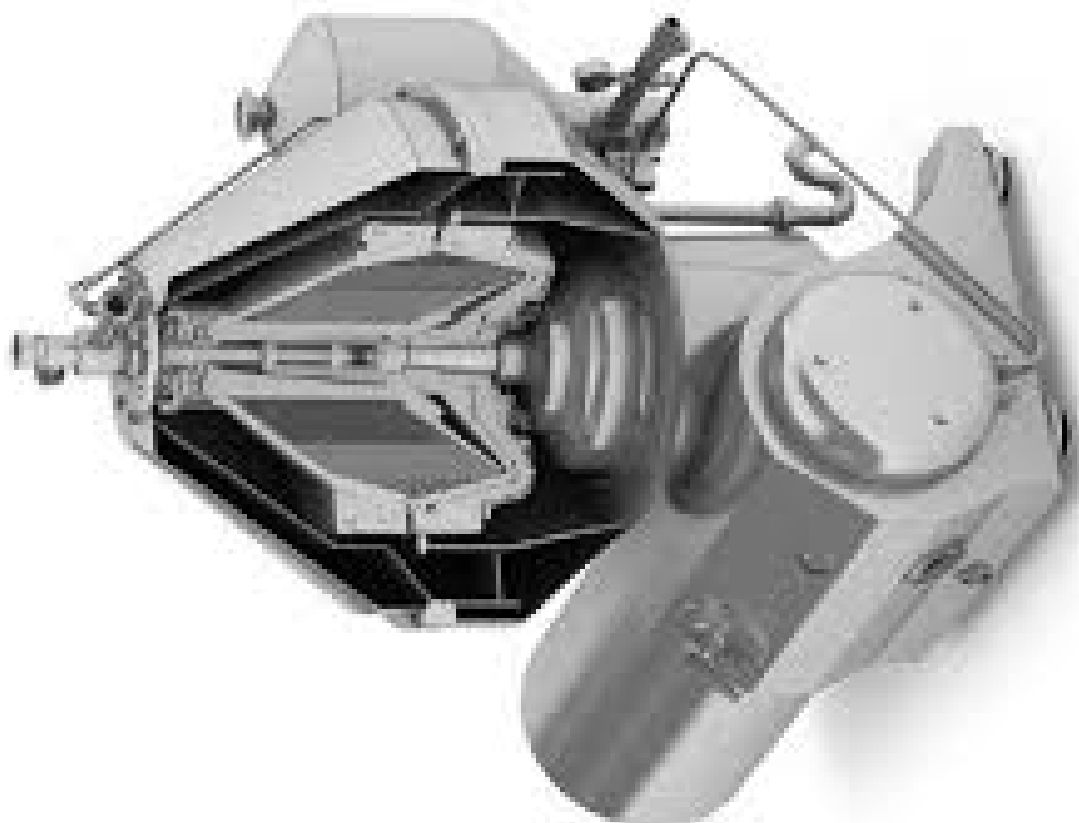


Рисунок 20.1 – Сепаратори молока

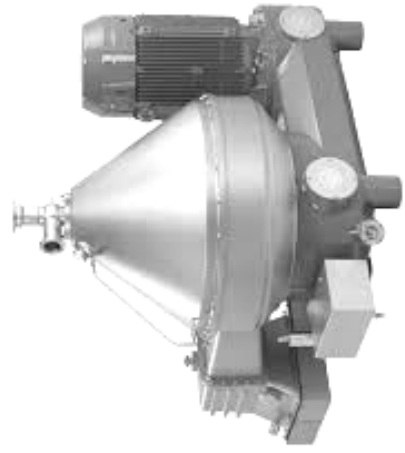
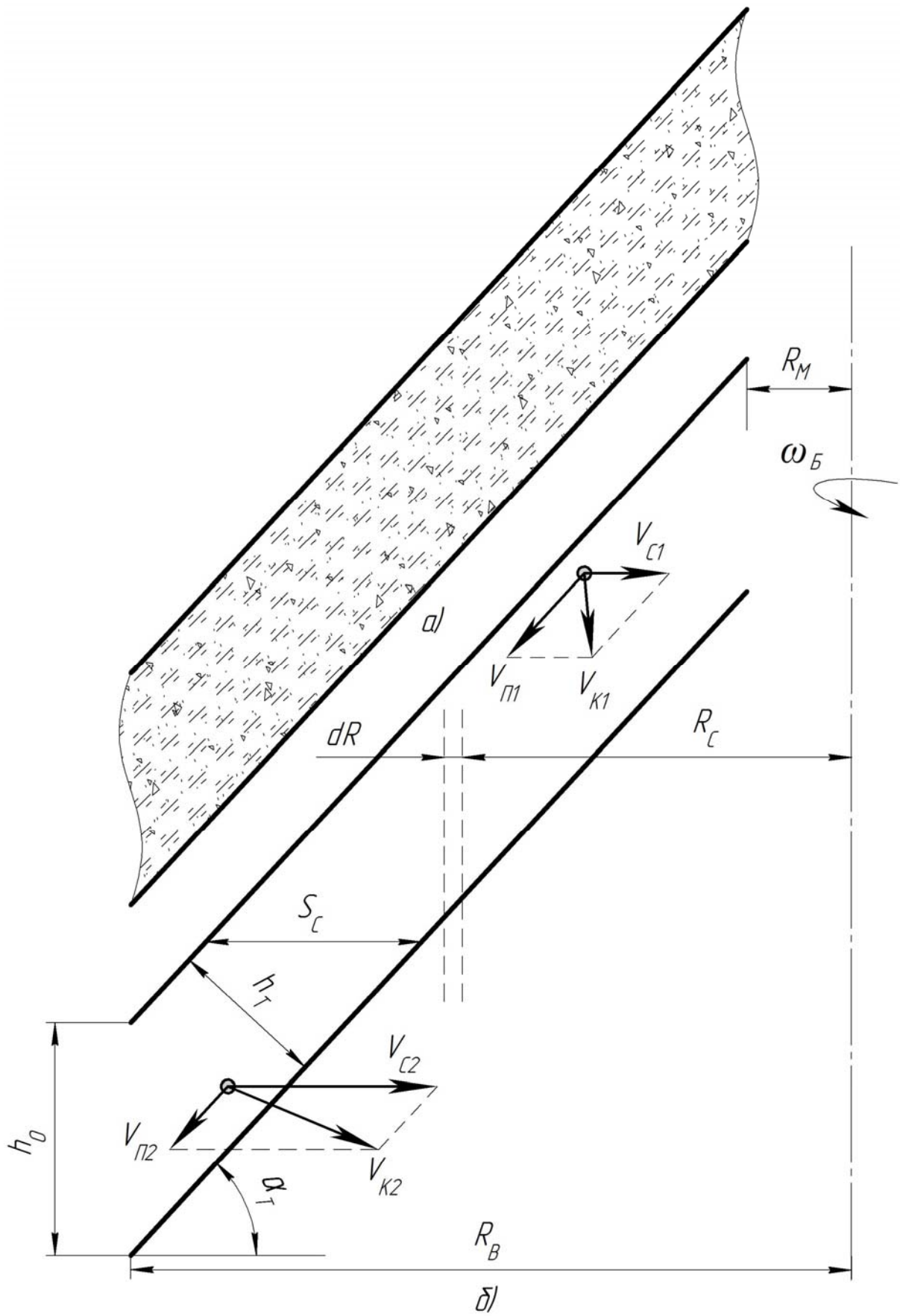


Рисунок 20.2 – Сепаратори молока

Таблиця 20.1 – Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Продуктивність сепаратора, л/год	Число тарілок, шт.	Кут підйому тарілки, град.	Внутрішній діаметр барабана, мм	Діаметр внутрішньої поверхні рідини, мм	Малій радіус тарілки, мм	Радіус, на якому знаходиться знежирене молоко, мм	Радіус, на якому знаходиться знежирене молоко, мм	Радіус відкритої поверхні, знежиреного молока, мм
	Q_C	Z	α	d	d_0	R_M	$R_{BP.H}$	$R_{3.H}$	r_3
1	1000	50	50	200	30	35	50	55	25
2	1100	52	51	205	31	36	51	56	26
3	1200	54	52	210	32	37	52	57	27
4	1300	56	53	215	33	38	53	58	28
5	1400	58	54	220	34	39	54	59	29
6	1500	60	55	225	35	40	55	60	30
7	1600	62	50	230	36	41	56	61	31
8	1700	64	51	235	37	42	57	62	32
9	1800	66	52	240	38	43	58	63	33
10	1900	68	53	245	39	44	59	64	34
11	2000	70	54	250	40	45	60	65	35
12	2100	72	55	255	41	46	61	66	36
13	2200	74	50	260	42	47	62	67	37
14	2300	76	51	265	43	48	63	68	38
15	2400	78	52	270	44	49	64	69	39
16	2500	80	53	275	45	50	65	70	40
17	2600	82	54	280	46	40	66	71	41
18	2700	84	55	285	47	41	67	72	42
19	2800	86	50	290	48	42	68	73	43
20	2900	88	51	295	49	43	69	74	44
21	3000	90	52	300	50	44	70	75	45
22	3100	92	53	305	51	45	71	76	46
23	3200	94	54	310	52	46	72	77	47
24	3300	96	55	315	53	47	73	78	48
25	3400	98	50	320	54	48	74	79	49
26	3500	100	51	325	55	49	75	80	50
27	3600	102	52	330	56	50	76	81	51
28	3700	104	53	335	57	51	77	82	52
29	3800	106	54	340	58	52	78	83	53
30	3900	108	55	345	59	53	79	84	54



а) схема концентрації жирових кульок;
 б) розміри тарілки і напрямки швидкостей жирової кульки
 Рисунок 20.3 – Схема для визначення параметрів сепаратора

Таблиця 20.2 – Густина молока та об'ємна маса жиру і плазми

Температура молока, $t^{\circ}\text{C}$	Об'ємна маса, $\text{кг}/\text{м}^3$		Динамічна густина, μ , Па·с
	Плазми, ρ_M	Жиру, $\rho_{ж}$	
30	1030,6	911,9	0,00133
35	1028,8	908,2	0,00117
40	1026,6	905,6	0,00104
45	1024,5	901,2	0,00093
50	1022,3	898,2	0,00085
55	1019,8	894,5	0,00077
60	1014,1	891,3	0,00071
65	1014,5	881,1	0,00065

Абсолютна швидкість руху жирової кульки в міжтарілковому просторі барабана V_K дорівнює геометричній сумі швидкостей V_C і V_{II} . З віддаленням жирової кульки від осі обертання швидкість V_C зростає, так як радіус R , на кому знаходиться жирова кулька, збільшується, а швидкість потоку V_{II} , зменшується, оскільки зі збільшенням радіуса розташування кульки R переріз потоку стає більшим. Внаслідок цього вектор абсолютної швидкості жирової кульки V_K зі збільшенням радіуса її розташування R повертається до осі обертання. Таким чином, жирові кульки, рухаючись до осі обертання барабана, осідають на поверхні нижніх тарілок, утворюючи шар вершків, який рухається по поверхні тарілок до осі обертання.

Отже, жирова кулька буде відділена з молока тільки при тій умові, якщо за час руху в потоці молока до краю тарілок вона встигне переміститись у шар вершків під дією швидкості Стокса, тобто перетнути потік молока між тарілками (відстань S_C) і опинитись на поверхні нижньої тарілки, де швидкість потоку змінюється за параболічним законом і є дуже малою. Цю відстань, м, визначають за формулою

$$S_C = \frac{2 \pi \cdot h_0 \cdot Z_T}{Q_C} \cdot \frac{\omega_B^2 \cdot d_K^2}{18 \mu} \cdot (\rho_{II} - \rho_{ж}) \cdot \left(\frac{R_B^3 - R_M^3}{3} \right), \quad (20.3)$$

або за формулою

$$S_C = \frac{h_0}{\text{tg} \alpha_T}, \quad (20.4)$$

де h_0 – відстань між тарілками сепаратора по вертикалі, м;

R_B – великий радіус тарілки, м;

R_M – малий радіус тарілки, м;

α_T – кут підйому тарілки, град.

Прирівнявши праві частини рівнянь (20.3) і (20.4), отримаємо вираз для визначення продуктивності сепаратора, м³/год, який з урахуванням того, що $\frac{\rho_{\Pi} - \rho_{\text{Ж}}}{\mu} = 2900 \cdot t_M$, та введенням технологічного коефіцієнта корисної дії η_C , набуде такого виразу

$$Q_C = 48 \cdot 10^6 \cdot \eta_C \cdot n_B^2 \cdot Z_T \cdot d_K^2 \cdot t_M \cdot \text{tg} \alpha_T \cdot (R_B^3 - R_M^3), \quad (20.5)$$

де η_C – технологічний коефіцієнт корисної дії сепаратора,

$$\eta_C = 0,44 \dots 0,55;$$

t_M – температура молока, град., $t_M = 35 \dots 65^\circ\text{C}$;

n_B – частота обертання барабана сепаратора, об/с.

Для виведення з сепаратора знежиреного молока та відокремлених вершків у камерах кришки барабана встановлено нерухомо два напірні диски, в яких зроблені канали спіральної форми. Зверху канали закриті фланцями з патрубками, які в зібраному вигляді утворюють два кільцеві канали і є продовженням спіральних каналів дисків. Форма спіральних каналів розрахована на захоплення рідини, яка обертається на периферії диска, і плавну зміну її напрямку руху до центру. В каналах напірних дисків швидкість рідини зменшується. При цьому кінетична енергія рідини переходить у потенціальну.

Тиск рідини, МПа, на виході з насосного пристрою, визначають за формулою

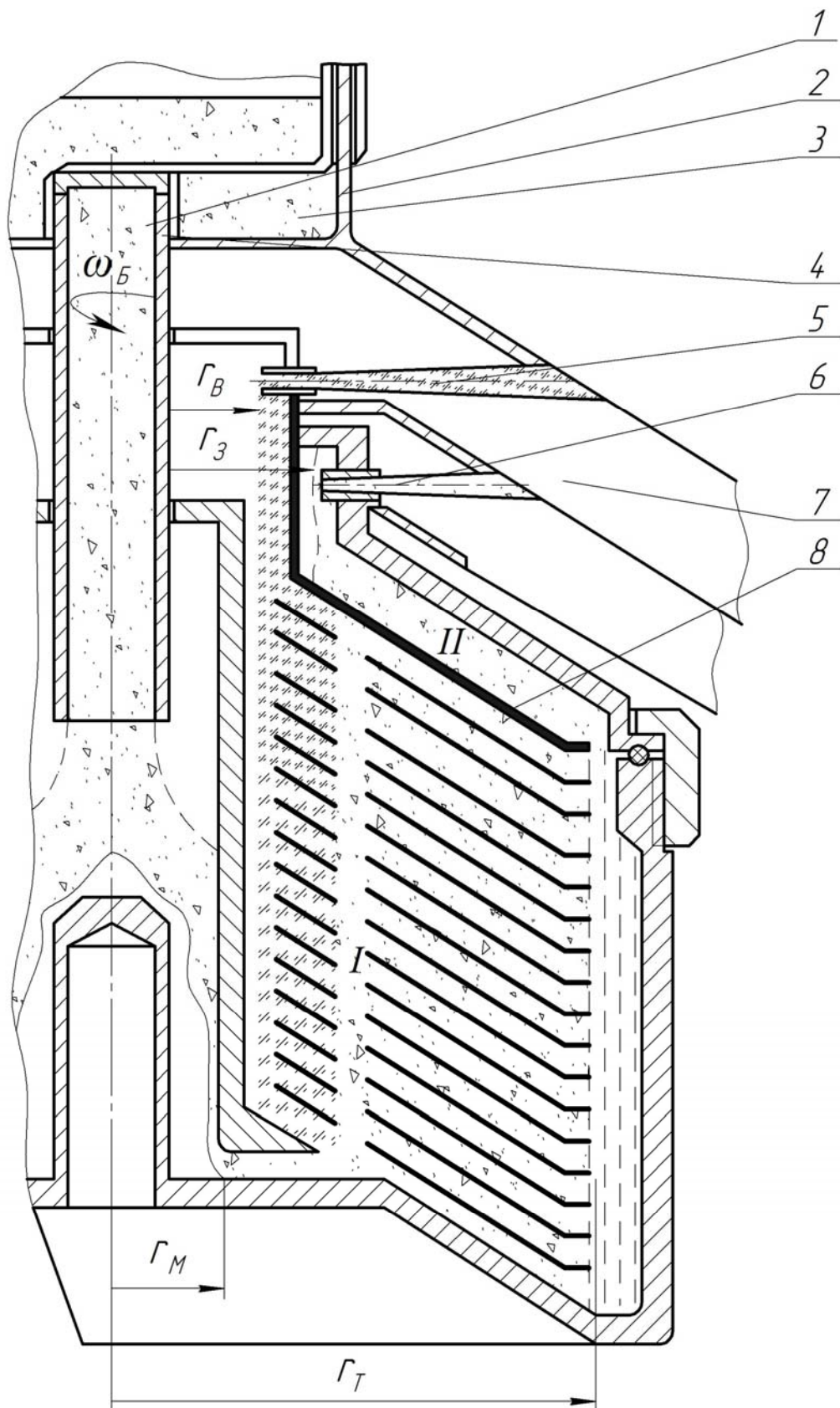
$$p_M = \eta_{\Gamma} \cdot \frac{\rho \cdot \omega_B^2}{2 \cdot 10^6} \cdot (2 R_H^2 - r^2), \quad (20.6)$$

де η_{Γ} – гідравлічний к.к.д. насоса, $\eta_{\Gamma} = 0,38 \dots 0,42$;

R_H – радіус напірного диска, м;

r – радіус відкритої поверхні рідини в камері, м.

Жирність вершків регулюють за допомогою регулювальних гвинтів, які встановлюють на виході вершків або на виході знежиреного молока. Щоб уявити принцип дії регулювальних гвинтів, необхідно розглянути розподіл рідини в барабані відкритого типу під час роботи (рисунок 20.4). Молоко з поплавкової камери 3 при впливанні поплавка 4 по центральній трубці поступає під тарілкотримач, а звідси в міжтарілкові простори.



- 1 – веретено; 2 – кришка; 3 – поплавкова камера; 4 – поплавок;
 5 – регулювальний гвинт виходу вершків; 6 – регулювальний гвинт виходу знежиреного молока; 7 – патрубок виходу вершків;
 8 – верхня розділююча тарілка

Рисунок 20.4 – Схема барабана з регуляторами жирності вершків

Верхня розділяюча тарілка 8 розділяє барабан на дві з'єднані між собою ємності. При цьому в одній з них (I) знаходиться суміш зі змінною концентрацією жиру, яка змінюється від мінімуму в периферійних шарах до максимуму у відкритій поверхні з середньою об'ємною масою ρ_{CM} . У другій ємності (II) – тільки знежирене молоко, яке має об'ємну масу ρ_3 і поступає з грязевого простору, та виходить через осьовий канал регулювального гвинта 6. Вершки виходять з ємності (I) через аналогічний регулювальний гвинт 5.

Під дією напору молока, яке поступає в барабан, підтримується безперервний рух молока, вершків і знежиреного молока. Для забезпечення напору необхідно, щоб вихідні отвори для знежиреного молока і вершків були розміщені на більшій відстані від осі обертання, ніж відкрита поверхня рідини, яка обертається (див. рисунок 20.3), тобто, щоб витримувалась умова

$$r_M < r_B < r_3, \quad (20.7)$$

де r_M, r_B, r_3 – радіус відповідно відкритої поверхні молока, що обертається, вершків і знежиреного молока, м.

Тиск рідини, яка обертається, визначають за формулою

$$p_T = \rho_P \cdot \frac{\omega_B^2}{2} \cdot (R^2 - r^2). \quad (20.8)$$

Тиск знежиреного молока біля краю розділяючої тарілки на радіусі R_B повинен зрівноважуватись тиском суміші, яка знаходиться під розділяючою тарілкою. Тому без врахувань гідродинамічних опорів можна вважати, що

$$\rho_3 \cdot \frac{\omega_B^2}{2} \cdot (R_B^2 - r_3^2) = \rho_{CM} \cdot \frac{\omega_B^2}{2} \cdot (R_B^2 - r_B^2); \quad (20.9)$$

$$\frac{\rho_3}{\rho_{CM}} = \frac{R_B^2 - r_B^2}{R_B^2 - r_3^2}, \quad (20.10)$$

де ρ_3 – об'ємна маса знежиреного молока, кг/м³;

ρ_{CM} – об'ємна маса суміші в міжтарілкових зазорах, кг/м³;

R_B – великий радіус тарілки, м.

Об'ємна маса знежиреного молока, кг/м³, при температурі сепарування 35...40 °С змінюється в незначних межах (жирність знежиреного молока нормована ГОСТом), тому зі зміною жирності

вершків змінюється маса суміші в пакеті тарілок, яку визначають за формулою

$$\rho_{CM} = \rho_3 \cdot \frac{R_B^2 - r_3^2}{R_B^2 - r_B^2}. \quad (20.11)$$

З (20.11) видно, що об'ємна маса ρ_{CM} , а отже і жирність вершків, залежить від різниці в розмірах r_3 і r_B . Таким чином, змінюючи одну з цих відстаней, змінюють і жирність вершків.

З виразу (20.11) можна визначити необхідний радіус, м, установки регулювального гвинта 5 (див. рисунок 20.3), через отвір якого будуть відводитись вершки з заданою жирністю. Цей радіус, м, визначають за формулою

$$r_B = \sqrt{R_B^2 - \left(R_B^2 - r_3^2\right) \cdot \frac{\rho_3}{\rho_{CM}}}. \quad (20.12)$$

Під час роботи сепаратора на стінки циліндричної частини барабана діє відцентрова сила стінки і сила тиску рідини на стінку. Тому зі збільшенням товщини стінки міцність барабана підвищується, але тільки до певної межі, після чого вона знижується внаслідок зростання відцентрової сили самої стінки. При цьому критична товщина стінки барабана залежить також і від об'ємної маси (густини) матеріалу.

Критичну товщину стінки барабана, м, визначають за формулою

$$\delta_{KP} = 0,5 d \left(\sqrt{2 \cdot \sqrt{0,3 \frac{\rho_P}{\rho_C} + 1} - 1} \right). \quad (20.13)$$

Допустиму максимальну частоту обертання барабана, об/с, визначають за формулою

$$n_{\max} = \sqrt{\frac{10^6 [\sigma]}{\pi^2}} \cdot \sqrt{\frac{\rho_C}{4} \left[(3+m) D_B^2 + (1-m) d_B^2 \right] + \rho_P \cdot D_B^2 \left(\frac{d_B^2 - d_0^2}{D_B^2 - d_B^2} \right)} \quad (20.14)$$

де $[\sigma]$ – допустиме напруження матеріалу барабана, МПа. Для барабана виготовленого зі сталі $[\sigma] = 150 \dots 225$ МПа, при цьому для барабанів з товстішою стінкою приймають більші значення $[\sigma]$;
 ρ_C – об'ємна маса матеріалу барабана, кг/м^3 . Для сталевих барабанів приймають $\rho_C = 7860 \text{ кг/м}^3$;

ρ_P – об’ємна маса рідини, кг/м³. Для молочних сепараторів беруть

$$\rho_P = 1000 \text{ кг/м}^3;$$

m – коефіцієнт Пуассона, для сталі $m=0,3$;

D_B – зовнішній діаметр барабана, м, ($D_B = 2 \delta_{KP} + d$);

d_B – внутрішній діаметр барабана, м;

d_0 – діаметр відкритої поверхні рідини, яка обертається, м.

Товщину дна барабана, м, визначають з умови

$$H_B \geq 1,5 \delta_{KP}. \quad (20.15)$$

20.2. Методика розрахунку сепаратора

Під час конструювання сепаратора розрахунок ведуть у такій послідовності:

1. Визначають максимально допустиму частоту обертання n_{\max} барабана за формулою (20.14) та його кутову швидкість обертання, рад/с

$$\omega_B = 2\pi \cdot n_B. \quad (20.16)$$

2. Визначають критичну товщину стінки δ_{KP} та дна H барабана відповідно за формулами (20.13) і (20.15).

