

Міністерство освіти і науки України

**Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя**

*Кафедра технічної механіки та
сільськогосподарських машин*

МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТВАРИННИЦТВА

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК до практичних робіт

для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності
133 Галузеве машинобудування
спеціалізації «Машини сільськогосподарського виробництва»

Тернопіль
2017

УДК 631.22(075)

ББК 40.715

X 76

Автори:

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

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

Г.Б. Цьонь, асистент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин

Рецензент

Ткаченко І.Г., к.т.н., доцент кафедри технології машинобудування

Розглянуто й затверджено на засіданні кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин, протокол № 1 від 29.08.2017 р.

Схвалено й рекомендовано до друку на засіданні методичної комісії факультету інженерії машин, споруд та технологій, протокол № 1 від 31.09.2017 р.

Хомик Н.І.

X 76 **Машини та обладнання для тваринництва: навчально-методичний посібник до практичних робіт / Н. І. Хомик, А.Д. Довбуш, Г.Б. Цьонь. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2017. – 124 с.**

Посібник розроблено відповідно до навчальної програми і призначено для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 133 Галузеве машинобудування спеціалізації «Машини сільськогосподарського виробництва».

Мета даного посібника – надати методичну допомогу студентам при виконанні практичних робіт. У посібнику у короткій формі описано фізичні та механічні властивості кормів; наведено порядок визначення добової і разової потреби ферми в кормах та продуктивності ліній кормоцеху і вибору машин для нього; конструктивно-кінематичний, силовий та енергетичний розрахунки молоткової дробарки і прес-гранулятора з кільцевою матрицею; технологічно-конструктивний та кінематичний розрахунок мобільного бункерного кормороздавача; 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)

ББК 40.715

© Хомик Н. І., Довбуш А. Д.,
Цьонь Г. Б., 2017

ЗМІСТ

стр.

| | |
|---|----|
| 1. Практичне заняття № 1 | |
| Фізичні та механічні властивості кормів..... | 5 |
| 2. Практичне заняття № 2 | |
| Визначення добової і разової потреби ферми в кормах..... | 14 |
| 3. Практичне заняття № 3 | |
| Визначення продуктивності ліній кормоцеху і вибір машин..... | 20 |
| 4. Практичне заняття № 4 | |
| Конструктивно-кінематичний розрахунок молоткової дробарки..... | 31 |
| 5. Практичне заняття № 5 | |
| Силовий та енергетичний розрахунок молоткової дробарки..... | 39 |
| 6. Практичне заняття № 6 | |
| Побудова схеми дискового різального апарата з криволінійним лезом..... | 44 |
| 7. Практичне заняття № 7 | |
| Визначення основних параметрів барабанної соломосилосорізки..... | 51 |
| 8. Практичне заняття № 8 | |
| Визначення основних параметрів барабанної коренебульбомийки..... | 57 |
| 9. Практичне заняття № 9 | |
| Визначення основних параметрів шнекової коренебульбомийки..... | 62 |
| 10. Практичне заняття № 10 | |
| Визначення основних параметрів горизонтально-дискової коренебульборізки..... | 69 |
| 11. Практичне заняття № 11 | |
| Визначення основних параметрів горизонтально-лопатевого змішувача кормів..... | 74 |
| 12. Практичне заняття № 12 | |
| Визначення основних параметрів картоплязапарника..... | 80 |
| 13. Практичне заняття № 13 | |
| Конструктивно-технологічний розрахунок прес-гранулятора з кільцевою матрицею..... | 84 |
| 14. Практичне заняття № 14 | |
| Кінематично-силового та енергетичний розрахунок прес-гранулятора з кільцевою матрицею..... | 90 |

| | |
|---|------------|
| 15. Практичне заняття № 15 | |
| Технологічно-конструктивний та кінематичний розрахунок мобільного бункерного кормороздавача..... | 92 |
| 16. Практичне заняття № 16 | |
| Розрахунок основних параметрів ланцюгово-скребкового транспортера для видалення гною..... | 96 |
| 17. Практичне заняття № 17 | |
| Розрахунок основних технологічних параметрів пульсатора доїльного апарата..... | 102 |
| 18. Практичне заняття № 18 | |
| Розрахунок основних параметрів сепаратора..... | 110 |
| 19. Перелік використаних та рекомендованих літературних джерел..... | 119 |

Практичне заняття № 1

ФІЗИЧНІ ТА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОРМІВ

Мета роботи: вивчити фізичні та механічні властивості кормів.

Фізичні та механічні властивості кормів

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

Найбільш важливі **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.

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 (рис. 1.1а).

Напруження у матеріалі стержня залежить від деформації й механічних характеристик матеріалу. Описується ця 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 стержні від дії сили F , визначають за формулою

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

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

A – площа поперечного перетину зразка, м².

Відносну поздовжню деформацію стержня (див. рис. 1.1), визначають за формулою

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

де Δl – повне поздовжнє видовження стержня, м;

l – довжина стержня, м.