3. Визначають великий радіус тарілки R_B з виразу (20.5).

4. Визначають тиск вершків p_B і знежиреного молока p_3 на виході з насосного пристрою за формулою (20.6), позначивши при цьому R і r для вершків через $R_{BP.H}$ і $r_{BP.H}$, а для знежиреного молока через $R_{3.H}$ і $r_{3.H}$. Для розрахунків приймають $r_{BP.H} = r_{3.H} = d_0/2$.

5. Визначають радіус установки гвинта регулювання жирності вершків r_B за формулою (20.12).

6. Визначають швидкість V_{II} потоку молока у міжтарілковому просторі та швидкість «вспливання» жирових кульок V_C (швидкість Стокса) відповідно за формулами (20.1) і (20.2). При цьому значення радіуса R , м, на якому знаходиться жирова кулька, визначають за формулою

$$R = \frac{R_B + R_M}{2}. \quad (20.17)$$

Завдання для звіту

Користуючись формулами, наведеними в пункті 20.1 та відповідно до методики, наведеної в пункті 20.2, розрахувати основні параметри сепаратора молока.

Самостійна робота на тему:

МОЛОЧНІ СЕПАРАТОРИ ТА ОЧИСНИКИ МОЛОКА

Мета роботи: вивчити призначення, будову, принцип роботи, основні регулювання, методику розрахунку, правила експлуатації та техніки безпеки сепараторів та очисників молока.

Матеріальне забезпечення: сепаратор СОМ-3-1000; очисник-охолоджувач молока ОМ-1; навчальні плакати; інструкції з експлуатації; технічна документація; масштабна лінійка; штангенциркуль; пристрій для збирання барабану сепаратора; набір ключів; відеоматеріали.

План роботи

1. Вивчити будову, технологічний процес та основні регулювання сепаратора СОМ-3-1000.
2. Вивчити конструктивні відмінності сепаратора ОСП-3М порівняно з СОМ-3-1000.
3. Вивчити конструктивні і технологічні відмінності очисників-охолоджувачів молока ОМ-1А та ООТ-МУ-4.
4. Вивчити будову, регулювання та конструктивні особливості сепараторів молока малої продуктивності.
5. Вивчити будову, регулювання та конструктивні особливості сепараторів молока закордонного виробництва.
6. Виконати розрахункову частину роботи.

Порядок роботи

Перед вивченням будови молочного сепаратора його відключають від електромережі. Знімають захисне огородження, яке закриває підхід до механізмів, які вивчають.

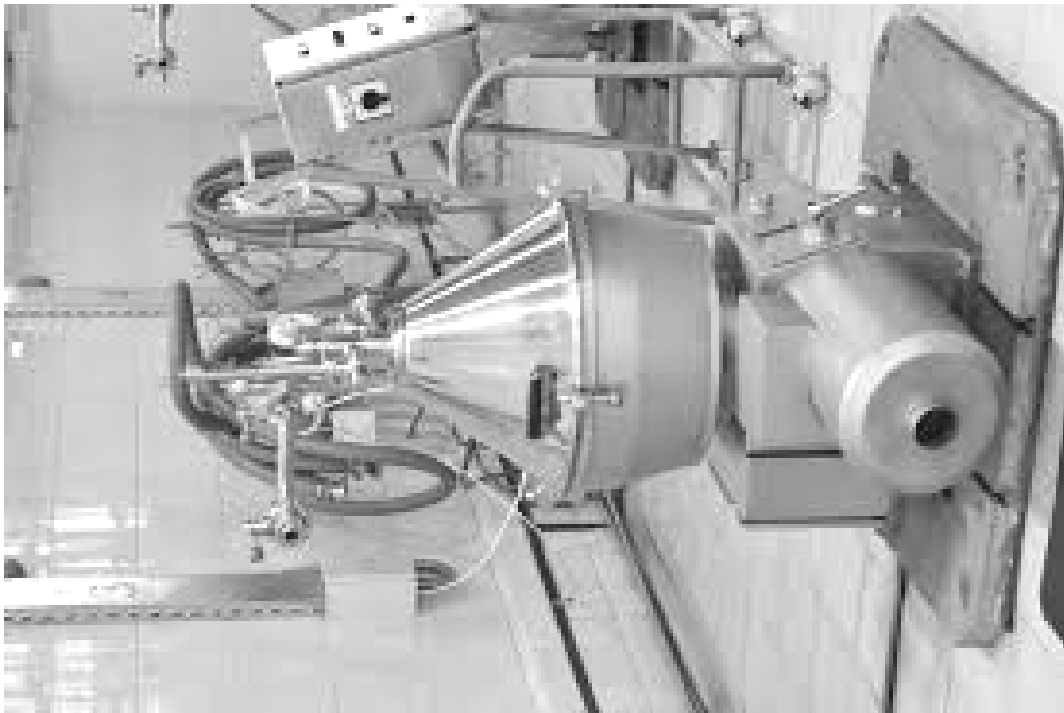
Вивчають конструкцію вузлів машини, принцип і механізм регулювання технічних параметрів (рисунки С45-С46).

Вивчають відмінності у конструкції обладнання, яке відводить вершки та відвійки в сепараторах СОМ-3-1000 і ОСП-3М.

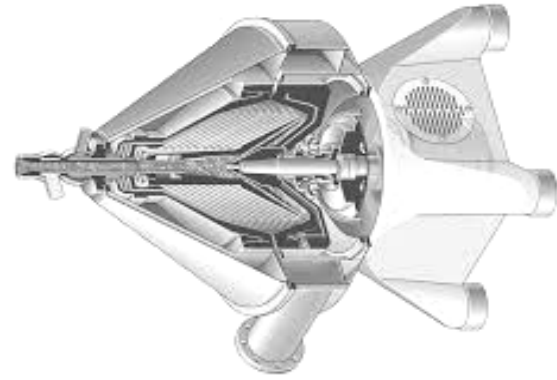
Вивчають принципові відмінності у конструкціях сепараторів-очисників та очисників-охолоджувачів молока ОМ-1А, ООТ-МУ-4.

Встановлюють відмінності у конструкціях розділюючих барабанів сепараторів вершковідділювачів і молоковідділювачів.

Вивчають будову, регулювання та конструктивні особливості сепараторів молока закордонного виробництва.



Сепаратор-відділювач вершків



Сепаратори-молокоочисники

Рисунок С45



Деталі сепараторів



Запчастини сепараторів ОСК-1, ОСМ-1

Рисунок С46

Вивчають особливості конструкцій сепараторів молока малої продуктивності, необхідних на малих фермах.

Визначають продуктивність сепаратора для умови, наведеної у задачі (задача 1).

Визначають час роботи очисника молока без очищення барабану від бруду для умови, наведеної у задачі (задача 2).

Розв'язати задачу 1

Дано: сепаратор СОМ-3-1000; молоко при $t_M = 309$ К; в'язкість молока $\mu_M = 0,0117$ г/см²·с; густина відвійок $\rho_B = 1,032$ г/см³; густина молочного жиру (вершків) $\rho_{Ж} = 0,920$ т/см³. Визначити продуктивність сепаратора. Продуктивність сепаратора Q_{CB} , л/год, з умови витікання молока через насадку поплавкової камери, визначають за формулою

$$Q_{CB} = 0,4 K_M \cdot d_B^2 \cdot \sqrt{h_M}, \quad (54)$$

де K_M – коефіцієнт витікання молока, $K_M = 0,93 \dots 0,97$;

d_B – внутрішній діаметр насадки поплавкової камери, мм;

h_M – відстань від насадки до рівня молока в камері, мм.

Величини d_B і h_M заміряють на сепараторі або беруть з технічної характеристики.

Продуктивність сепаратора, Q_{CP} , л/год, з умови розділення молока, визначають за формулою Г.І. Бремера

$$Q_{CP} = 4 \cdot 10^{-9} \cdot \eta_C \cdot Z_T \cdot v_T \cdot n_C^2 \cdot \tau_M, \quad (55)$$

де η_C – к.к.д. сепаратора, $\eta_C = 0,6 \dots 0,8$;

Z_T – кількість міжтарілкових проміжків у барабані;

v_T – розрахунковий об'єм тарілки сепаратора, мм³;

n_C – частота обертання барабана сепаратора, хв⁻¹;

τ_M – час розділення молока, с.

Значення Z_T і n_C беруть з технічної характеристики сепаратора.

Розрахунковий об'єм сепаратора v_T , мм³, визначають за формулою

$$v_T = \frac{\pi \cdot d_{np}^2}{4} \cdot H_T, \quad (56)$$

де d_{np} – приведений діаметр тарілки, мм;

H_T – висота тарілки, мм.

Приведений діаметр d_{np} , мм, тарілки барабана сепаратора визначають за формулою

$$d_{np} = \sqrt{\frac{2}{3} \cdot (D_{BT}^2 + D_{BT} \cdot D_{MT} + D_{MT}^2)}, \quad (57)$$

де D_{BT} – діаметр великої основи тарілки, мм;

D_{MT} – діаметр малої основної тарілки, мм.

Розміри D_{BT} , D_{MT} , H_T визначають вимірюванням на тарілці сепаратора або беруть з технічної характеристики.

Час розділення молока τ_M , с, визначають з рівняння

$$\tau_M = \frac{2}{9} \cdot \frac{\rho_B - \rho_{\mathcal{J}}}{\mu_M \cdot r_K}, \quad (58)$$

де $\rho_B, \rho_{\mathcal{J}}$ – відповідно об'ємна маса відв'юк і жиру при температурі 308 К, г/см³;

μ_M – в'язкість молока, г/см²·с;

r_K – радіус жирової кульки, $r_K = 0,5 \dots 1,5$ мкм.

Порівняти отриману продуктивність з паспортною. Проаналізувати вплив різних факторів на роботу сепаратора.

Розв'язати задачу 2

Дано: очисник-охолоджувач молока ОМ-1А; молоко, забрудненість якого $Z_M = 0,02 \dots 0,05$ %.

Визначити час роботи очисника без очищення барабану від бруду.

Безперервність роботи очисника молока τ_{OM} , год, визначають за формулою

$$\tau_{OM} = \frac{10^{-4} \cdot v_{\tilde{b}p}}{Z_M \cdot Q_{OM}}, \quad (59)$$

де $v_{\tilde{b}p}$ – об'єм брудного простору барабану очисника, мм³;

Z_M – забрудненість молока;

Q_{OM} – продуктивність очисника молока, л/год.

Об'єм брудного простору барабану $v_{\tilde{b}p}$, мм³, визначають за формулою

$$v_{\tilde{b}p} = \frac{\pi \cdot (D_{\tilde{b}ap}^2 - D_{map}^2)}{4} \cdot H_{IT}, \quad (60)$$

де $D_{бар}$ – внутрішній діаметр кожуха барабана очисника, мм;

$D_{тар}$ – зовнішній діаметр тарілки барабана очисника, мм;

$H_{ПТ}$ – висота пакету тарілок, мм.

Розміри $D_{бар}$, $D_{тар}$, $H_{ПТ}$ вимірюють на барабані очисника або вибирають з технічної характеристики очисника. Значення величини $Q_{ОМ}$ вибирають з технічної характеристики очисника.

Порівняти отриманий результат із часом, відведеним розпорядком дня для первинної обробки молока.

Складають технічну характеристику вивчених машин. У таблицю вносять такі параметри: продуктивність машин, частота обертання барабанів, кількість тарілок, потужність привода, вага і т.ін.

Результати виконання самостійної роботи

1. Описати призначення, загальну будову, технологічний процес та основні регулювання сепаратора молока СОМ-3-1000.
2. Описати конструктивні відмінності сепаратора ОСП-3М від СОМ-3-1000.
3. Скласти кінематичну схему сепаратора СОМ-3-1000.
4. Викреслити технологічну схему очисника-охолоджувача молока ОМ-1А.
5. Описати конструктивні відмінності очисника-охолоджувача ООТ-МУ-4 від ОМ-1А.
6. Розрахувати продуктивність сепаратора СОМ-3-1000.
7. Розрахувати час безперервної роботи очисника-охолоджувача молока ОМ-1А.
8. Скласти коротку технічну характеристику вивчених машин.

Контрольні запитання

1. Які основні вузли, механізми і деталі сепараторів молока?
2. Призначення і будова фрикційної відцентрової муфти в приводі сепаратора.
3. Пояснити чому верхня опора веретена сепаратора виконана плаваючою.
4. Як здійснюється регулювання жирності вершків у сепараторах?
5. Які причини підвищення вмісту жиру у відвійках?
6. Які принципові відмінності барабана сепаратора від барабана очисника?
7. Який порядок збирання барабана сепаратора?
8. Які принципові відмінності відкритих, напіввідкритих і закритих сепараторів молока?
9. Пояснити необхідність великої частоти обертання барабана сепаратора.

Самостійна робота на тему:

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ МОЛОКА І МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

Мета роботи: вивчити будову, принцип роботи, правила експлуатації та техніки безпеки холодильних установок; вивчити методику розрахунку охолоджувачів молока та холодильних установок.

Матеріальне забезпечення: охолоджувач-очисник молока ОМ-1А; технічна документація; навчальні плакати; набір ключів та інструментів; відеоматеріали.

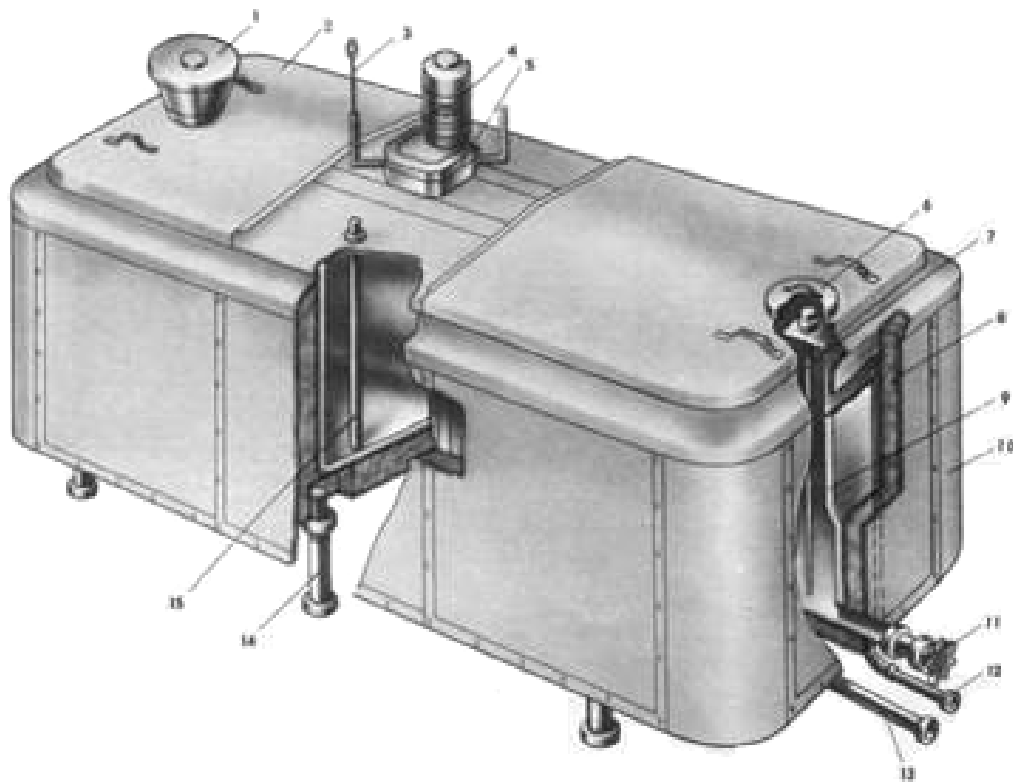
План роботи

1. Вивчити призначення та класифікацію обладнання для охолодження молока на фермах і комплексах.
2. Вивчити будову і технологічний процес охолоджувача-очисника молока ОМ-1А.
3. Вивчити переваги та недоліки конструкцій охолоджувачів молока різних типів.
4. Вивчити призначення, будову та взаємодію вузлів водоохолоджувальних установок УВ-10-ОТ, НВ-30, серії МВТ і МКТ.
5. Вивчити будову і принцип роботи теплохолодильних машин серії ТХУ.
6. Вивчити конструкцію і принцип роботи танків-охолоджувачів молока різних марок.
7. Скласти принципову схему холодильної установки і технологічну схему танка-охолоджувача, відзначивши основні вузли та шляхи пересування холодоагента і молока.
8. Вивчити конструкції і технічні характеристики танків-охолоджувачів молока закордонного виробництва.
9. Скласти технічну характеристику вивчених машин.
10. Виконати розрахункову частину роботи.

Порядок роботи

Вивчають необхідність процесу охолодження свіжовидосного молока. Вивчають класифікацію засобів механізації та обладнання, яке застосовують на молочних фермах і комплексах для охолодження молока.

Вивчають загальну будову і технологічний процес охолоджувача молока ОМ-1А. Вивчають конструкцію робочих органів охолоджувача молока ОМ-1А. Аналізують переваги і недоліки пластинчастих охолоджувачів молока порівняно з трубчастими (рисунки С47-С49).



1 – заливна горловина; 2 – накривка; 3 – важіль; 4 – електродвигун мішалки; 5 – редуктор;
 6 – накривка мірної лінійки; 7 – лінійка; 8 – теплоізоляційний шар; 9 – водяна сорочка;
 10 – кожух; 11 – молочний кран; 12 – патрубок для подачі холодної рідини; 13 – патрубок
 для відведення холодної рідини; 14 – регульовальна опора; 15 – термоконтатний датчик

Рисунок С47 – Танк-охолодник молока ТО-2А



Риунок С48 – Танк-охолодник молока закритого типу «Kryos»



Рисунок С49 – Танки-охоложувачі молока

Вивчають, які є зміни робочих параметрів (тиск, температура) холодоагента (газ-фреон) під час проходження конденсатора, терморегулюючого вентиля та випарювача і яка фізична суть цих змін.

Вивчають призначення та взаємодію вузлів водоохолоджувальних стаціонарних установок УВ-10-ОТ, НВ-30 та серії МВТ і МКТ.

Вивчають можливість використання тепла молока для господарських потреб ферм і комплексів. Вивчають будову і принцип роботи теплохолодильних установок серії ТХУ, особливо конструкцію і принцип роботи теплових насосів, що входять у їх склад.

Вивчають спільні і відмінні ознаки в призначенні обладнання і технологічний процес резервуарів для зберігання молока серій РПО, РНО, а також конструкцію і принцип роботи танків-охолоджувачів молока інших марок.

Складають принципову схему холодильної установки і технологічну схему танка-охолоджувача молока. На схемах обов'язково показують основні вузли, шляхи пересування і зміни робочих параметрів холодоагента і охолоджуваного продукту.

Вивчають конструкції і технічні характеристики танків-охолоджувачів молока закордонного виробництва.

Виконують розрахунок охолоджувача молока для умови, наведеної у задачі.

Розв'язати задачу

Дано: на охолоджувачі молока ОМ-1А необхідно охолодити 100 л молока за 1 год. Температура молока, що поступає, становить $t_{МП} = 303$ К, охолоджувальний розчин – вода, температура якої $t_B = 283$ К.

Визначити необхідну кількість пластин в охолоджувачі.

Необхідну кількість пластин для охолодження молока, штук, визначають за формулою

$$Z_{ПО} = \frac{S_B}{S_{ПЛ}}, \quad (61)$$

де S_B – площа поверхні водяної секції охолоджувача, м^2 ;

$S_{ПЛ}$ – площа робочої поверхні пластини охолоджувача, м^2 .

Значення $S_{ПЛ}$ визначають за розмірами пластини.

Площу поверхні водяної секції охолоджувача, м^2 , визначають за формулою

$$S_B = \frac{Q_B}{K_{II} \cdot \Delta t_{cp}}, \quad (62)$$

де Q_B – кількість теплоти, яка переходить від охолодженого молока до води в процесі охолодження, за одиницю часу, Вт;

K_{II} – загальний коефіцієнт теплопередачі, $K_{II} = 580 \dots 950$ Вт/м²·К;

Δt_{cp} – середня логарифмічна різниця температур, К.

Кількість теплоти, що передається молоком до води, Вт, визначають з рівняння теплового балансу

$$Q_B = M_M \cdot C_M \cdot (t_{MPI} - t_{MK}), \quad (63)$$

де M_M – масові витрати молока, кг;

C_M – питома теплоємність молока, $C_M = 4370$ Дж/кг·К;

t_{MPI} – температура молока, що поступає на охолодження, К;

t_{MK} – температура молока, що виходить з охолодження, К.

Значення величин M_M і t_{MPI} беруть з умови задачі.

Температуру молока, що виходить з охолодження, К, визначають за формулою

$$t_{MK} = t_B + \Delta t_{MB}, \quad (64)$$

де Δt_{MB} – кінцева різниця температур охолодженого молока і охолоджувальної рідини, для водяної секції $\Delta t_{MB} = 3 \dots 5$ К.

Середню логарифмічну різницю температур, К, визначають за рівнянням Грасгофа

$$\Delta t_{CP} = \frac{\Delta T_{\max} - \Delta T_{\min}}{2,3 \cdot \lg \frac{\Delta T_{\max}}{\Delta T_{\min}}}, \quad (65)$$

де ΔT_{\max} – різниця температур між молоком і охолоджувальною рідиною на вході молока в охолоджувач, К;

ΔT_{\min} – різниця температур між молоком і охолоджувальною рідиною на виході молока із охолоджувача, К.

Значення ΔT_{\max} , ΔT_{\min} визначають за формулами:

$$\Delta T_{\max} = t_{МП} - t_B; \quad \Delta T_{\min} = t_{МК} - t_B. \quad (66)$$

Отримавши результати розрахунків, потрібно порівняти необхідну (розраховану) кількість пластин для охолодження молока з запропонованою кількістю пластин у комплекті охолоджувача ОМ-1А. Проаналізувати можливі шляхи скорочення їх числа при збереженні паспортної продуктивності.

Складають коротку технічну характеристику вивчених машин. У таблицю вносять показники, які характеризують технологічні, енергетичні, конструктивні і кінематичні параметри машин.

Результати виконання самостійної роботи

1. Описати загальну будову охолоджувача ОМ-1А і танка-охолоджувача РПО-2,5.
2. Скласти принципову схему холодильного обладнання МВТ-20-1.
3. Описати роботу теплохолодильної установки ТХУ.
4. Скласти технологічну схему теплового насоса холодильного обладнання.
5. Визначити необхідну кількість пластин в охолоджувачі ОМ-1А.
6. Описати охолоджувачі молока закордонного виробництва.
7. Скласти коротку технічну характеристику вивчених машин.

Контрольні запитання

1. Які відмінності охолоджувачів молока з різними напрямками руху теплообмінних середовищ?
2. Пояснити шлях руху фреону в холодильному обладнанні.
3. Пояснити шлях передачі тепла, забраного в охолоджене молоко.
4. Пояснити, коли застосовують режим заморожування льоду на пластини у випарнику під час роботи холодильного обладнання.
5. Як працює терморегулюючий клапан холодильної установки?
6. На технологічній схемі пояснити зміну робочих параметрів фреону під час руху його в холодильній установці.
7. Пояснити загальну будову теплового насоса холодильної установки.
8. Пояснити відмінності конструкцій танків-охолоджувачів молока РПО і РНО.
9. Які є шляхи підвищення продуктивності охолоджувачів молока?

Самостійна робота на тему:

МАШИНИ ДЛЯ ПАСТЕРИЗАЦІЇ МОЛОКА І МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ. РЕГЕНЕРАТИВНІ ТЕПЛООБМІННИКИ

Мета роботи: вивчити будову, принцип роботи, основні правила експлуатації, техніки безпеки та методичку розрахунку пастеризаторів молока і регенеративних теплообмінників.

Матеріальне забезпечення: пастеризатор ОПФ-1; навчальні плакати; технічна документація; набір ключів; відеоматеріали.

План роботи

1. Вивчити класифікацію засобів пастеризації молока.
2. Вивчити параметри режимів пастеризації молока.
3. Вивчити будову, принцип роботи та регулювання пастеризаційно-охолоджувального обладнання.
4. Вивчити технологічні та конструктивні особливості пастеризаторів молока різних марок.
5. Скласти технологічні схеми пастеризаторів ОПФ-1 та ОПУ.
6. Вивчити будову і принцип роботи пастеризаційно-охолоджувальних установок для молока закордонного виробництва.
7. Скласти технічну характеристику вивчених машин.
8. Виконати розрахункову частину роботи.

Порядок роботи

Вивчають суть процесу пастеризації молока і класифікацію засобів пастеризації, які використовують на молочних фермах і комплексах.

Вивчають параметри режимів пастеризації молока.

Вивчають призначення, будову, принцип роботи вузлів та агрегатів, що входять у комплект пастеризаційно-охолоджувального обладнання.

Вивчають порядок пуску пастеризаторів у роботу та закінчення роботи обладнання.

Вивчають будову обладнання, яке забезпечує якісну пастеризацію молока, відведення конденсату та можливості зменшення витрат пари на пастеризацію (рисунки С50-С51).

Встановлюють технологічні і конструкційні особливості пастеризаторів ОПФ-1-20 і ОПФ-1-300 та установок ОПФ, ОПУ, АІ-ОКЛ.

Вивчають конструкцію, принцип роботи, переваги і недоліки установки для обробки молока інфрачервоним випромінюванням УОН-ИК-1.

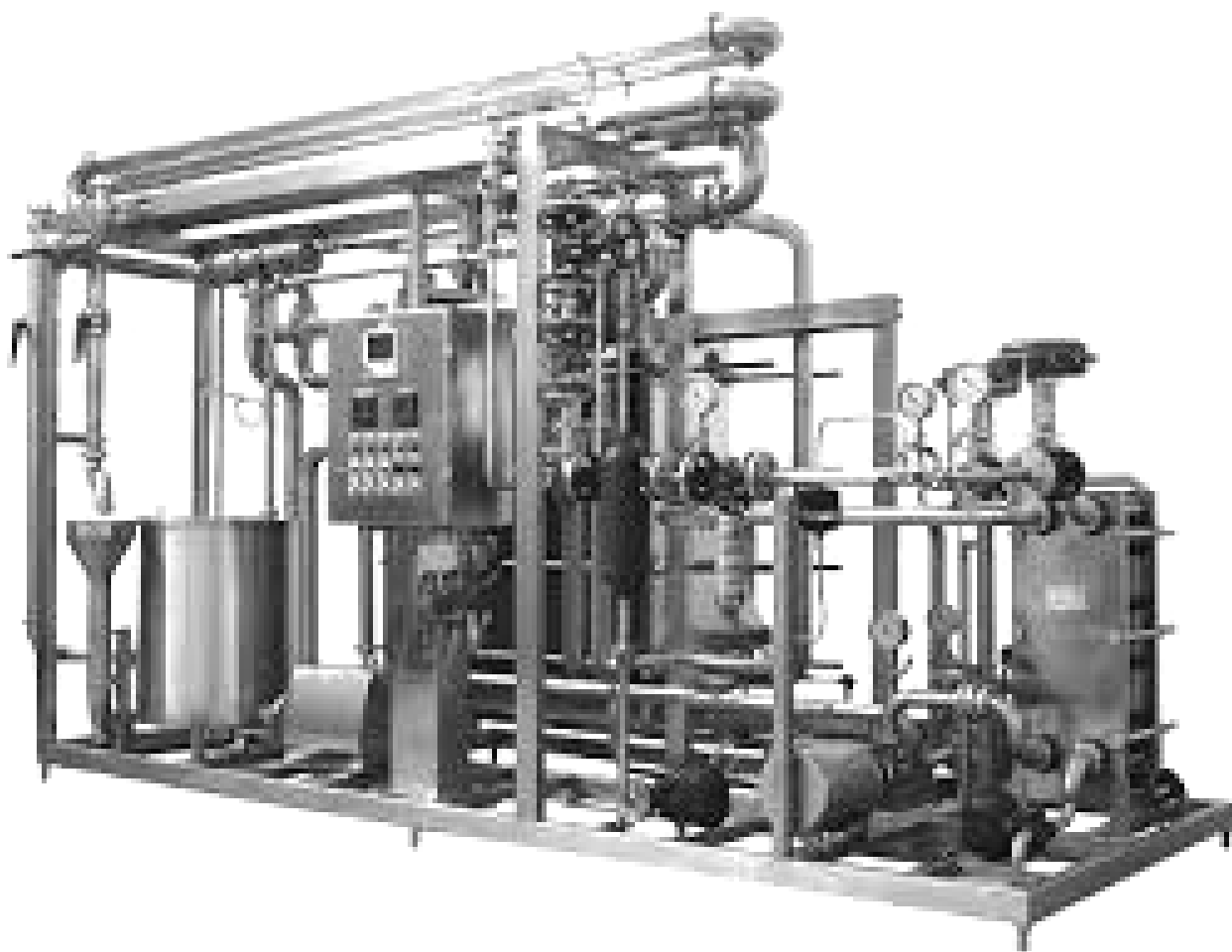


Рисунок С50 – Пастеризаційно-охолоджувальні установки

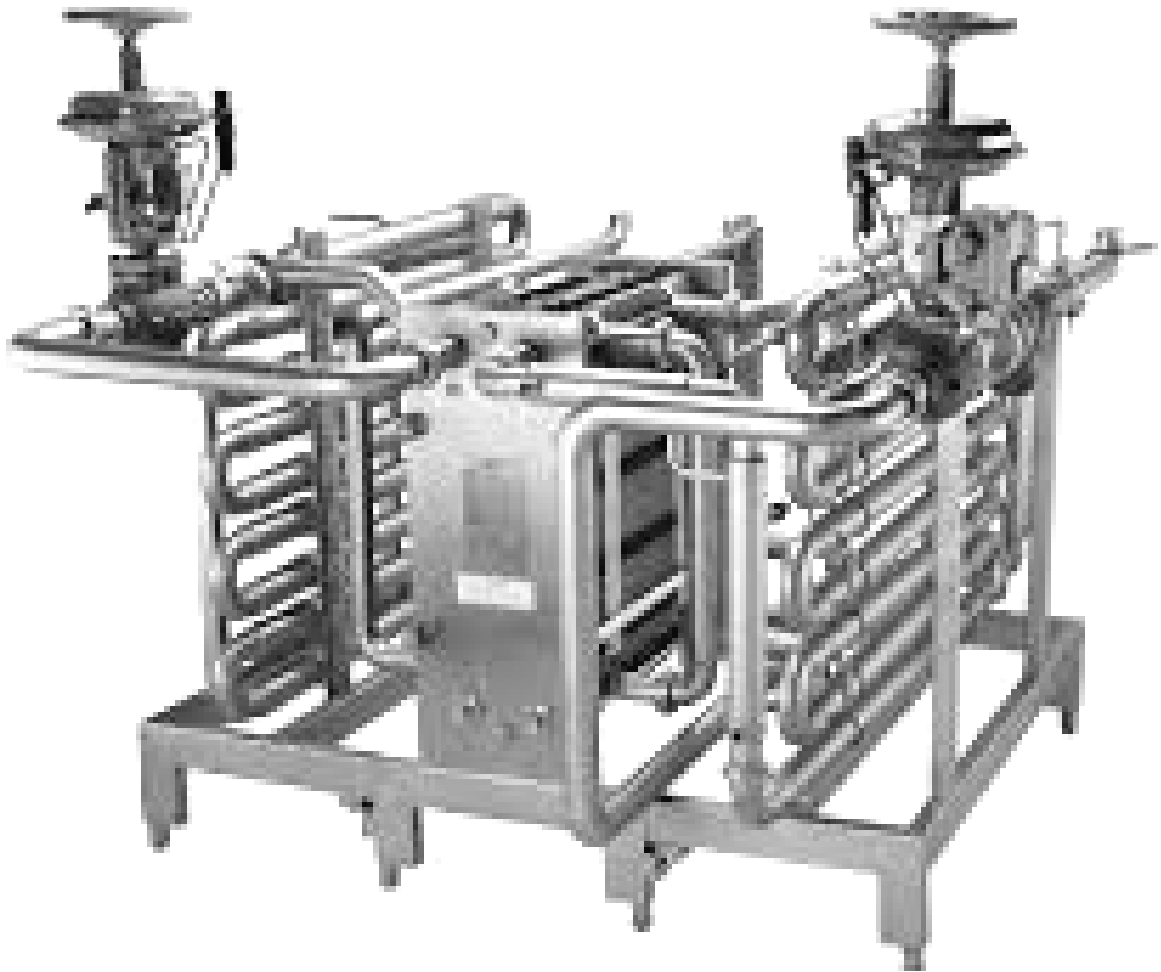


Рисунок С51 – Пастеризаційно-охолоджувальні установки

Складають технологічну схему пастеризатора ОПФ-1, обов'язково вказавши шляхи руху молока у початковий момент роботи та під час звичайного режиму роботи.

Складають технологічну схему охолоджувача-пастеризатора типу ОПУ, вказавши шляхи переміщення молока, гарячої і холодної води, росолу. На обох схемах вказують основні вузли та агрегати установки.

Вивчають будову і принцип роботи пастеризаційно-охолоджувальних установок для молока закордонного виробництва.

Складають коротку технічну характеристику (у вигляді таблиці) вивчених машин. У таблицю вносять такі показники:

- продуктивність;
- робочий об'єм;
- режим пастеризації;
- потужність привода;
- габаритні розміри;
- витрати теплоагентів;
- температура пастеризації (і т.ін.).

Визначають необхідну кількість пластин у секції пастеризатора для умови, наведеної у задачі.

Розв'язати задачу

Дано: пастеризаційно-охолоджувальна установка ОПФ-1; температура поступаючого в секцію пастеризації молока $t_M = 330$ К; температура пастеризації молока t_K (згідно з прийнятим режимом у межах $t_K = 345...351$ К); питома теплоємність молока $C_M = 4370$ Дж/кг·К; площа робочої поверхні однієї пластини пастеризатора $S_{nл1}$ (з технічної характеристики установки), м²; швидкість руху молока в щілинах пастеризатора $V_M = 0,25$ м/с; число витрат теплоносія, для води $k_B = 2,5...3$.

Визначити необхідну кількість пластин у секції пастеризатора.

Число пластин у секції пастеризації, шт, визначають за формулою

$$Z_{ПЛ} = \frac{S_{РП}}{S_{nл1}}, \quad (67)$$

де $S_{РП}$ – необхідна загальна площа робочої поверхні пластин секції пастеризації, м².

Необхідну загальну площу робочої поверхні пластин секції пастеризації, m^2 , визначають за формулою

$$S_{PI} = \frac{Q_B}{K_{3PI} \cdot \Delta T_{cp}}, \quad (68)$$

де Q_B – теплота, яку відбирає молоко від гарячої води, Вт;

K_{3PI} – загальний коефіцієнт теплопередачі, $K_{3PI} = 3500$ Вт/ m^2 К;

ΔT_{cp} – середня логарифмічна різниця температур, К.

Теплоту, що відбирається молоком від гарячої води, Вт, визначають за формулою

$$Q_B = M_M \cdot C_M \cdot (t_K - t_H), \quad (69)$$

де M_M – витрати молока, його значення приймають з технічної характеристики пастеризатора ОФП-1М, кг/с.

Середню логарифмічну різницю температур, К, визначають з рівняння Грасгофа

$$\Delta T_{cp} = \frac{\Delta T_{max} + \Delta T_{min}}{2,3 \cdot \lg \frac{\Delta T_{max}}{\Delta T_{min}}}, \quad (70)$$

де ΔT_{max} – максимальна різниця температур між молоком та теплоносієм на вході молока в секцію, К;

ΔT_{min} – мінімальна різниця температур між молоком та теплоносієм на виході молока з секції, К.

Нормальне протікання молока в секції пастеризатора забезпечує число паралельних каналів, P_M , шт., яке, за умови нескінченного потоку молока, визначають за формулою

$$P_M = \frac{M_M}{10^3 \sqrt{H \cdot B \cdot \delta_m}}, \quad (71)$$

де B і δ_m – відповідно ширина щілини і зазор між пластинами пастеризатора, м. Приймають їх з технічної характеристики або вимірюванням на установці.

За результатами розрахунку аналізують можливі шляхи підвищення продуктивності пастеризаторів, зниження витрат тепла на пастеризацію молочних продуктів.

Результати виконання самостійної роботи

1. Описати режими пастеризації молока.
2. Описати загальну будову ванни тривалої пастеризації молока ВДП-100, пастеризатора ОПФ-1 і охолоджувально-пастеризаційної установки ОПУ-3М.
3. Описати принцип дії та порядок експлуатації пастеризатора ОПФ-1.
4. Описати принцип дії та порядок експлуатації охолоджувально-пастеризаційної установки ОПУ-3М та установки АІ-ОКЛ-3.
5. Скласти технологічну схему пастеризатора ОПФ-1.
6. Скласти технологічну схему охолоджувально-пастеризаційної установки ОПУ-3М.
7. Навести коротку технічну характеристику вивчених машин.
8. Виконати розрахунок секції пастеризації ОПФ-1.

Контрольні запитання

1. Призначення і загальна будова установок ВДП-1000, ОПФ-1М, ОПУ-3М, АІ-ОКЛ-3, УОМ-ИК-1.
2. Які відмінності режимів пастеризації на установках ВДП-1000 і ОПФ-1?
3. Пояснити поняття «коефіцієнта регенерації тепла».
4. Яке призначення перепускного електрогідравлічного клапана в установці ОПФ-1?
5. Пояснити шлях руху молока в установці ОПФ-1.

Практичне заняття № 21

МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТВАРИННИЦЬКИХ ФЕРМ І НАПУВАННЯ ТВАРИН

Мета роботи: вивчити методику розрахунку основних параметрів систем водопостачання тваринницьких ферм.

План роботи

Вибрати систему водопостачання тваринницької ферми та розрахувати її основні параметри. Кількість поголів'я тварин взяти згідно варіанту (таблиці 2.1 і 2.2).

21.1. Короткі відомості про водопостачання тваринницьких ферм і комплексів

Вибір технологічної лінії водопостачання тваринницьких ферм і комплексів залежить від таких факторів:

- місця розташування тваринницького підприємства;
- дальності відкритих джерел води;
- глибини підземних вод;
- кількості водоспоживачів та їх взаємного розташування;
- наявності засобів механізації для забезпечення подачі води;
- наявності гідроапаратури і гідроарматури для розподілу води між споживачами води та ін.

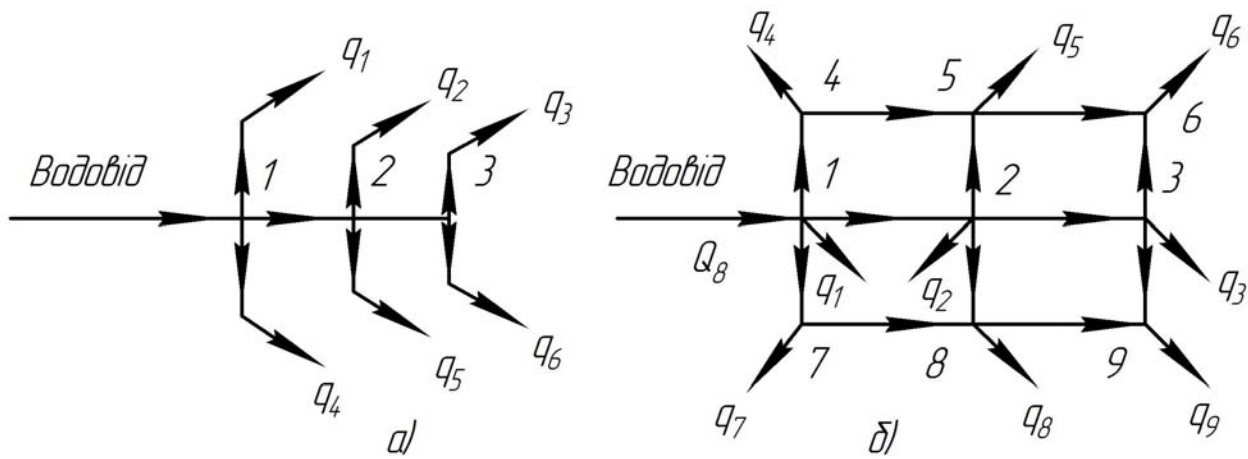
Система водопостачання – це комплекс елементів (інженерних споруд, технічних пристроїв) для забирання, обробки до необхідної якості, доставки і розподілу води між споживачами. Структура та взаємне розміщення окремих елементів системи водопостачання залежить від її призначення, місцевих природних умов і санітарних вимог до води. Після вибору схеми водопостачання (див. лекційні матеріали) визначають схему водопровідної мережі.

Водопровідна (розвідна) мережа призначена для подавання води від водовода або від водонапірної башти до місць її споживання. Водопровідні мережі (рисунок 21.1) бувають розгалуженими (тупиковими) і кільцевими.

Розгалужена мережа (рисунок 21.1а) забезпечує надходження води до споживачів тільки з одного боку. Розгалужені мережі доцільні за невеликих витрат води і розсосереджених пунктах водоспоживання. Недолік – мала надійність, у випадку пошкодження на якій-небудь ділянці ланцюга водопостачання частина споживачів залишається без води.

Наприклад, пошкодження на ділянці 2-3 (див. рисунок 21.1а) позбавляє води споживачів і з витратами q_3 і q_6 .

Кільцева мережа (рисунок 21.1б) забезпечує підведення води до будь-якої точки водоспоживання як мінімум з двох боків, тому, у випадку пошкодження якої-небудь ділянки водопровідної мережі, її можна відключити без припинення подачі води решту споживачам. Кільцеві мережі також мають інші переваги: рівномірніший тиск по всій довжині, зменшується небезпека гідравлічних ударів і замерзання води у трубах, створюється можливість прокладання мережі з труб меншого діаметра. Тому перевагу надають кільцевим мережам.



а – тупикова, б – кільцева

Рисунок 21.1 – Схеми водопровідних мереж

Часто застосовують **комбіновані мережі**, які є поєднанням кільцевої і розгалуженої мереж, якщо до основної кільцевої мережі приєднують декілька відгалужень, які подають воду до окремих водоспоживачів.

Для водопровідних мереж застосовують чавунні, сталеві, азбестоцементні, пластмасові та інші труби.

21.2. Розрахунок технологічної лінії подачі води

21.2.1. Розрахунок водоспоживання

Розраховуючи технологічну лінії водозабезпечення необхідно визначити:

- витрати води;
- об'єм водонапірної башти;
- діаметр труб водопровідної мережі;
- повний гідравлічний напір у системі водопостачання тощо.

Воду на тваринницьких фермах витрачають на напування тварин і виробничо-технічні потреби. *Для розрахунку витрати води враховують вид і кількість тварин та індивідуальні норми водоспоживання.* Визначають також кількість води, яка потрібна для виробничо-технічних потреб і пожежної безпеки тваринницької ферми.

Нормою водоспоживання називають кількість води, що витрачається одним споживачем в одиницю часу (добу).

Норми водоспоживання враховують витрати води на напування тварин, приготування кормів, на виробничі та побутові потреби.

Норми витрат води для напування тварин наведені у таблиці 21.1, на виробничі та побутові потреби – у таблиці 21.2.

Витрата води на фермах дуже нерівномірна як протягом року, так і протягом доби, тому в довідниках зазвичай наводять середньодобові за рік норми водоспоживання.

На основі середньодобових норм споживання і кількості споживачів на фермі визначають добову потребу води, л/доб,

$$Q_{\text{ДОБ}} = \sum_{i=1}^n g_i \cdot m, \quad (21.1)$$

де g_i – середньодобова норма витрат води одним споживачем i -ої групи (таблиці 21.1, 21.2), л.;
 m – кількість споживачів i -ої групи.

Споживання води на фермі розподіляється дуже нерівномірно як протягом року, так і протягом доби. З урахуванням цього для ферми максимальну добову потребу у воді $Q_{\text{ДОБ.max}}$, л/доб, і годинну $Q_{\text{ГОД}}$, л/год, визначають за формулами:

$$Q_{\text{ДОБ.max}} = a_D \cdot Q_{\text{ДОБ}}; \quad (21.2)$$

$$Q_{\text{ГОД}} = \frac{Q_{\text{ДОБ.max}} \cdot a_G}{24}, \quad (21.3)$$

де a_D, a_G – коефіцієнти нерівномірності добового та годинного споживання води, відповідно $a_D = 1,3$, $a_G = 2...2,5$.

Таблиця 21.1 – Норми водоспоживання для тварин

Споживач		Норми споживання на одну тварину, л/доб.		
		за наявності внутрішнього водопроводу	без внутрішнього водопроводу (при ручному способі напування тварин)	на пасовищах
Велика рогата худоба	корови при ручному доїнні	80	70	50
	корови при механізованому доїнні	100	90	50
	корови на відгодівлі	70	60	40
	бики і нетелі	50	45	40
	телята до 6 місяців	20	15	15
	молодняк до 2 років	30	25	25
Коні	робочі, верхові, матки	60		
	лошата старші за 1,5 роки	50		
	племінні матки, які годують	80	75	60
	лошата до 1,5 років	45	40	35
Свині	свиноматки поросні та холості	25	20	-
	свиноматки з приплодом	60	50	-
	поросята на дорощуванні	5	5	-
	молодняк і свині на відгодівлі	15	12	-
Вівці і кози	дорослі	10	8	6
	молодняк	3	2	2
Птахи	кури, індики	1	1	-
	гуси, качки	1,25	1,25	-
Звірі	кролики усіх вікових груп	3	3	7
	лисиці і песці	7	7	-
	норки та соболі	3	3	-

Таблиця 21.2 – Норми витрат води іншими споживачами

Вид споживання		Середньодобова норма
Молочне відділення	охолодження молока на 1 л	3
	миття посуду на фермах, на 1 л молока	0,5
Кормоцех	миття коренеплодів, на 1 кг кормів	0,5...1,0
	зволоження соломяної різки перед запарювання, на 1 кг	1,0...1,5
	осолоджування, дріжджування, на 1 кг	1,5...2,0
	приготування густих мішанок для свиней і птиці, на 1 кг	0,75...1,0
	приготування сінного настою, на 1 кг	5,0...7,0
	щомісячне миття підлоги з брандспойта, на 1 м ²	3,0...5,0
	щомісячне миття обладнання з брандспойта, на одну машину	50
	живлення парового котла, на 1 м ² поверхні нагрівання, л/год	25...30
Забійні пункти	на голову великої рогатої худоби	300
	на голову дрібної худоби	100
Мийні пункти	на один трактор	120...150
	на один автомобіль	140...200
Гаражі з водопродом	на один мотоцикл	25
	на один автобус	700...1000
	на один легковий автомобіль	500...600
Комунальні потреби	баня, на одну особу	150
	громадська їдальня, на одного відвідувача	15
	контора, на одного службовця	20
	душ, на одну особу	40
	поливання вулиць і зелених насаджень, на 1 м ²	1,5

21.2.2. Розрахунок водопровідної мережі

Для зручності виконання розрахунків водопровідну мережу на плані поділяють на окремі ділянки відповідно до пунктів споживання води (рисунок 21.2). Початкові і кінцеві точки (вузли) ділянок позначають номерами, встановлюють їх довжину.

Розрахунок водопровідної мережі починають з найвіддаленіших від насоса та водонапірної споруди ділянок і вузлів.

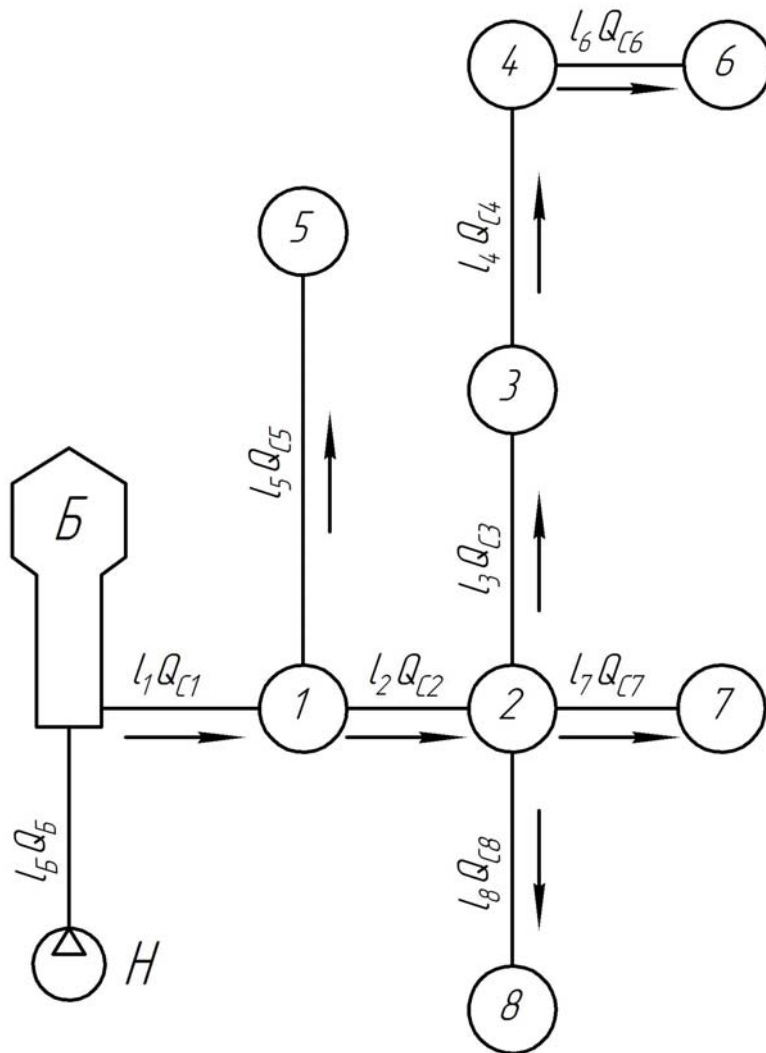


Рисунок 21.2 – Розрахункова схема тупикової системи водопостачання (Б – водонапірна споруда; Н – насосна станція)

Необхідну подачу води за секунду, $\text{м}^3/\text{с}$, визначають за формулою

$$Q_{Ci} = \frac{a_D \cdot a_\Gamma \cdot \sum g_i \cdot m_i}{24 \cdot 3600} \quad (21.4)$$

У подальшому визначають діаметр труб на відповідній ділянці, м,

$$d_{TP} = 2 \cdot \sqrt{\frac{Q_{Ci}}{\pi \cdot V_B}}, \quad (21.5)$$

- де Q_{Ci} – розрахункова подача води за секунду на певній ділянці, м³/с;
 V_B – швидкість води в мережі (для зовнішньої мережі з діаметром труб до 300 мм приймають $V_{B.3} = 0,4 \dots 1,25$ м/с, для внутрішніх трубопроводів $V_{B.B} = 1 \dots 1,75$ м/с.

За отриманими розрахунками підбирають найближчий більший діаметр труб із стандартних розмірів.

Орієнтовні діаметри водопровідних мереж також можна приймати за розрахунковою подачею води за секунду (таблиця 21.3).

Таблиця 21.3 – Рекомендовані діаметри труб та швидкість води

Подача води, л/с	0,75...1,5	1,5...2	2...4	4...8	8...12	12...20	20...30
d_{TP} , мм	40	50	80	100	125	150	200
V_B , м/с	0,3...0,4	0,4...0,5	0,5...0,6	0,6...0,7	0,7...0,8	0,8...0,9	1,0...1,2

З наближенням споживачів до водонапірної споруди та насоса зростає транзитна подача води на ділянках до наступних об'єктів водоспоживання. Це спричинює відповідне збільшення діаметра трубопроводу.

21.2.3. Розрахунок водонапірної споруди

Споживання води на фермі протягом доби відбувається нерівномірно: то помірно зростає, то значно зменшується. Для узгодження роботи насосних станцій з нерівномірним режимом витрат води в системі водопостачання встановлюють *спеціальні водонапірні споруди*. Вони створюють необхідний запас води і цим підтримують сталий режим роботи водорозбірних пристроїв у період зупинки насоса, під час усунення аварій, гасіння пожеж тощо.

Найсучаснішими водонапірними спорудами для тваринницьких підприємств є суцільнометалеві збірно-блокові башти. Ці споруди мають просту конструкцію, зручні в експлуатації, надійні в роботі.

Для водопостачання тваринницьких ферм найбільш широко застосовують безшатові водонапірні башти конструкції А.А. Рожновського об'ємом 15, 25, 50 і 75 м³.

Загальну місткість резервуара водонапірної башти, м³, розраховують за формулою

$$V_B = V_{рег} + V_{прот} + V_{ав}, \quad (21.6)$$

де $V_{рег}$ – робочий або регулюючий об'єм резервуара, м³;

$V_{прот}$ – протипожежний запас води, м³;

$V_{ав}$ – аварійний запас резервуара, м³.

Регулювальна місткість бака $V_{рег}$, м³, залежить від:

- величини максимальної добової потреби води;
- характеру витрачання води в різні години доби;
- режиму роботи насосної станції.

Регулювальну місткість бака, м³, можна визначити наближено розрахунковим шляхом залежно від середньодобової потреби у воді

$$V_{рег} = (0,15...0,3) Q_{ДОБ}. \quad (21.7)$$

Щоб забезпечити запас води, який виключив би можливість повного спорожнення резервуара бака у пікові години, вибрану регулювальну місткість необхідно збільшити на 2...3 %.

Аварійний запас води, м³, приймають з розрахунку вимушеної зупинки насосної станції для усунення можливих неполадок протягом 2...4 годин

$$V_{ав} = (2...4) Q_{ГОД.макс}. \quad (21.8)$$

У водонапірній башті рекомендується мати протипожежний запас води, $V_{прот}$ (з розрахунку на 10...15 хв гасіння пожежі за витрати води 10...12 л/с) до 9 м³

$$V_{прот} = 60 t_n \cdot Q_n, \quad (21.9)$$

де t_n – час гасіння пожежі, хв.;
 Q_n – витрата води під час гасіння пожежі, л/с.

Висота водонапірної башти повинна бути такою, щоб забезпечити подачу води до найвіддаленішого від неї і найвище розміщеного пункту споживача води, який називають **диктуючою точкою**. У цій точці потрібно підтримувати достатній **вільний напір** H_B .

Відповідно до діючих норм і правил (СНиП) мінімальний вільний напір для одноповерхової забудови приміщень приймають рівним 10 м, для двоповерхової – 12 м, для багатоповерхової на кожному поверх додають по 4 м.

Необхідну висоту водонапірної башти, м, визначають так

$$H_B = H_B + h_H + (h_D - h_B), \quad (21.10)$$

де H_B – вільний напір найвіддаленішого і найвище розташованого споживача, м;
 h_H – загальні втрати тиску в трубопроводі на ділянці від башти до диктуючої точки, м;
 $(h_D - h_B)$ – різниця геодезичних позначок землі у місці розміщення диктуючої точки та башти, м.

Втрати напору h_H , м, – це сума втрат на подолання тертя вздовж трубопроводу h_T та місцевих опорів h_{op}

$$h_H = h_T + h_{op}. \quad (21.11)$$

Втрати напору на подолання тертя h_T в трубопроводі круглого перерізу залежать від діаметра і довжини трубопроводу L_{TP} , а також від швидкості V_B води в ньому

$$h_T = \lambda \cdot \frac{V_B^2 \cdot L_{TP}}{2g \cdot d_{TP}}, \quad (21.12)$$

де λ – коефіцієнт гідравлічного опору. Для чавунних та сталевих труб $\lambda = 0,02$, для азбестоцементних $\lambda = 0,025$;
 V_B – рекомендована швидкість води в трубопроводі залежно від діаметра труби (таблиця 21.3);

- g – прискорення вільного падіння, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$;
 L_{TP} – сумарна довжина трубопроводів, м.

$$L_{TP} = \sum l_i, \quad (21.13)$$

де l_i – довжина відповідних ділянок трубопроводів (рисунок 21.2).

Втрати напору в місцевих опорах h_{op} для трубопроводів значної довжини можна не розраховувати. Достатньо збільшити втрати напору на подолання тертя в трубопроводі на 3...5 % для зовнішніх та на 5...10 % для внутрішніх водопровідних мереж.

Під час розрахунку коротких трубопроводів (наприклад, всмоктувальна лінія насоса) необхідно визначити втрати в місцевих опорах відповідно до конкретної монтажної схеми водопровідної мережі. Виконують це за формулою

$$h_{op} = \frac{V_B^2 \cdot L_{TP}}{2g} \cdot \sum \varepsilon_{op.i} \cdot n_{op.i}, \quad (21.14)$$

де $\varepsilon_{op.i}$ – коефіцієнт місцевого опору, який залежить від виду опору (таблиця 21.4);

$n_{op.i}$ – кількість місцевих опорів.

За розрахованим загальним об'ємом резервуара водонапірної споруди та за розрахунковою необхідною висотою водонапірної башти вибирають необхідну марку башти до найближчої за стандартом (таблиця 21.5).

Таблиця 21.4 – Значення коефіцієнтів місцевих опорів

Вид місцевого опору	Коефіцієнт $\varepsilon_{op.i}$
Засувка повністю відкрита	0,1
Засувка напіввідкрита	2,0
Вентиль	3...5
Кран	5...7
Трійник	1,5
Різкий поворот труби під кутом близьким до 90°	1,25...1,5
Плавний заокруглений поворот (коліно) на 90°	0,5
Вихід труби в місткість великого розміру	1,0
Зворотний клапан	5...10
Приймальний клапан	1...3

Таблиця 21.5 – Технічні характеристики збірно-блокових водонапірних башт

Показник	Марка		
	БР-15У	БР-25У	БР-50У
Повна місткість башти, м ³	29	53	104
Місткість резервуара, м ³	15	25	50
Об'єм води в колоні, м ³	14	18	54
Висота до дна бака, м	12	15	18
Діаметр бака, м	3,0	3,0	3,0
Діаметр колони, м	1,2	1,2	2,0
Маса, кг	3160	4810	7960

21.2.4. Вибір водопідіймального обладнання

Під час вибору *водопідіймального обладнання (насоса)* враховують фактори, що характеризують особливості експлуатації систем водопостачання сільськогосподарського призначення:

- вид, глибину залягання і дебіт джерела води;
- тип і розміри водозапірних пристроїв;
- можливості енергозабезпечення та автоматизації;
- якість води і характер водоспоживання.

Основне завдання насоса – це забезпечення у системі водопостачання необхідних подачі води та тиску. При значних об'ємах подачі води досить важливим є коефіцієнт корисної дії (к.к.д.) насоса, оскільки від цього залежать експлуатаційні витрати. Для установок низької продуктивності з невеликими витратами енергії к.к.д. менш суттєвий.

Для подачі води з поверхневих джерел, проміжних резервуарів, а також шахтних колодязів чи бурових свердловин при динамічному рівні води в них не глибше 6 м від поверхні землі застосовують *відцентрові насоси* звичайного виконання (з горизонтальним положенням вала). У тих випадках, коли вода в джерелі не містить абразивних домішок, витрати її відносно невеликі, а за умовами експлуатації воду потрібно подавати на значну висоту, використовують *вихрові насоси*.

Для подачі води з глибини 10 м і більше застосовують *водопідіймальні установки*, які опускають у колодязь або свердловину: заглибні відцентрові, водоструминні, гвинтові та повітряні ерліфти. Три останні варіанти використовують для подачі води, в складі якої є значна кількість (понад 0,01 % за масою) абразивних домішок.

Необхідну продуктивність водопідіймального обладнання, м³/год., визначають за максимальними витратами води на фермі

$$Q_{п.о} = \frac{Q_{ДОБ.маx}}{T_H}, \quad (21.15)$$

де T_H – тривалість роботи насоса протягом доби. Рекомендується приймати не більше 14...16 год.

Повний напір $H_{п}$, м, у системі складається з геометричної висоти підйому води та сумарних втрат напору на подолання опору у всмоктувальному і нагнітальному трубопроводах (рисунок 21.3).

$$H_{п} = H_{Г} + h_{\Sigma}, \quad (21.16)$$

де $H_{Г}$ – відстань по вертикалі від місця забирання (нижній рівень води в джерелі) до верхнього рівня води у башті, м.вод.ст, (геометричний напір);

h_{Σ} – сумарні втрати напору в трубопроводах, м.

Сумарні втрати напору в трубопроводах визначають за формулами (21.12 - 21.14).

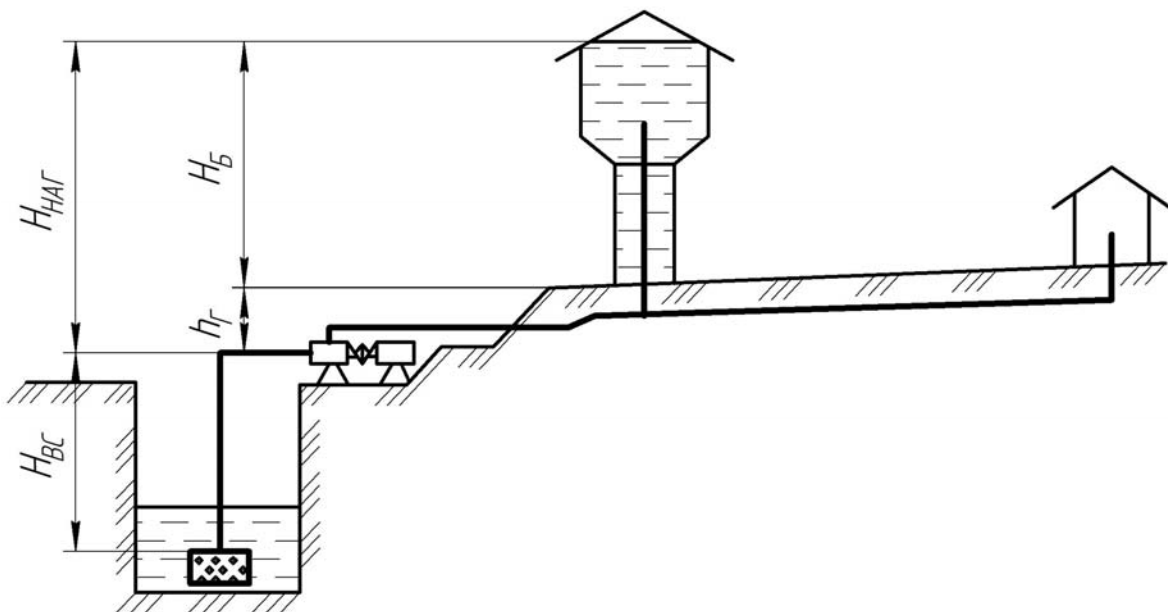


Рисунок 21.3 – Схема для визначення розрахункового напору насоса

Геометрична висота подачі, м, при незмінних рівнях засмоктування та нагнітання води залишається постійною і не залежить від продуктивності насоса. Відповідно до рисунка 21.3 вона становить

$$H_{\Gamma} = H_{BC} + H_{НАГ}, \quad (21.17)$$

де H_{BC} – висота всмоктування, м;

$H_{НАГ}$ – висота нагнітання, м.

Висота всмоктування, H_{BC} – це відстань від динамічного рівня води в джерелі до осі водяного насоса (рисунок 21.3).

Висоту нагнітання, м, визначають за формулою

$$H_{НАГ} = h_{\Gamma} + H_{Б}, \quad (21.18)$$

де h_{Γ} – геодезична різниця висот місць встановлення башти і насоса, м.

Відповідно до визначеної продуктивності, розрахункового напору та характеристики джерела за технічними даними (таблиця 21.6) **вибирають необхідний насос.**

За необхідності збільшення подачі води або при значних змінах її залежно від графіка водоспоживання можна встановлювати кілька насосів, які працюють паралельно на одну мережу. При цьому враховують, що кількість насосів не призводить до пропорційного підвищення продуктивності. Це пояснюється тим, що із збільшенням подачі води втрати напору на подолання опору в трубопроводі (дивись рівняння 21.9) також зростають і тому продуктивність сумісно працюючого насоса дещо знижується порівняно з його автономною роботою із тією ж водопровідною мережею.

Якщо можливості насоса щодо створюваного ним напору недостатні для конкретних умов експлуатації, то у водопровідну мережу послідовно включають кілька насосів. Для цього нагнітальний патрубок одного насоса з'єднують із всмоктувальним патрубком наступного. У цьому разі загальний напір складається із суми напорів кожного з послідовно працюючих насосів.

Розрахункову потужність, кВт, приводу водяного насоса, визначають за формулою

$$N_{\text{ПР}} = \frac{Q_{\text{Н}} \cdot H_{\text{П}}}{\eta_{\text{Н}} \cdot \eta_{\text{тр}}}, \quad (21.19)$$

де $H_{\text{П}}$ – повний напір, який потрібно створити у водопровідній системі, кПа;

$\eta_{\text{Н}}$ – коефіцієнт корисної дії насоса;

$\eta_{\text{тр}}$ – коефіцієнт корисної дії трансмісії.

Потужність електродвигуна, кВт, приймають з урахуванням коефіцієнта запасу

$$N_{ДВ} = k_3 \cdot N_{ПР}. \quad (21.20)$$

Коефіцієнт запасу вибирають залежно від потужності двигуна:
до 0,7 кВт – $k_3 = 2$; 0,7...1,5 кВт – $k_3 = 1,5$; 1,5...3,5 кВт – $k_3 = 1,2$;
3,5...35 кВт – $k_3 = 1,15$; понад 35 кВт – $k_3 = 1,1$.

Таблиця 21.6 – Технічні характеристики водопідіймального обладнання

Заглиблені відцентрові насоси

Марка	Подача, м ³	Повний напір, МПа	Частота обертання робочого колеса, хв ⁻¹	Потужність електро-двигуна, кВт	Внутрішній діаметр, мм		Кількість робочих коліс
					свердловини	напірного патрубку	
ЗЦВ4-2-10	1,6...2,7	0,46...0,33	2775	0,75	100	32	14
ЗЦВ4-1,6-65	1,2...2,7	0,74...0,45	2775	0,75	100	32	13
ЗЦВ6-7,2-75	6,0...9,5	0,90...0,64	2880	2,5	150	50	10
ЗЦВ6-7.2-120	6,0...9,5	0,14...0,98	2835	4,5	150	50	16
6АПВ 9x7	6,0...10	0,52...0,33	2950	2,5	150	40	7
6АПВ 9x12	5,0...10	0,90...0,53	2950	4,0	150	40	12
ЗПЛ-6	13,0...23	0,86...0,54	2900	7,5	150	60	10
ЗПН6-16-50	16,0	0,75	2880	5,5	150	50	9

Водоструминні установки

Марка	Номер установки	Марка відцентрового насоса	Потужність електро-двигуна, кВт	Напір над віссю насоса, МПа	Подача насоса, м ³ /год	Глибина підняття води, м
ВН-2-8	1	2К-6	4,5	0,20	16,0...5,2	8...28
	2	2К-66	4,5	0,20	11,0...3,6	15...28
	3	3К-9	7,0	0,25	14,0...3,8	17...33
	4	3К-9	7,0	0,25	10,0...3,8	26...41
ВН-2Ц-6	1	ЦДС-2	7,0	0,50	14,4...8,6	15...30
	2	ЦДС-3	10,0	0,50	10,8...7,2	30...50
	4	ОДС-4	14,0	0,50	10,4...6,8	50...75

Закінчення таблиці 21.6

Відцентрові насоси

Марка	Подача, м ³	Повний напір, МПа	Частота обертання хв ⁻¹	Потужність електродвигуна, кВт	ККД насоса, %	Допустима висота всмоктування, м
1,5К-6	6	0,203	2900	1,5	44,0	6,6
	11	0,174		0,9	55,5	6,7
	14	0,140		1,0	53,0	6,0
2К-6	10	0,345	2900	4,5	50,6	8,7
	20	0,308			64,0	7,2
	30	0,240			63,5	5,7
2К-6А	10	0,220	2900	2,8	54,9	8,7
	20	0,225			65,6	7,2
	30	0,200			64,1	5,7
2К-6Б	10	0,220	2900	2,8	54,9	8,7
	20	0,188			65,0	7,2
	25	0,164			64,0	6,6
2К-9	11	0,210	2900	2,8	56,0	8,0
	20	0,185			58,0	6,8
	22	0,175			66,0	6,4
2К-9А	10	0,168	2900	1,5	54,0	8,1
	17	0,150			65,0	7,3
	21	0,132			63,0	6,0
2К-9Б	10	0,130	2900	1,5	51,0	8,1
	15	0,120			60,0	7,0
	20	0,103			62,0	6,8
3К-9	30	0,348	2900	7,0	62,0	7,0
	45	0,310			71,0	6,0
	54	0,270			71,5	2,1
3К-9А	25	0,242	2900	4,5	62,5	7,0
	35	0,225			70,0	6,9
	45	0,195			71,0	6,0

Вихрові насоси

Марка	Подача, м ³ /год	Повний напір, МПа	Частота обертання робочого колеса, хв ⁻¹	Потужність електро- двигуна, кВт	ККД насоса, %	Допустима висота всмоктування, м
ВК-1/16	1,1...3,7	0,160	1490	1,5	25	6
ВК-2/26	2,7...8	0,260	1490	2,2...4	30	5
ВК-7/24	5,7...15,3	0,240	1490	5,5...7,5	36	4
ВК-5/24	8,5...18,4	0,240	1490	5,5...10	35	3,5

Самостійна робота на тему:

МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТВАРИННИЦЬКИХ ФЕРМ І КОМПЛЕКСІВ ТА РОЗПОДІЛЕННЯ ВОДИ

Мета роботи: вивчити можливі джерела водопостачання, механізацію підйому і розподілення води, водозабірні споруди, водопідйомники, насосні станції, напірно-регулювальні споруди і водопроводи; вивчити правила експлуатації та техніки безпеки обладнання для водопостачання.

Матеріальне забезпечення: стенди і плакати з механізації водопостачання тваринницьких ферм і комплексів; типові проекти ферм; технічна документація; інструкції з експлуатації обладнання для водопостачання ферм; інструкції з техніки безпеки та охорони праці; відеоматеріали.

План роботи

1. Вивчити вимоги до якості води та джерел водопостачання тваринницьких ферм і комплексів.
2. Вивчити засоби механізації забору та підйому води.
3. Вивчити будову насосних станцій та напірно-регулювальних споруд.
4. Вивчити схеми водопровідних мереж та облаштування водопроводів на фермах.

Порядок роботи

Вивчають вимоги до якості води, джерел водопостачання, норми водопостачання різних груп тварин.

Вивчають засоби механізації підйому води (насоси, водопідіймальні установки).

Вивчають системи водопостачання тваринницьких ферм і пасовищ.

Вивчають обладнання, необхідне для забору води з джерела, створення напору, регулювання витрат, транспортування до місця споживання (конструктивне зображення деяких з них наведені на рисунках С52, С53).

Вивчають призначення, будову і принцип роботи відцентрових і вихрових насосів для подачі води, водопідіймальних установок різних типів, водонапірних башт (конструктивне зображення деяких з них наведені на рисунках С52, С53).

Складають технологічні схеми роботи насосів, водопідіймальних установок різних типів, водонапірних башт.

Вивчають будову насосних станцій, напірно-регулювальних споруд.



Безшатрова водонапірна башта конструкції Рожновського А.А.



Насос свердловинний



Шиберна засувка з електроурухомником



Насосна станція

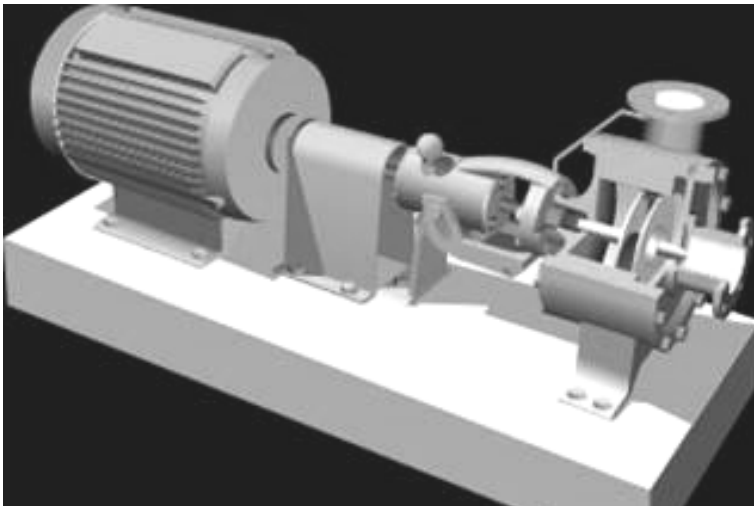


Типова засувка



Пружинний запобіжний клапан

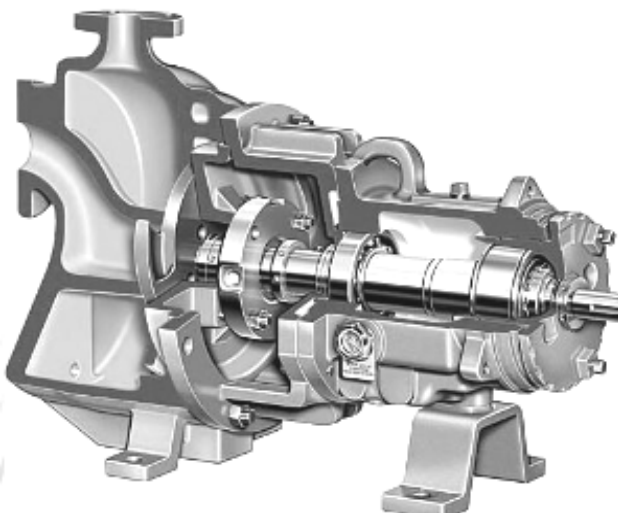
Рисунок С52 – Обладнання для водопостачання ферм



Типова схема відцентрового насоса для подавання води



Відцентровий насос



Вихровий насос



Кульовий кран



Зворотний клапан



Водорозбірний кран



Таймер подачі води

Рисунок С53 – Обладнання для водопостачання ферм

Вивчають будову і схеми зовнішніх та внутрішніх водопроводів на фермах і комплексах. Вивчають потребу у воді тваринницьких ферм і комплексів.

Результати виконання самостійної роботи

1. Навести схему водопостачання тваринницької ферми.
2. Скласти технічну характеристику насосів, водопідіймальних установок.
3. Навести методику розрахунку потреби ферми у воді.
4. Зобразити схему відцентрового насоса.

Контрольні запитання

1. Які вимоги до якості води для постачання тваринницьких ферм і комплексів?
2. Як вибрати джерело водопостачання тваринницької ферми?
3. Назвіть типи насосів і водопідіймальних установок.
4. Поясніть будову і принцип роботи насосів і водопідіймальних установок.
5. Поясніть будову і принцип роботи насосних станцій і напірно-регулювальних споруд.
6. Як визначають добову і годинну потребу ферми у воді?

Самостійна робота на тему:

МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ НАПУВАННЯ ТВАРИН І ПТИЦІ

Мета роботи: вивчити будову, принцип роботи, регулювання, правила експлуатації та техніки безпеки машин та обладнання для напування тварин і птиці.

Матеріальне забезпечення: напувалки ПА-1А, АП-1А, АКГ-4Б, ПСС-1, ПСБ-1А, ПБП-1А; навчальні плакати; технічна документація; інструкції з експлуатації; набір ключів; відеоматеріали.

План роботи

1. Вивчити будову стаціонарних і пересувних автонапувалок для тварин і птиці.
2. Вивчити принцип роботи стаціонарних і пересувних автонапувалок для тварин і птиці.
3. Вивчити особливості монтажу напувалок для тварин і птиці залежно від способів їх утримання.
4. Скласти технологічну схему автонапувалки (за вибором).
5. Вивчити конструкції і технічні характеристики автонапувалок для тварин і птиці закордонного виробництва.
6. Вивчити технічні параметри автонапувалок для тварин і птиці.

Порядок роботи

Вивчають будову стаціонарних, пересувних та автоматичних напувалок для великої рогатої худоби, свиней, птиці, конструктивне зображення деяких з них наведені на рисунках С54-С56.

Вивчають принцип роботи клапанних, поплавкових і вакуумних напувалок і будову вузлів цього обладнання та їх взаємодію.

Вивчають конструктивні особливості під час монтажу обладнання для напування пов'язані з фізіологічними особливостями тварин і птиці та способами їх утримання.

Складають схему водопостачання ферми (за вибором) і технологічну схему автоматичної напувалки (обов'язково вказати основні вузли і деталі).

Дають коротку характеристику обладнання для напування тварин і птиці (кількість обслуговуваного поголів'я, кількість місць напування, кількість обслуговуючого персоналу, об'єм чаші, габаритні розміри).



Напувалки для ВРХ з підгрівом



Ізольована двокамерна напувалка для ВРХ



Незамерзаюча напувалка для ВРХ



«Кормомама» – регульоване впоювання телят



Напувалка чашкова



Групова напувалка для ВРХ

Рисунок С54 – Напувалки для ВРХ



Рисунок С55 – Ніпельні напувалки для свиней



Ніпельні напувалки для птиці



Рисунок С56 – Напувалки для птиці

Результати виконання самостійної роботи

1. Скласти схему системи водопостачання тваринницької ферми (за вибором).
2. Описати обладнання, яке входить у систему механізованого водопостачання пасовищ.
3. Скласти технологічні схеми клапанної, поплавкової і вакуумної автоматичних напувалок.
4. Описати принцип роботи автоматичних напувалок АКГ-4Б, ПА-1А, ПБО-1А.
5. Описати будову пересувної автонапувалки ВУК-3.
6. Скласти коротку технічну характеристику (у вигляді таблиці) вивченого обладнання для напування тварин і птиці.

Контрольні запитання

1. Які елементи входять у будову водопроводу тваринницької ферми?
2. Які є схеми водопостачання тваринницької ферми (комплексу)?
3. Наведіть класифікацію напувалок для тварин і птиці.
4. Яке обладнання входить у водонапувальний пункт?
5. Поясніть будову автонапувалок для тварин і птиці.
6. Які автонапувалки використовують під час прив'язаного і безприв'язного утримання великої рогатої худоби?
7. Як регулюють температурний режим автонапувалки АКГ-4Б?
8. Які відмінності пересувної автонапувалки ВУК-3 від водороздавальника ВУ-3А.
9. На якій висоті встановлюють автонапувалки?

Самостійна робота на тему:

МЕХАНІЗАЦІЯ СТРИЖЕННЯ ОВЕЦЬ

Мета роботи: вивчити прийоми стриження овець; вивчити будову і принцип роботи стригальних машинок; вивчити будову і принцип роботи транспортерів, пресів, стригальних пунктів; вивчити правила експлуатації та техніки безпеки обладнання для стриження овець.

Матеріальне забезпечення: стригальні машинки МСО-77Б і МСУ-200; фрагменти та вузли обладнання для стриження овець; інструкції з експлуатації; технічна документація; комплект ключів та інструментів; відеоматеріали.

План роботи

1. Вивчити технологію і прийоми стриження овець, обладнання та пристосування для фіксування ніг овець УФО-2-1; обладнання для визначення кількості отриманої вовни ГПОШ-2М, ЦС-53Б; обладнання для купання овець.
2. Вивчити будову і принцип роботи стригальних машинок МСО-77Б, МСУ-200. Описати їх переваги та особливості конструкцій.
3. Вивчити будову і роботу транспортера ТШ-0,5, гідропреса ПТШ-1Б, класифікатора вовни СКМ-200.
4. Вивчити призначення, будову і принцип роботи стригальних агрегатів ЕСА-1, ЕСА-12Г, ЕСА-12200 та обладнання стригальних цехів і пунктів.
5. Виконати кінематичну схему стригальної машинки МСО-77Б.
6. Виконати принципову схему машини МСУ-200 та агрегата ЕСА-12Г.
7. Вивчити конструкції і технічні характеристики стригальних машинок та агрегатів закордонного виробництва.
8. Навести технічні характеристики стригальних машинок та агрегатів.
9. Виконати розрахункову частину роботи.

Порядок роботи

Вивчають технологію і прийоми стриження овець (рисунки С.57-С58). Вивчають переваги механізованого стриження овець перед ручним.

Вивчають зоотехнічні вимоги, які ставлять до обладнання для стриження овець.

Вивчають будову і принцип роботи стригальних машинок, пунктів та агрегатів (рисунок С59-С60).

Вивчають прийоми швидкісного стриження овець.

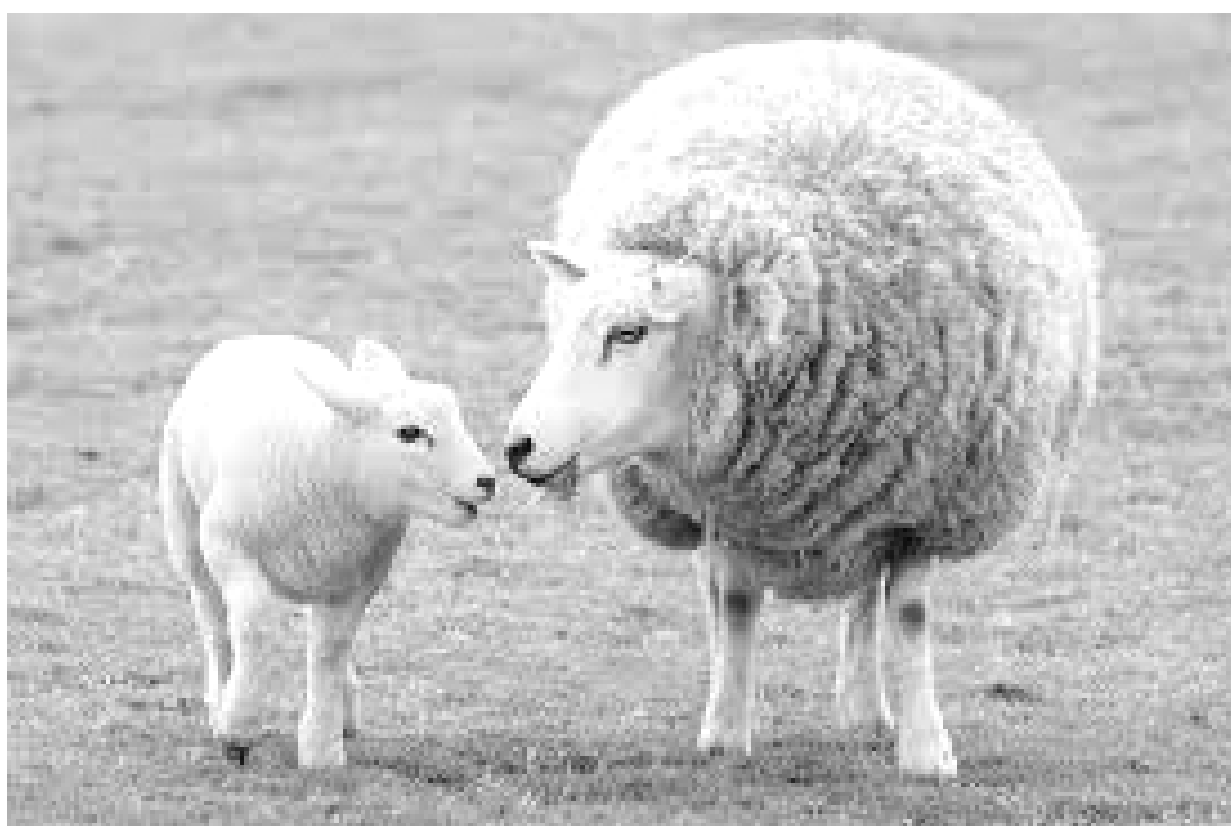
Вивчають регулювання стригальних машинок, правила їх експлуатації та технічні безпеки.



Рисунок С57 – Стриження овець



Стриження овечки



Вівці до і після стриження

Рисунок С58



Рисунок С59 – Стригальні машинки

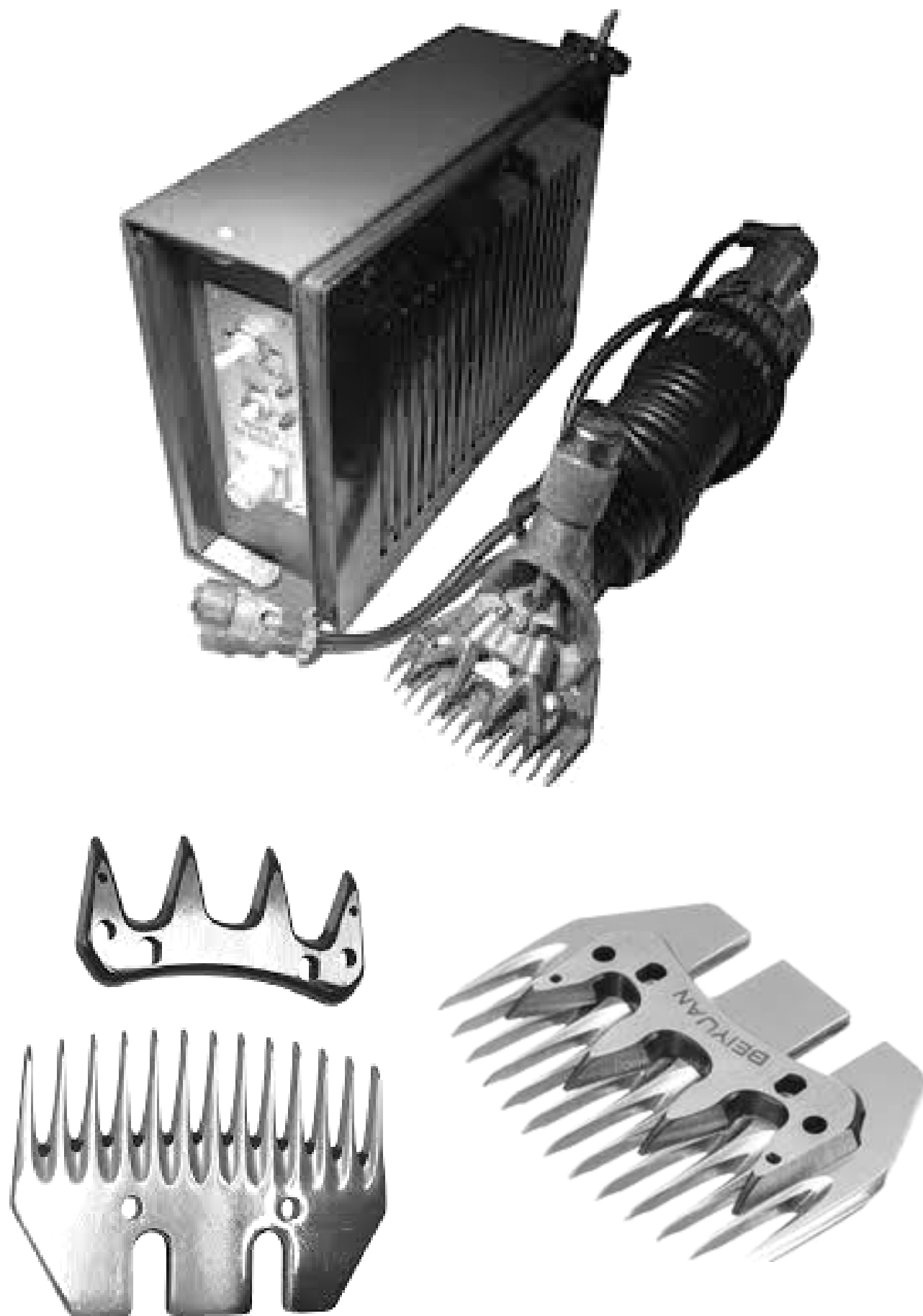


Рисунок С60 – Стригальна машинка і ножі

Вивчають правила експлуатації та догляду за стригальними машинками та обладнанням, організацію машинного стриження овець; сортування і упакування вовни.

Складають технічну характеристику стригальних машинок та обладнання (у вигляді таблиці), вибираючи кращі моделі.

Визначають продуктивність електростригального агрегата для умови, наведеної у задачі.

Розв'язати задачу

Дано: електростригальний агрегат ЕСА-1Д.

Визначити годинну продуктивність агрегату Q_G і порівняти її з паспортною Q_P .

Годинну продуктивність агрегату, гол/год, визначають за формулою

$$Q_G = \frac{K_H \cdot 3600}{T_{B1}}, \quad (72)$$

де K_H – коефіцієнт годинної нерівномірності, $K_H = 0,7 \dots 0,92$;

T_{B1} – загальний час обробки однієї вівці, с.

Загальний час обробки однієї вівці, с, визначають за формулою

$$T_{B1} = t_{C1} + t_D + \beta \cdot t_{TO}, \quad (73)$$

де t_{C1} – час підстригання вівці, $t_{C1} = 100 \dots 500$ с;

t_D – витрати часу на виконання допоміжних операцій,
 $t_D = 44 \dots 66$ с;

β – коефіцієнт, що враховує стійкість різальної пари стригальної машинки, $\beta = 0,4 \dots 0,7$;

t_{TO} – час технічного обслуговування машинки МСО-77Б,
 $t_{TO} = 55 \dots 77$ с.

Час обстригання однієї вівці, с, визначають за формулою

$$t_{C1} = \frac{S_{B1}}{60 \alpha_3 \cdot b_M \cdot V_M} + t_{XX}, \quad (74)$$

де S_{B1} – обстрижена площа тіла вівці (залежно від породи вівці),
 $S_{B1} = 0,5 \dots 0,8$ м²;

α_3 – коефіцієнт захвату машинки, $\alpha_3 = 0,6 \dots 0,95$;

- b_M – захват стригальної машинки МСО-77Б, $b_M = 76,8$ мм;
 V_M – швидкість стригальної подачі машинки, $V_M = 0,47...0,63$ м/с;
 t_{XX} – витрати часу на холості ходи, $t_{XX} = 45...100$ с.

Паспортна продуктивність агрегату ЕСА-1Д становить від 4 до 10 овець за годину.

Проаналізувати отримані результати продуктивності стригального агрегата ЕСА-1Д.

Запропонувати рекомендації щодо підвищення продуктивності агрегата.

Результати виконання самостійної роботи

1. Описати прийоми стрижень овець.
2. Описати переваги та конструктивні особливості стригальних машинок.
3. Описати загальну будову стригальних машин МСУ-200, МСО-77Б та агрегата ЕСА-12Г.
4. Зобразити кінематичну схему стригальної машинки МСО-77Б.
5. Навести технічні характеристики стригальних машин та агрегатів (у вигляді таблиці).
6. Розв'язати задачу.

Контрольні запитання

1. Які переваги механізованого стрижень овець перед ручним?
2. Пояснити будову, принцип роботи та регулювання стригальних машинок (МСО-77Б, МСУ-200, ЕСА-12Г).
3. Пояснити будову, принцип роботи та переваги стригальних пунктів та вузлів.
4. Яке обладнання використовують для зважування, класифікування та пересування вовни?
5. Пояснити призначення та будову купелі та обладнання для купання овець.

Практична робота № 22

ЗАГАЛЬНА БУДОВА ТВАРИННИЦЬКИХ І ПТАХІВНИЧИХ ФЕРМ І КОМПЛЕКСІВ

Мета роботи: вивчити вимоги до планування та забудови тваринницьких і птахівничих ферм і комплексів.

Матеріальне забезпечення: фрагменти, макети та стенди тваринницьких і птахівничих ферм і комплексів; типові проекти тваринницьких і птахівничих ферм і комплексів; технічна документація; плакати; інструкції з техніки безпеки та охорони праці; відеоматеріали.

План роботи

1. Вивчити вимоги, які ставлять до вибору ділянок для забудови тваринницьких і птахівничих ферм і комплексів.
2. Встановити санітарні, ветеринарні та протипожежні розриви між основними та допоміжними спорудами ферм і комплексів, взаємозв'язок між ними.
3. Вивчити планування і розміщення споруд на генеральних планах тваринницьких ферм і комплексів.
4. Вивчити номенклатуру необхідних споруд на тваринницьких і птахівничих фермах і комплексах.
5. Вивчити схему розміщення споруд на території ферми (за вказівкою викладача).

Порядок роботи

Встановлюють: зоотехнічні та санітарні вимоги, які ставлять до тваринницьких і птахівничих ферм і комплексів; вимоги до вибору ділянки для забудови ферми; вимоги до розміщення споруд і будівель на плані.

Вивчають: види тваринницьких і птахівничих ферм і комплексів (рисунки 22.1-22.8), їх класифікацію; типові варіанти планування та розміщення обладнання і машин у приміщеннях та спорудах ферм і комплексів (рисунки 22.9-22.32); розриви між спорудами і будівлями на фермах і комплексах, їх призначення та взаємний зв'язок; технологічний та зоотехнічний процеси на фермах і комплексах.

Вивчають вплив способів утримання тварин і птиці на продуктивність поголів'я.

Вивчають ефективність передових технологій утримання тварин і птиці на вибір машин та обладнання.

Креслять генплан тваринницької ферми або комплексу (на вибір) і наводять його характеристику.

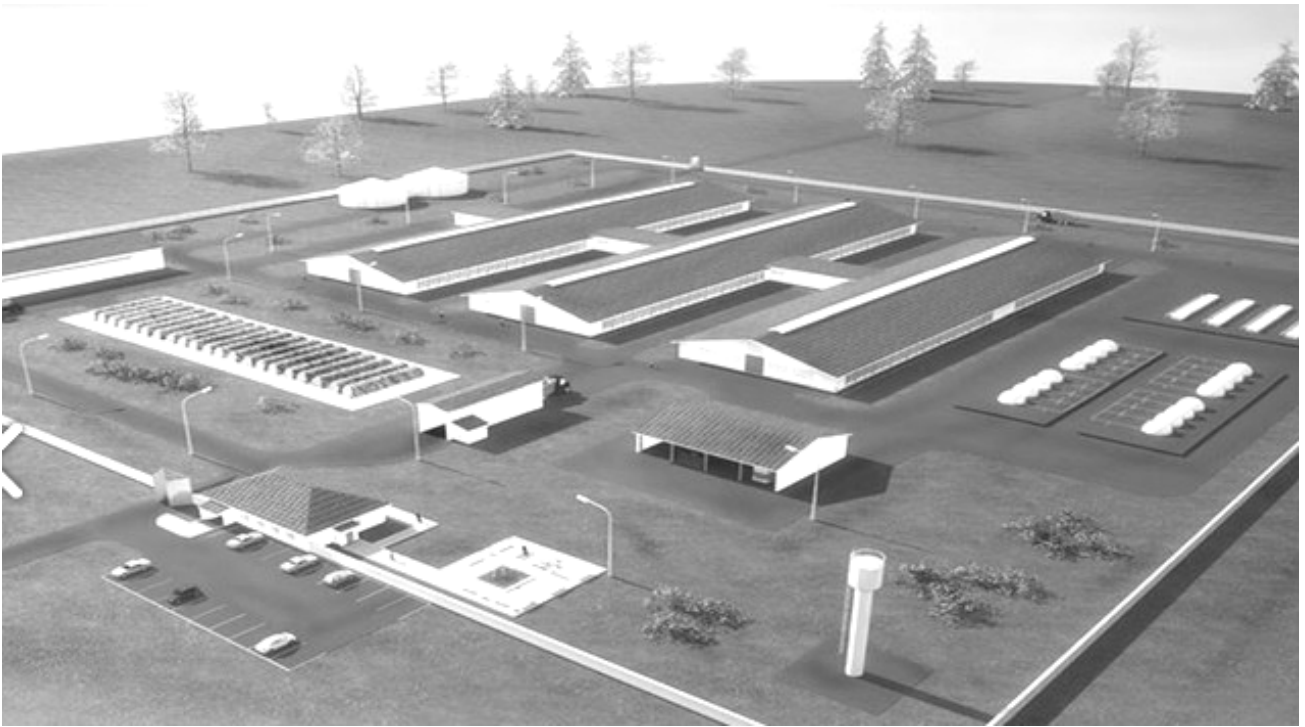


Рисунок 22.1 – Загальний вигляд тваринницьких ферм (ВРХ)



Рисунок 22.2 – Загальний вигляд корівника



Рисунок 22.3 – Розміщення будівель на території тваринницьких ферм і комплексів

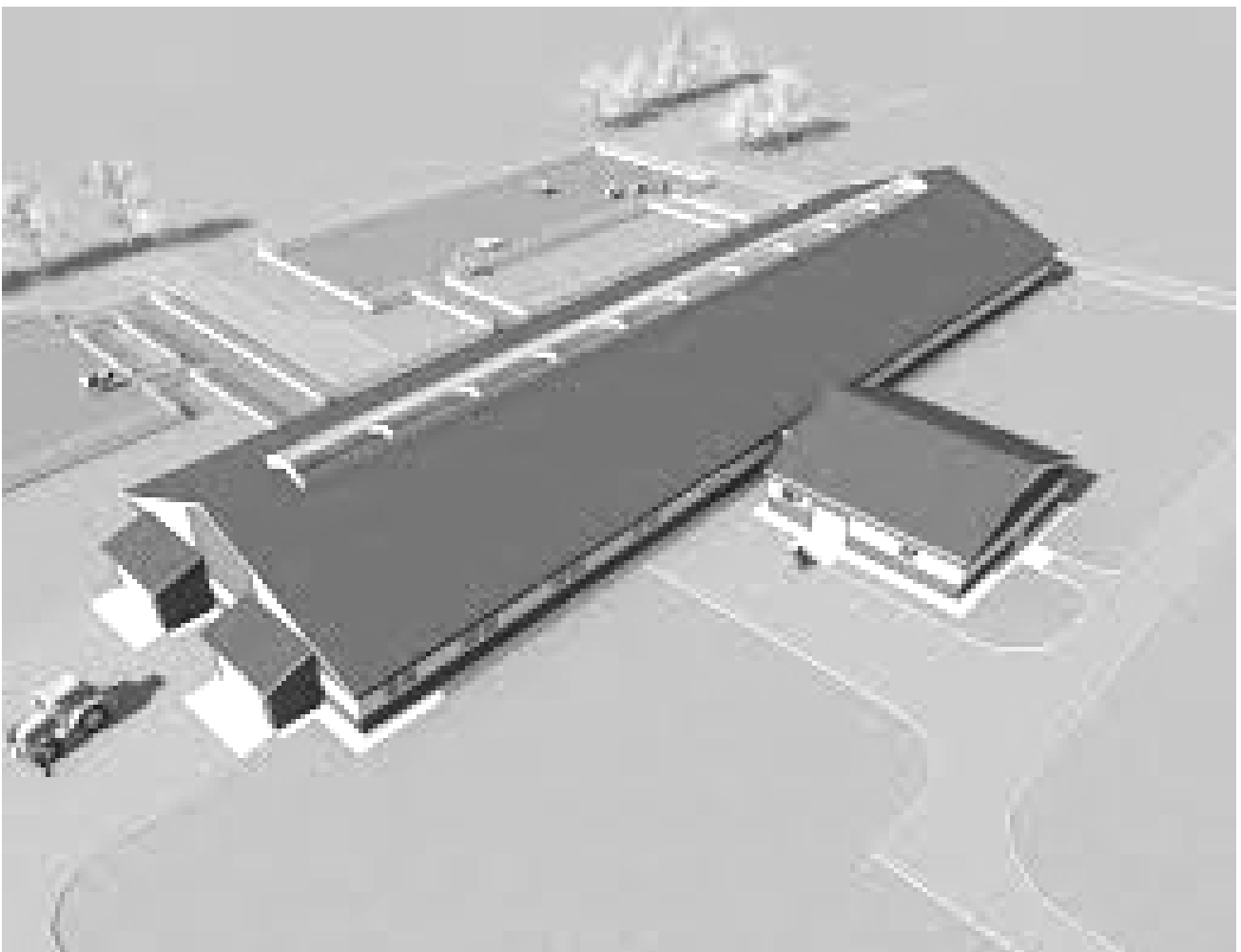


Рисунок 22.4 – Корівник на 100 голів

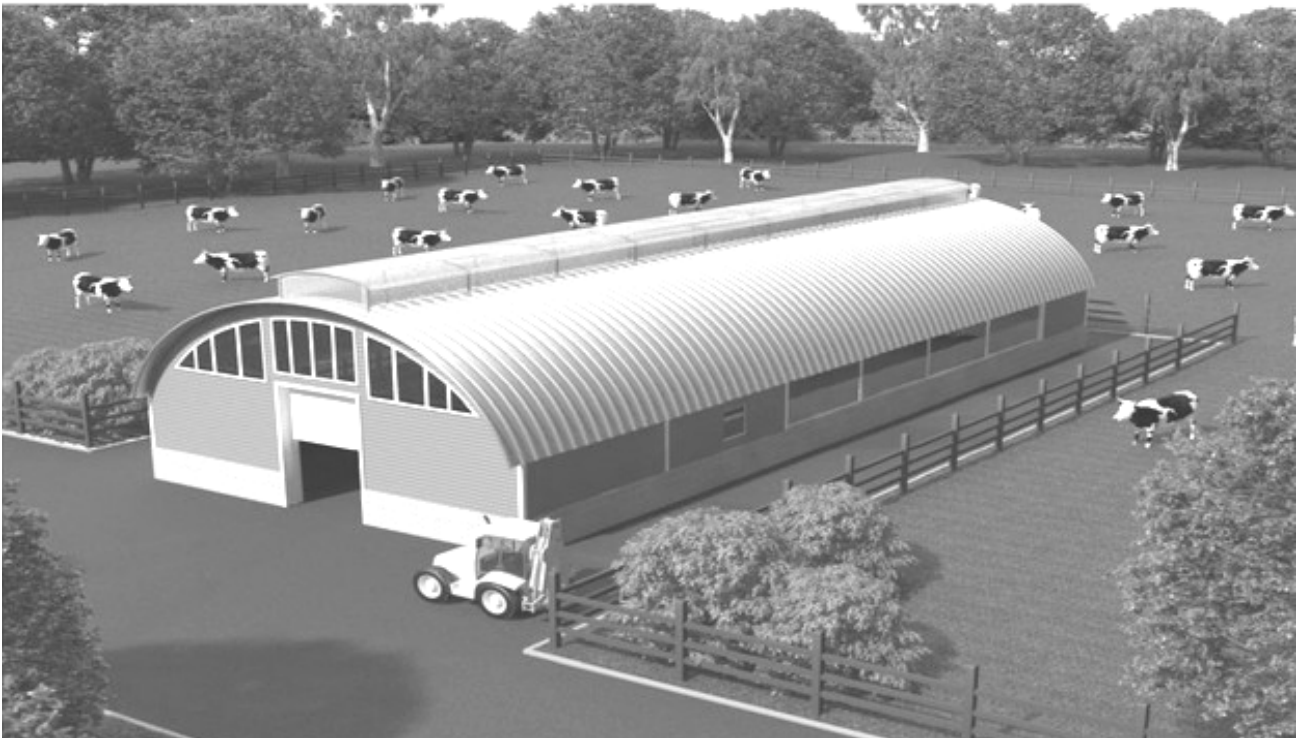


Рисунок 22.5 – Будівлі ферм ангарного типу



Рисунок 22.6 – Промислова птахофабрика (птахівничий комплекс)



Рисунок 22.7 – Загальний вигляд свиногокомплексу



Рисунок 22.8 – Загальний вигляд вівцеферм
(будівлі ангарного типу)



Рисунок 22.9 – Ферми безприв'язного утримання ВРХ



Рисунок 22.10 – Ферми безприв'язного утримання ВРХ



Рисунок 22.11 – Криті будівлі для утримання і годівлі ВРХ



Рисунок 22.12 – Внутрішнє планування корівників для безприв'язного утримання ВРХ

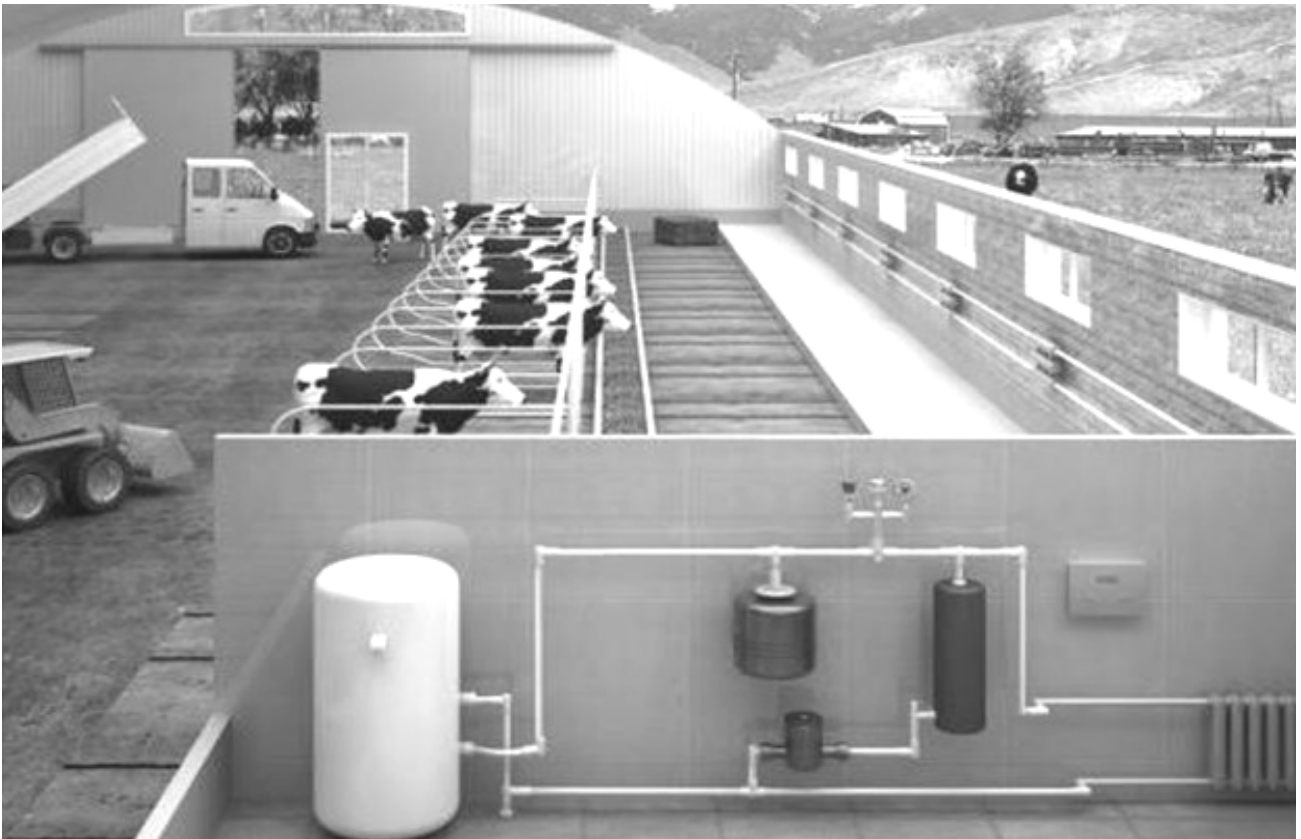


Рисунок 22.13 – Внутрішнє планування ферми ВРХ



Рисунок 22.14 – Установа для виробництва біогазу для ферми ВРХ



Рисунок 22.15 – Утримання телят



Рисунок 22.16 – Безприв'язне утримання молодняка ВРХ



Рисунок 22.17 – Внутрішнє планування свинарника для кліткового утримання свиней і обладнання для годівлі



Рисунок 22.18 – Внутрішнє планування свинарника і обладнання для годівлі



Рисунок 22.19 – Утримання молодняка свиней на щілевій підлозі і обладнання для годівлі



Рисунок 22.20 – Загальний вигляд пташників і внутрішнє обладнання



Рисунок 22.21 – Пташник для курей

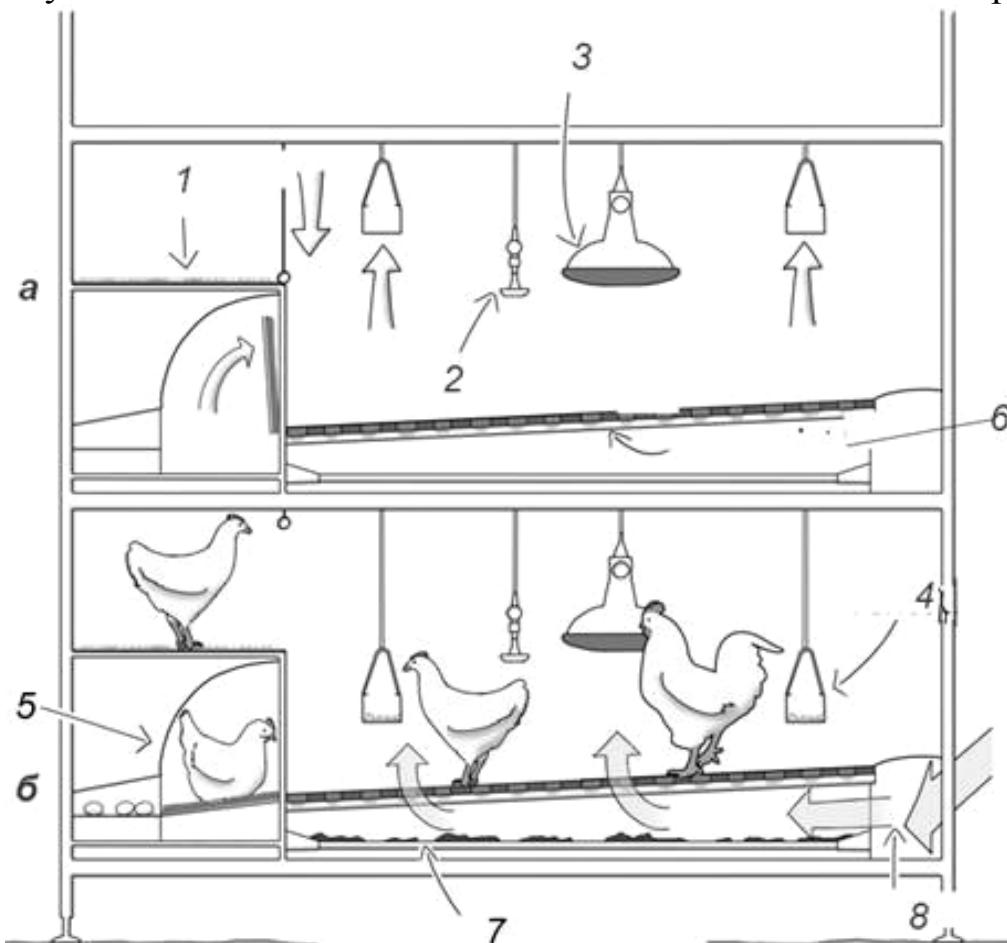


1 – рухомий кормороздавач, 2 – поперечний транспортер стрічкового типу для збирання яєць; 3 – ніпельні напувалки; 4 – стрічковий транспортер для видалення посліду

Рисунок 22.22 – Загальний вигляд кліткової батареї БК-143



Рисунок 22.23 – Загальний вигляд каскадної кліткової батареї



1 – підлога зі штучним покриттям; 2 – ніпельні напувалки з каплеуловлювачем;
 3 – годівниця для півня; 4 – годівниці для курок; 5 – гніздо-сідало; 6 – сітчаста підлога;
 7 – стрічковий транспортер для посліду; 8 – місцевий мікроклімат

Рисунок 22.24 – Секція каскадної кліткової батареї для утримання курок-несучок



Рисунок 22.25 – Утримання курей несучок у каскадних кліткових батареях



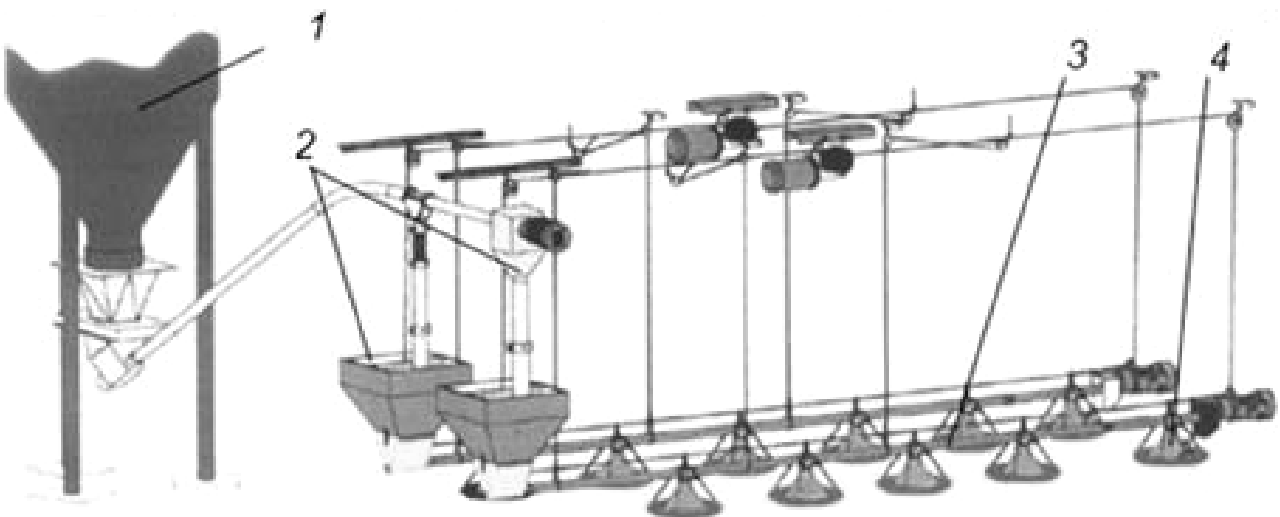
Рисунок 22.26 – Кліткова батарея КБУ-3 для утримання птиці



Рисунок 22.27 – Конвеєрна ярусна система видалення посліду з кліткових батарей



Рисунок 22.28 – Загальний вигляд обладнання для підлогового утримання і годівлі курей ОПБ-2/12



1 – бункер для зберігання сухих кормів; 2 – лінія завантаження кормів;
3 – лінії роздавання кормів; 4 – згодовування кормів

Рисунок 22.29 – Схема обладнання для підлогового утримання і годівлі курей ОПБ-2/12



Рисунок 22.30 – Утримання птиці на підлозі



Рисунок 22.31 – Утримання і годівля бройлерів



Рисунок 22.32 – Обладнання для обігріву бройлерів

Результати виконання роботи

1. Зобразити генплан тваринницької (птахівничої) ферми (комплексу).
2. Навести коротку характеристику генплану ферми (комплексу).
3. Описати існуючі розриви між будівлями та спорудами ферми (комплексу) та їх призначення.
4. Скласти таблиці розривів між спорудами ферми (комплексу).
5. Описати спосіб утримання тварин (птиці) відповідно до вибраного (заданого) генплану ферми (комплексу).

Контрольні запитання

1. Які загальні вимоги до ділянки для забудови тваринницької (птахівничої) ферми (комплексу)?
2. Які розриви встановлюють між спорудами та будівлями тваринницької ферми (комплексу)?
3. На які зони розділяють територію тваринницької ферми (комплексу)?
4. Які будівлі і споруди розміщують на тваринницьких (птахівничих) фермах (комплексах)?
5. Які вимоги ставлять до розміщення тваринницьких і птахівничих комплексів і ферм на плані землекористування господарства?

Практична робота № 23

ВИДИ ТВАРИННИЦЬКИХ СПОРУД ТА ВНУТРІШНЄ ПЛАНУВАННЯ ПРИМІЩЕНЬ ДЛЯ УТРИМАННЯ ТВАРИН І ПТИЦІ

Мета роботи: вивчити структуру внутрішнього планування будівель ферм та комплексів для утримання тварин і птиці.

Матеріальне забезпечення: стенди; плакати тваринницьких ферм і комплексів; макети розміщення обладнання у тваринницьких приміщеннях; технічна документація; типові проекти тваринницьких (птахівничих) ферм і комплексів; інструкції з експлуатації обладнання для обслуговування тварин і птиці; інструкції з техніки безпеки та охорони праці; відеоматеріали.

План роботи

1. Вивчити внутрішнє планування типових корівників, свинарників, птахоферм із різними способами утримання тварин і птиці.
2. Вивчити внутрішнє планування будівель і споруд для утримання тварин і птиці.
3. Вивчити основні виробничі процеси, які виконують у приміщеннях для утримання тварин і птиці.
4. Вивчити вимоги, які ставлять до виробничих приміщень для утримання тварин і птиці.
5. Вивчити розрізи тваринницьких будівель і споруд (корівників, свинарників, птахоферм, кормоцехів).

Порядок роботи

Вивчають: види тваринницьких будівель і споруд; внутрішнє планування приміщень для утримання тварин і птиці (рисунки 23.1-23.50); будову та призначення типових проектів тваринницьких (птахівничих) ферм і комплексів.

Вивчають основні зоотехнічні вимоги, які ставлять до виробничих та допоміжних приміщень тваринницьких ферм і комплексів.

Вивчають, які є розрізи тваринницьких приміщень, описують їх.

Вивчають та описують внутрішнє обладнання виробничих приміщень тваринницьких ферм, описують його призначення.

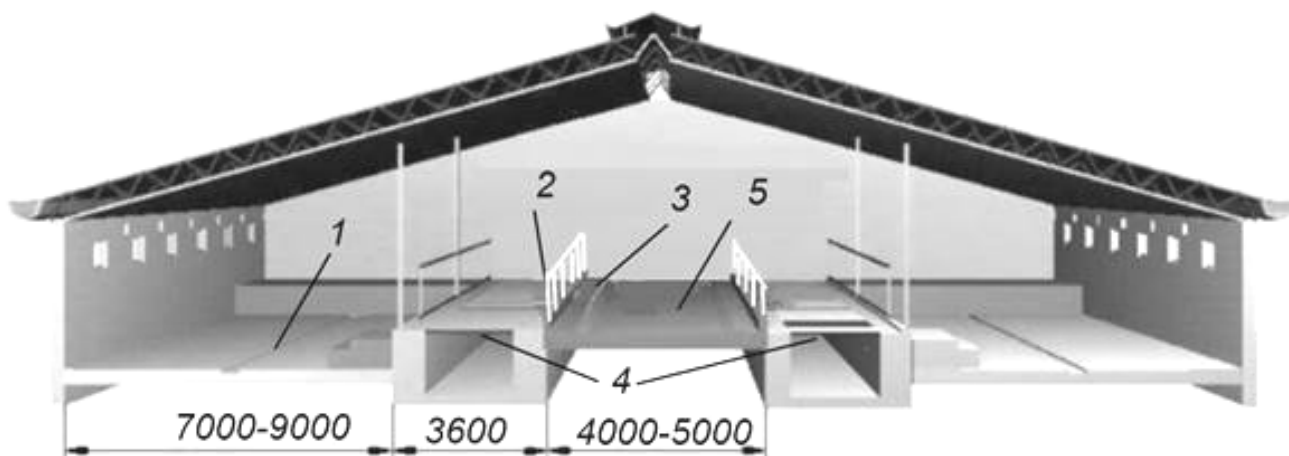


Рисунок 23.1 – Корівник безприв'язного утримання ВРХ

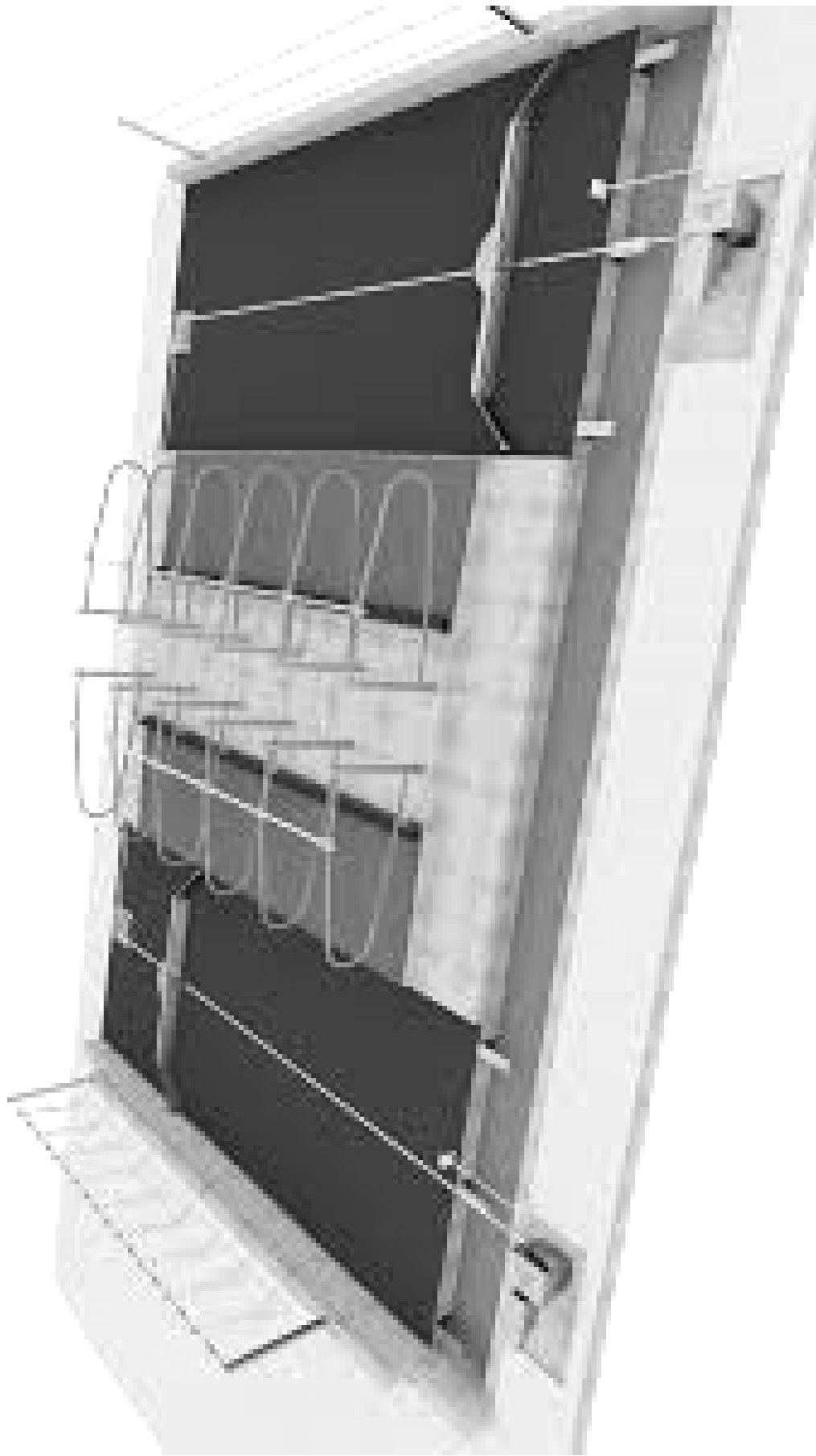


Рисунок 23.2 – Внутрішнє планування корівника для безпир'язного утримання ВРХ



Рисунок 23.3 – Обладнання (бокси) для безв'язного утримання ВРХ



Рисунок 23.4 – Стійлові розділювачі для безприв’язного утримання ВРХ



Рисунок 23.5 –Обладнання для індивідуального утримання телят



Рисунок 23.6 – Бокси для безприв'язного утримання ВРХ

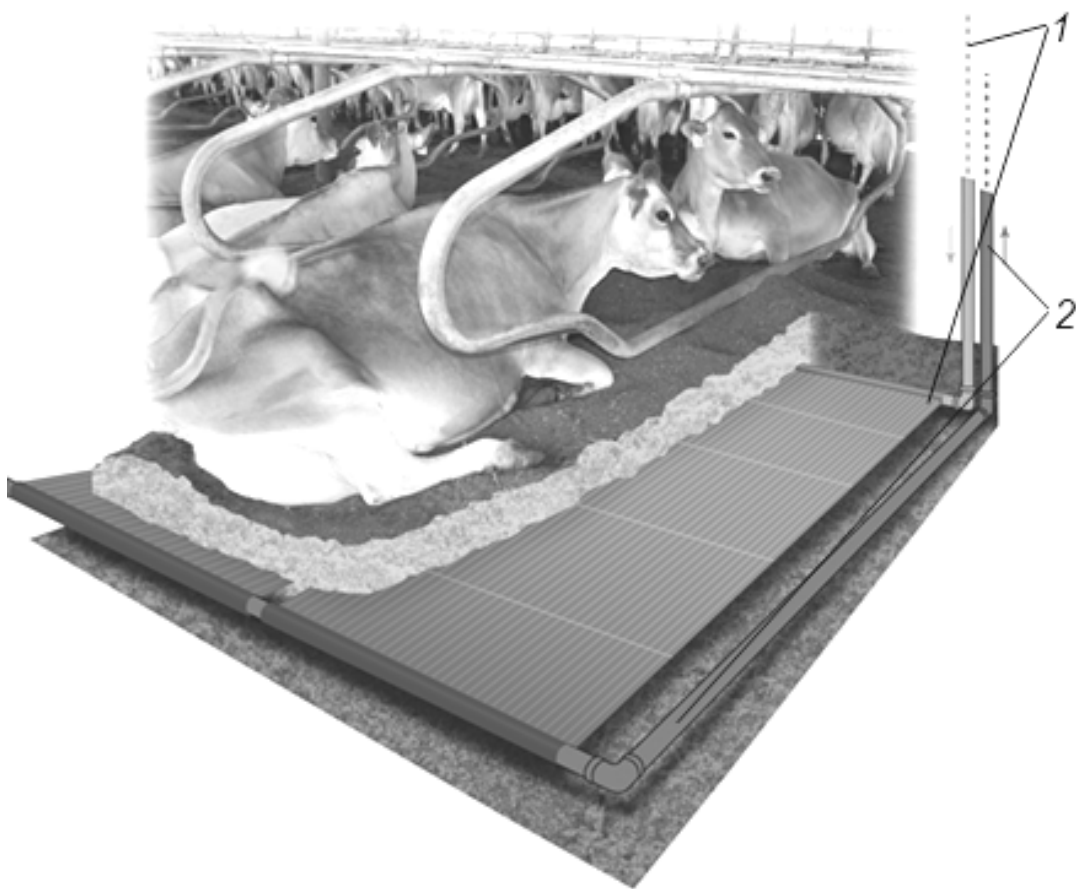


Рисунок 23.7 – Система охолодження стійл для безприв'язного утримання ВРХ

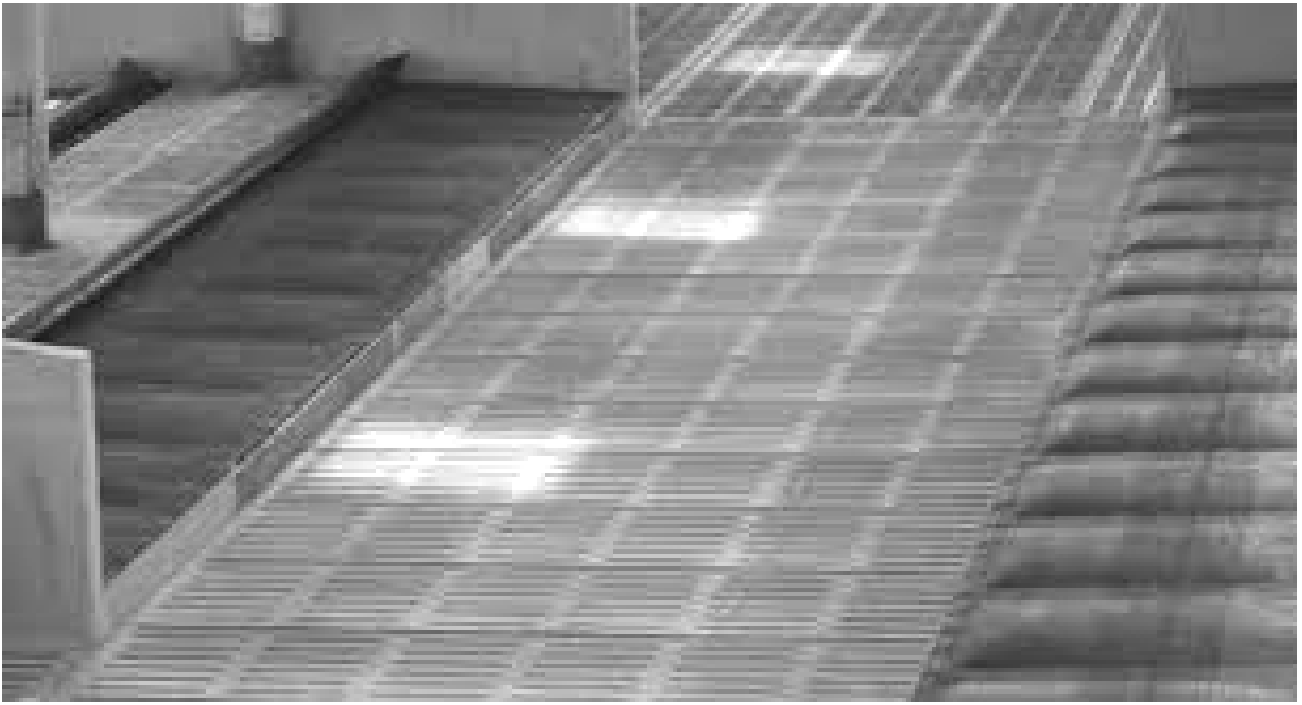


Рисунок 23.8 – Щілинна підлога корівників



Рисунок 23.9 – Щітки для корів



Рисунок 23.10 – Корівники для прив'язного утримання ВРХ



Рисунок 23.11 – Прив'язне утримання ВРХ



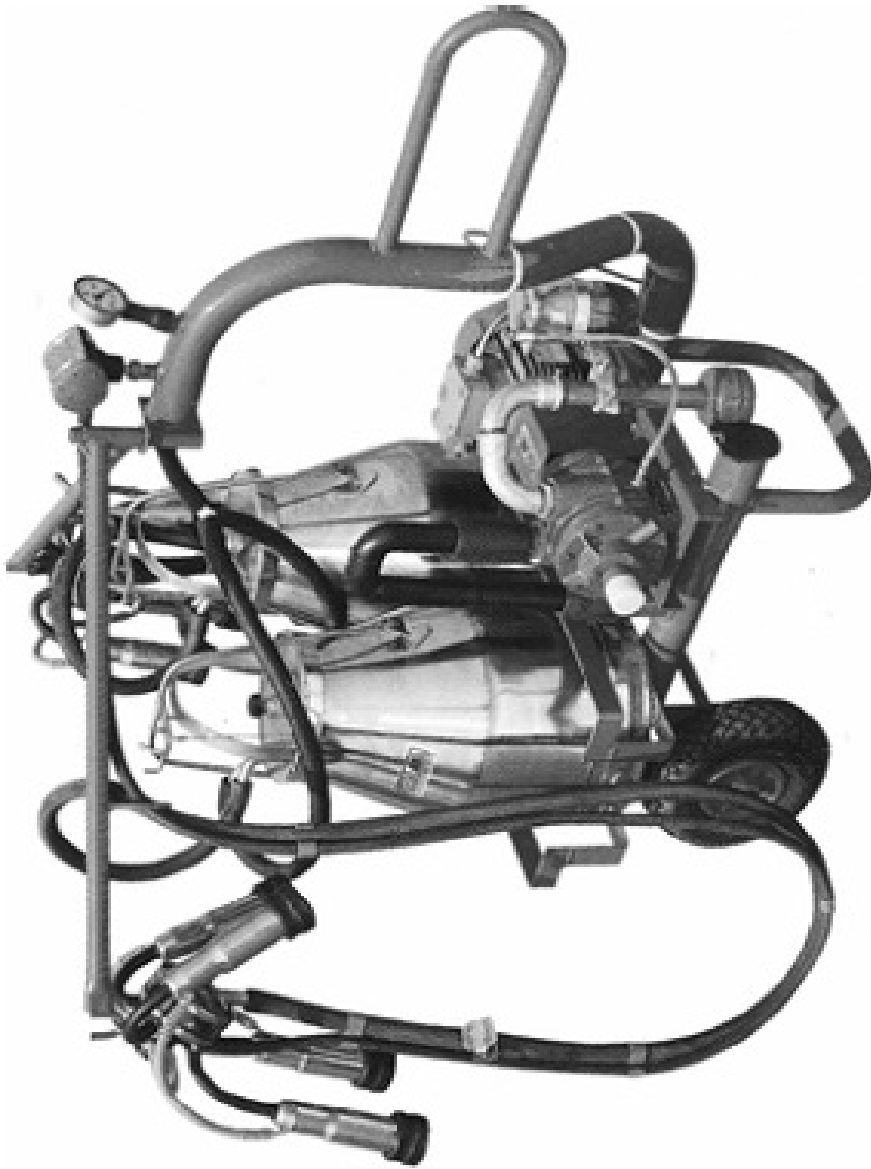
Рисунок 23.12 – Автопідганальник для корів



Рисунок 23.13 – Доїльні стакани



a)



б)

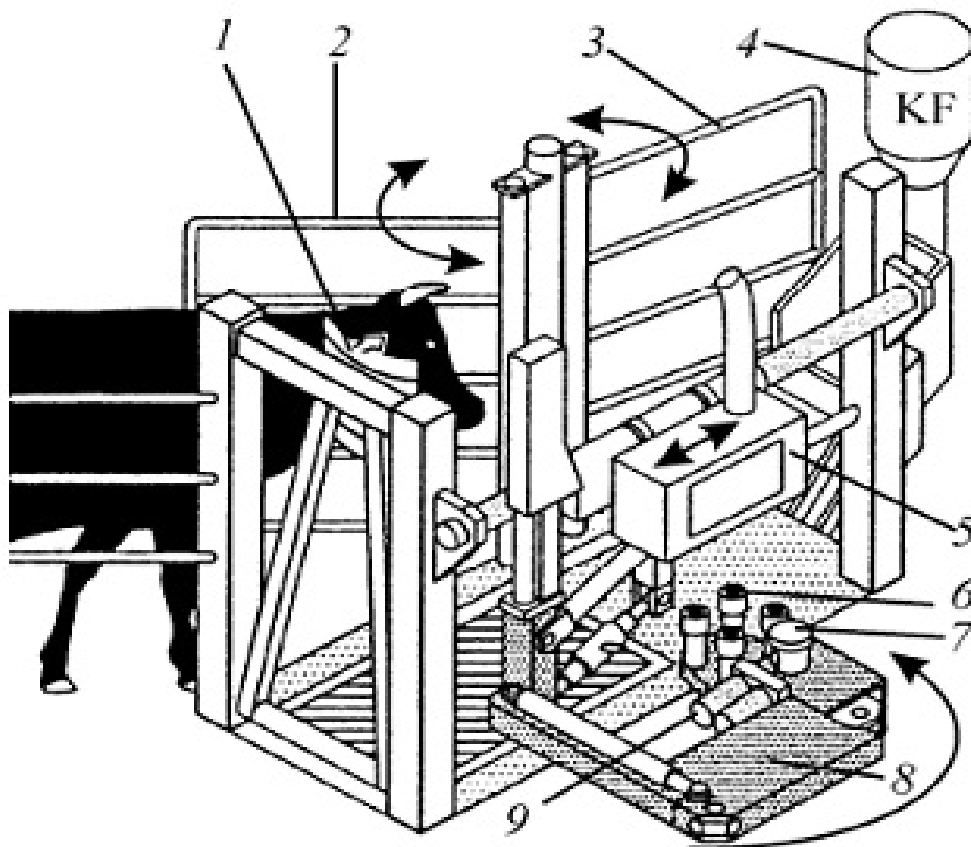
a) з одним доїльним відром; *б)* з двома доїльними відрами
Рисунок 23.14 – Загальний вид мобільних доїльних установок



Рисунок 23.15 – Доїльні установки з фіксацією надою від кожної корови



Рисунок 23.16 – Загальний вигляд доїльного робота Astronaut A3 фірми «Lely»



1 – маніпулятор позиціонування тварини; 2 – вхідні ворота; 3 – вихідні ворота; 4 – автоматична станція кормороздавача; 5 – блок регулювання переміщення руки-маніпулятора робота; 6 – доїльні стакани; 7 – лазерні датчики; 8 – рука-маніпулятор робота; 9 – ролики обмивання вимені

Рисунок 23.17 – Схема доїльного робота Astronaut

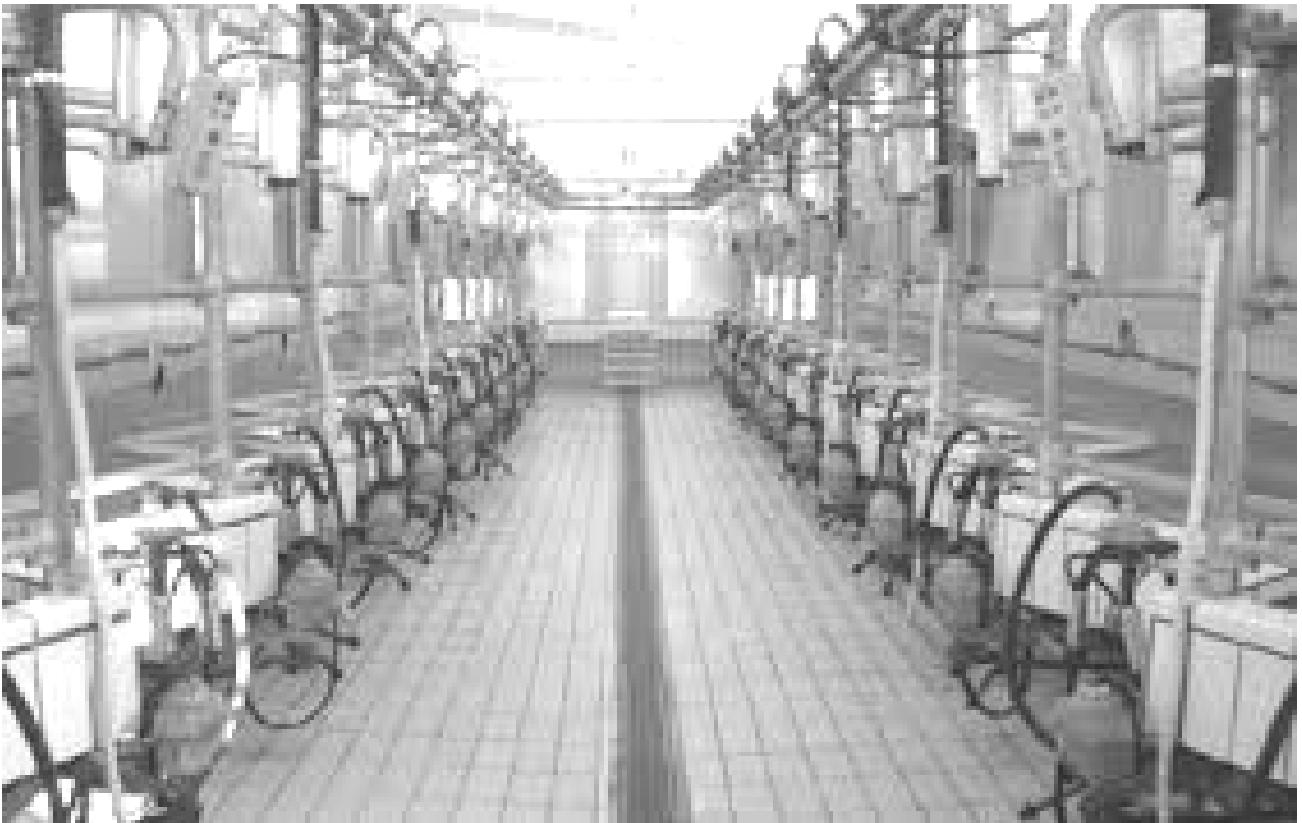
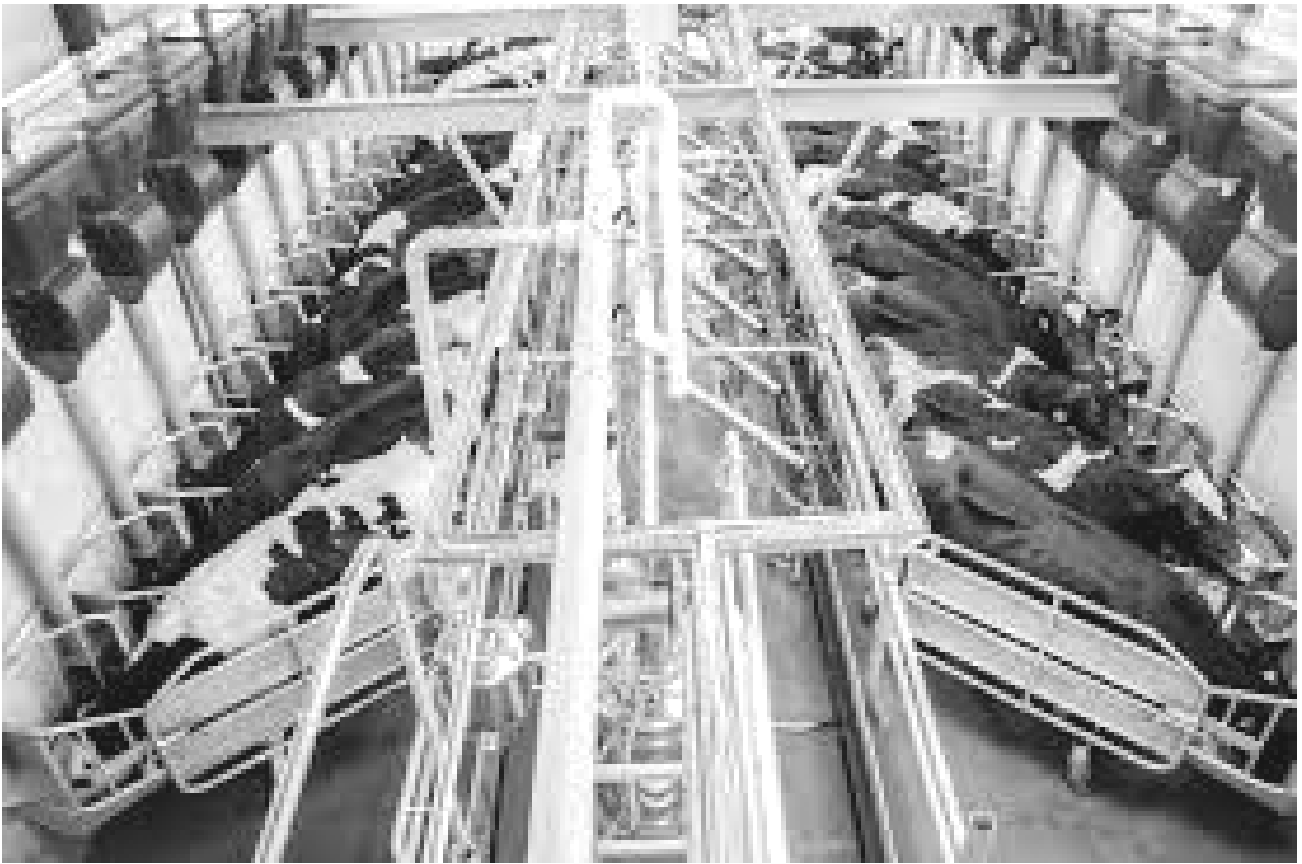


Рисунок 23.18 – Доїльні зали типу «Ялинка» для доїння корів



Рисунок 23.19 – Доїльний зал типу «Паралель» для доїння корів



Рисунок 23.20 – Доїльний зал типу «Тандем» або «Європаралель» для доїння корів



Рисунок 23.21 – Обладнання для доїння корів типу «Карусель»



Рисунок 23.22 – Обладнання для доїння овець та кіз



Рисунок 23.23 – Загальний вигляд типового свинарника

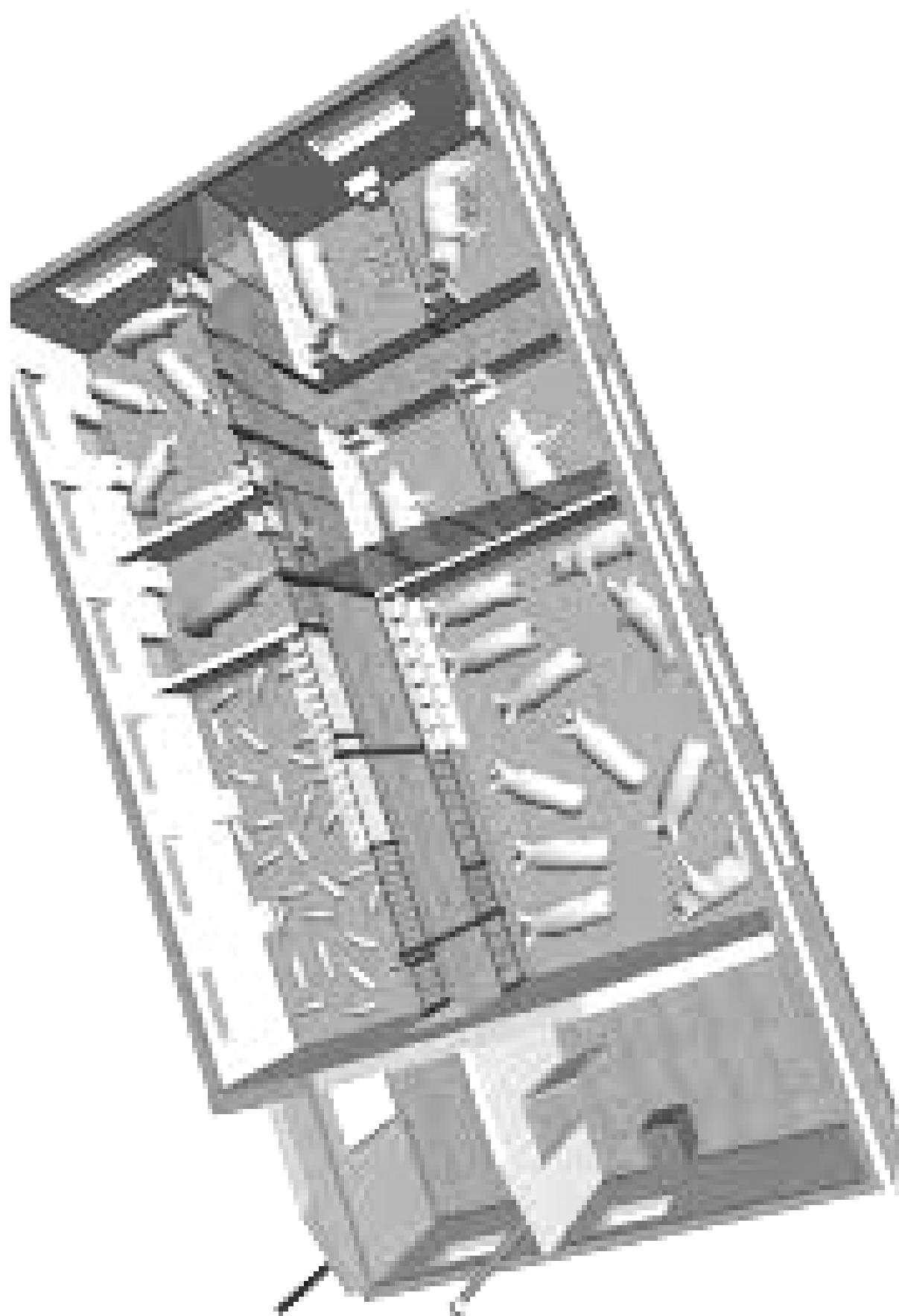


Рисунок 23.24 – Внутрішнє планування свинарника для різних вікових груп

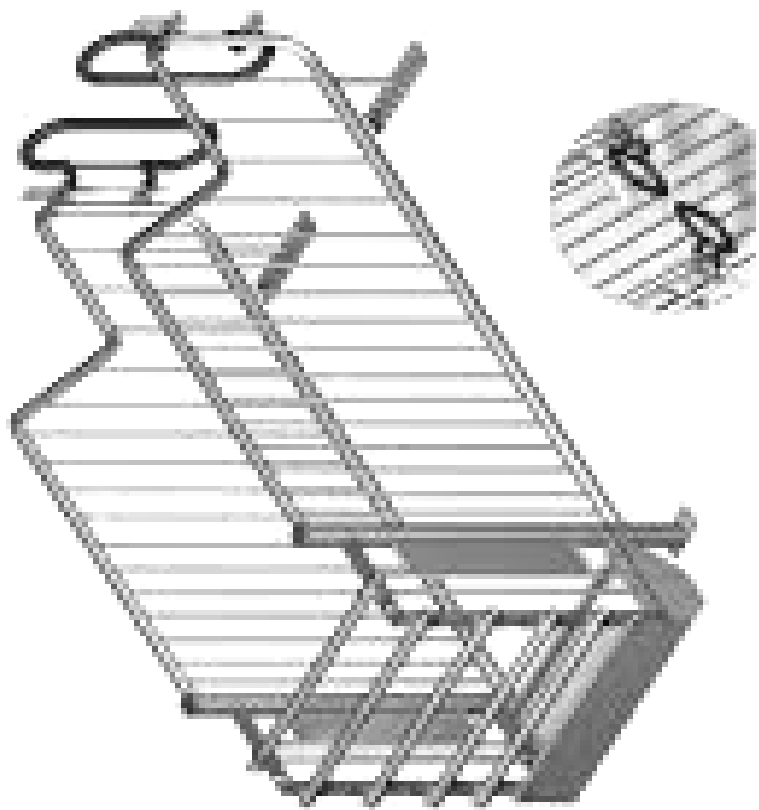


Рисунок 23.25 – Кліткове утримання дорослих свиней



Рисунок 23.26 – Кліткове утримання свиней на відгодівлі

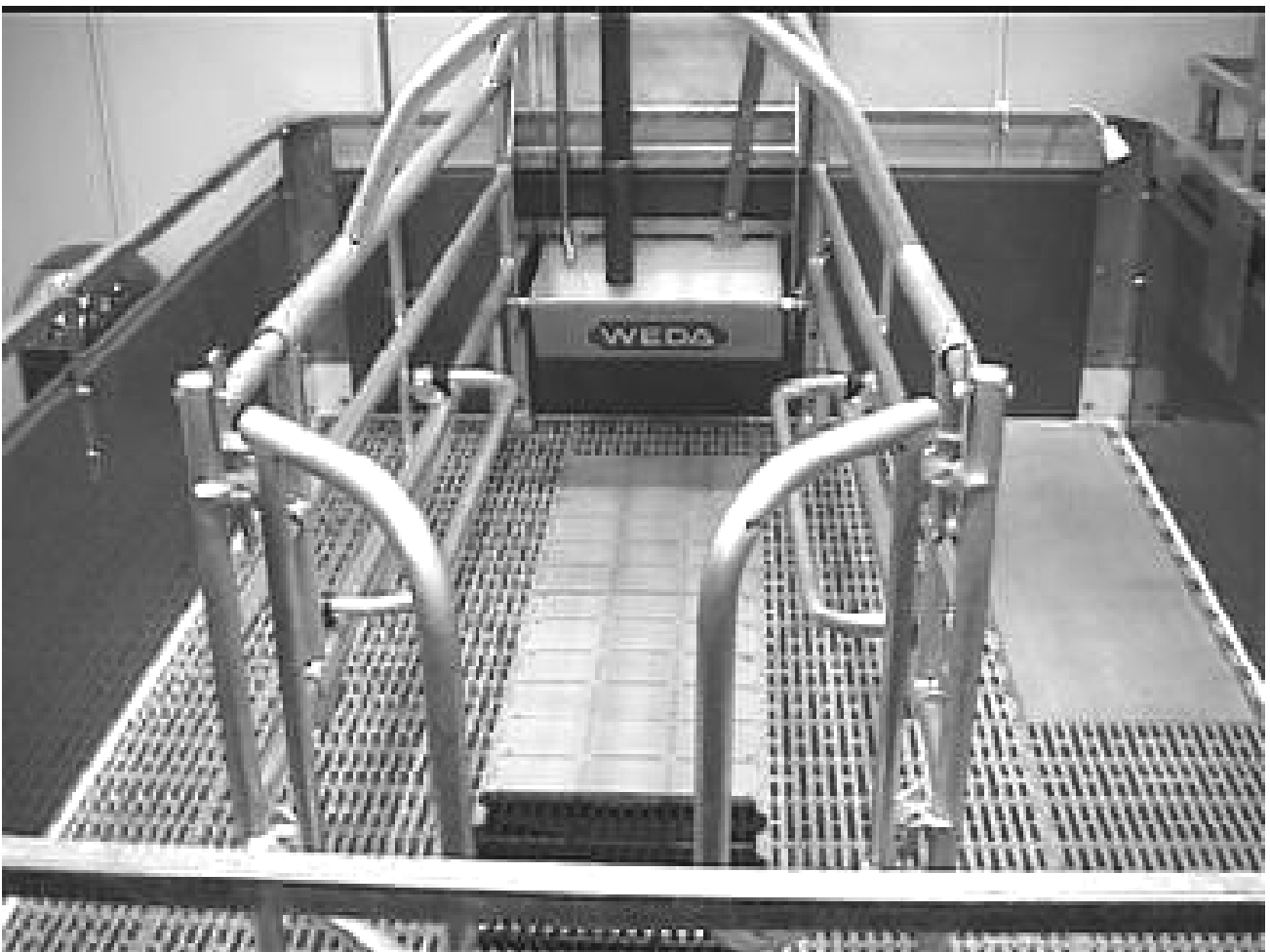


Рисунок 23.27 – Бокс для утримання свиноматок



Рисунок 23.28 – Обладнання свинарників для роздавання сухих кормів при клітковому утриманні свиней на відгодівлі

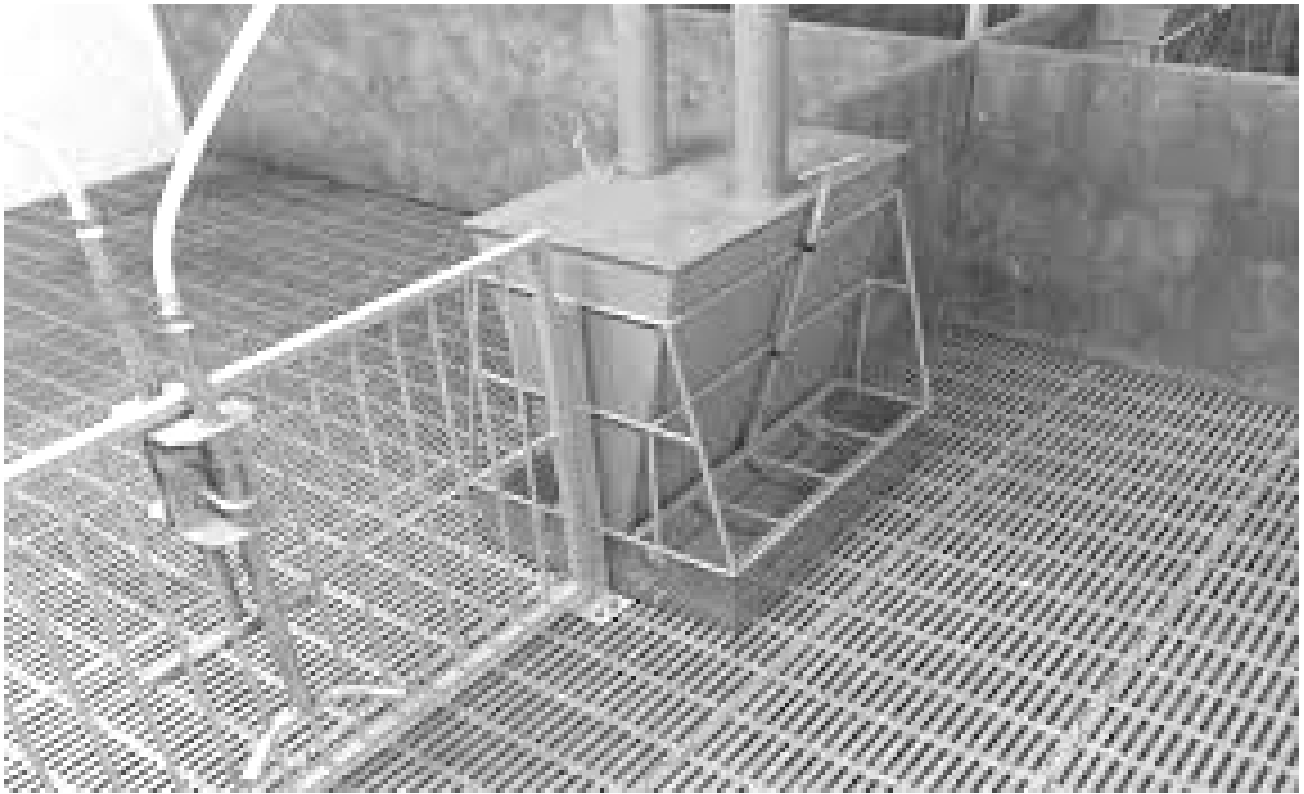


Рисунок 23.29 – Обладнання для утримання поросят на відгодівлі



Рисунок 23.30 – Утримання і годівля овець



Рисунок 23.31 – Утримання овець на відгодівлі



Рисунок 23.32 – Загальний вигляд каркасного пташника і внутрішнє обладнання



Рисунок 23.33 – Обладнання пташника для кліткового ярусного утримання птиці

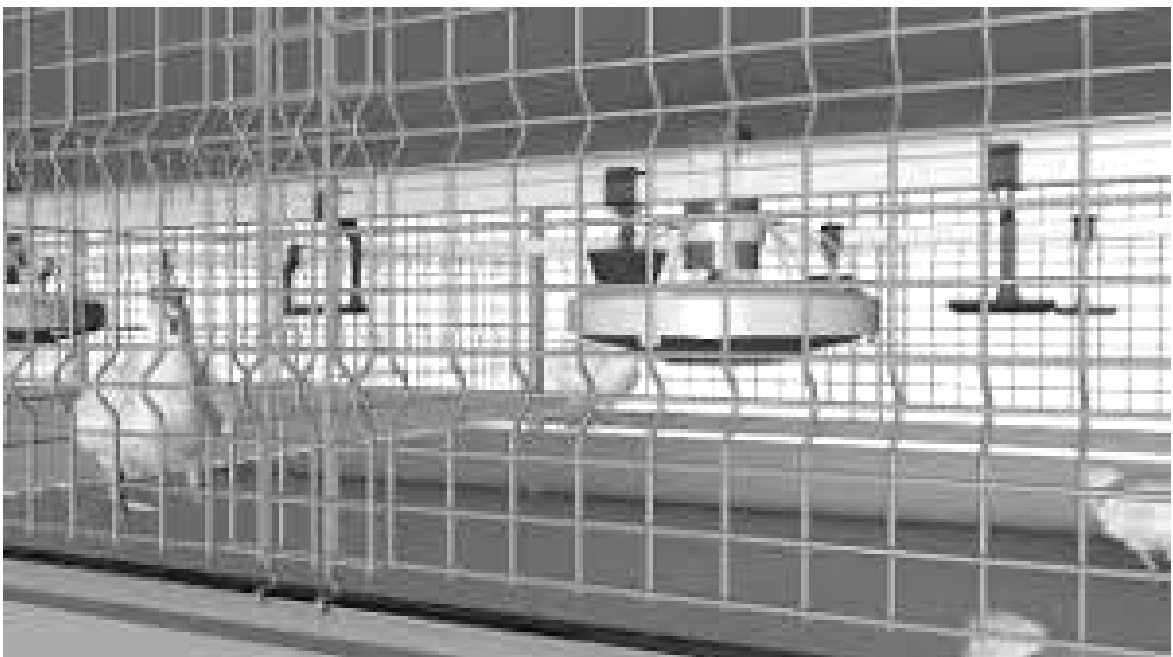


Рисунок 23.34 – Обладнання пташника для кліткового утримання птиці



Рисунок 23.35 – Обладнання пташників для вільного утримання птиці



Рисунок 23.36 – Обладнання пташників для вільного утримання птиці



Рисунок 23.37 – Утримання курей на планчастій підлозі



Рисунок 23.38 – Тросово-шайбовий кормороздавач для птиці



Рисунок 23.39 – Вільне утримання птиці



Рисунок 23.40 – Кліткове утримання птиці



Рисунок 23.41 – Вільне утримання птиці на підлозі



Рисунок 23.42 – Сучасне обладнання для вільного утримання птиці



Рисунок 23.43 – Годівля птиці під час кліткового утримання



Рисунок 23.44 – Утримання і годівля курчат



Рисунок 23.45 – Утримання і годівля курчат



Рисунок 23.46 – Утримання і годівля бройлерів



Рисунок 23.47 – Вільно-вигульне утримання птиці



Рисунок 23.48 – Інфрачервона лампа для обігріву молодняка птиці



Рисунок 23.49 – Системи мікроклімату для пташників



Рисунок 23.50 – Пристрій для рухливості птиці

Результати виконання роботи

1. Описати внутрішнє обладнання будівель тваринницької (птахівничої) ферми чи комплексу (за вказівкою викладача).
2. Виконати поперечний розріз тваринницького (птахівничого) приміщення відповідно до попереднього пункту.
3. Описати загальні вимоги, які ставлять до виробничих приміщень тваринницьких (птахівничих) ферм і комплексів (відповідно до п.1).

Контрольні запитання

1. Чим відрізняється внутрішнє планування приміщень тваринницьких (птахівничих) ферм і комплексів під час різних способів утримання тварин і птиці?
2. Яке обладнання встановлюють у виробничих приміщеннях тваринницьких ферм і комплексів?
3. Які вимоги ставлять до виробничих приміщень тваринницьких (птахівничих) ферм і комплексів?

ВИКОРИСТАНІ ТА РЕКОМЕНДОВАНІ ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА

1. Белехов І.П., Лесников В.О. Механізація і автоматизація тваринницьких ферм і комплексів. К.: Освіта, 1993. 240 с.
2. Гевко Р.Б. Деталі машин та основи автоматизованого конструювання: навчальний посібник до лабораторних робіт /Гевко Р.Б., Хомик Н.І., Жаровський О.С., Довбуш Т.А. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 256 с.
3. Довбуш А.Д. Опір матеріалів: навчально-методичний посібник до виконання курсової роботи / А.Д. Довбуш, Н.І. Хомик. Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2014. 191с.
4. Електронний фонд Національної бібліотеки імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
5. Клебан А.С. Коромприготувальні машини. К.: Урожай, 1974. 88 с.
6. Куров Ю.А., Серий Г.П. Механізація приготування кормів для птиці. К.: Урожай, 1970. 177 с.
7. Курсове та дипломне проектування по механізації тваринницьких ферм /І.Г. Бойко, В.І. Грідасов, А.І. Дзюба та ін.; За ред. О.В. Нанки. Х.: НМЦ ХНТУСГ, 2003. 356 с.
8. Машини та обладнання для тваринництва. Підручник /Науменко О.А., Бойко І.Г., Нанка О.В., Полупанов В.М. та ін.; за ред. І.Г. Бойко. Том 1. Харків: Видавництво ЧП Червяк, 2006. 225 с.
9. Машини та обладнання для тваринництва. Підручник /Науменко О.А., Бойко І.Г., Грідасов В.І., Дзюба А.І. та ін.; за ред. І.Г. Бойко. Том 2. Харків: Видавництво ЧП Червяк, 2006. 279 с.
10. Механізація виробництва продукції тваринництва. Ревенко І.І., Кукта Г.М., Манько В.М., Роговий В.Д., Шабельник Б.І., Сиротюк В.М., Дацишин О.В. /За ред. Ревенка І.І. К.: Урожай, 1994. 264 с.
11. Механізація та автоматизація у тваринництві і птахівництві. /За ред. О.С. Марченка. К.: Урожай, 1995.
12. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Машини та обладнання для тваринництва» / Хомик Н.І., Рибак Т.І., Довбуш А.Д. Тернопіль: ТДТУ ім. Івана Пулюя, 2005. 56 с.
13. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Машини та обладнання для тваринництва» / Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Сташків М.Я. Тернопіль: ТДТУ ім. Івана Пулюя, 2006. 112 с.
14. Носов М.С. Механізація робіт на тваринницьких фермах: Навч. посібник /Пер. з рос. І.І. Гогоуля. К.: Вища шк., 1994. 367 с.
15. Омельченко О.О., Ткач В.Д. Довідник з механізації тваринницьких і птахівничих ферм та комплексів. К.: Урожай, 1982. 270 с.
16. Погорельый Л.В., Ясенецкий В.А., Мечта Н.П. Испытание техники для животноводства и кормоприготовления. К.: УСХА, 1981. 392 с.
17. Посібник-практикум з механізації виробництва продукції тваринництва /За ред. І.І. Ревенка. К.: Урожай, 1994. 228 с.

18. Практикум по машинах і обладнанню для тваринництва /І.Г. Бойко, В.І. Грідасов, А.І. Дзюба та ін.; За ред. О.П. Скорик, О.І. Фісяченко. Х.: НМЦ ХНТУСГ, 2004. 275 с.
19. Проектування технологій і технічних засобів для тваринництва. /За ред. Скорика О.П., Полупанова В.М. (авт. Науменко О.А., Бойко І.Г., Грідасов В.І., Дзюба В.І. та інші) Харків ХНТУСГ, 2009. 429с.
20. Райков В.И. Планировка и застройка животноводческих ферм. К.: Урожай, 1989. 220 с.
21. Сиротюк В.М. Машины та обладнання для тваринництва. Навчальний посібник. Львів: «Магнолія плюс», видавець В.М. Піча, 2004. 200с.
22. Справочник по единой системе конструкторской документации / Под. ред. А.Ф. Раба. К.: Прапор, 1988. 255 с.
23. Теорія та розрахунок машин для тваринництва /І.Г. Бойко, В.Г. Грідасов, А.І. Дзюба та ін.; За ред. І.Г. Бойко. Х.: НМЦ ХНТУСГ, 2002. 216с.
24. Троянов М.М. Механізація технологічних процесів у тваринництві. Харків: Прапор, 1993. 140 с.
25. Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Олексюк В.П. Машины та обладнання для тваринництва. Курс лекцій. Частина перша. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А, 2021. 240 с.
26. Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Олексюк В.П. Машины та обладнання для тваринництва. Курс лекцій. Частина друга. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А, 2021. 246 с.
27. Хомик Н.І., Довбуш А.Д. Машины та обладнання для тваринництва. Курс лекцій. Ч. 1 Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2013. 224 с.
28. Хомик Н.І., Довбуш А.Д. Машины та обладнання для тваринництва. Курс лекцій. Ч. 2 Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2013. 224 с.
29. Хомик Н.І., Довбуш Т.А., Цьонь Г.Б. Машины та обладнання для тваринництва: навчально-методичний посібник до курсового проекту. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А, 2017. 84 с.
30. Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Цьонь Г.Б. Машины та обладнання для тваринництва: навчально-методичний посібник до практичних робіт. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А, 2017. 124 с.
31. Хомик Н.І., Довбуш Т.А., Цьонь Г.Б. Машины та обладнання для тваринництва: навчально-методичний посібник до лабораторних робіт. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2018. 100 с.
32. Хомик Н.І., Цьонь Г.Б., Довбуш Т.А., Олексюк В.П. Основи агрономії: навчальний посібник. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 232 с.
33. Хомик Н.І., Цьонь Г.Б., Довбуш Т.А., Антончак Н.А. Основи агрономії: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 320 с.
34. Хомик Н.І. та ін. Вступ до фаху: навчальний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія» / Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, І. Й. Блозва, А. Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 348 с.
35. Шабельник Б.П., Троянов М.М., Бойко І.Г. та ін. Теорія та розрахунок машин для тваринництва /За ред. Бойка І.Г. Харків, 2002. 216 с.

Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Кафедра технічної механіки та сільськогосподарських машин

Хомик Надія Ігорівна
Довбуш Тарас Анатолійович
Цьонь Ганна Богданівна
Довбуш Анатолій Дмитрович

МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТВАРИННИЦТВА

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК
до практичних занять та самостійної роботи
для студентів спеціальності
208 «Агроінженерія»

Комп'ютерний набір: Надія Хомик, Ганна Цьонь

Графічне оформлення: Богдан Цеберко, Тарас Довбуш

Папір офсетний. Гарнітура «Таймс». Умов.друк.арк.

Наклад 50 прим.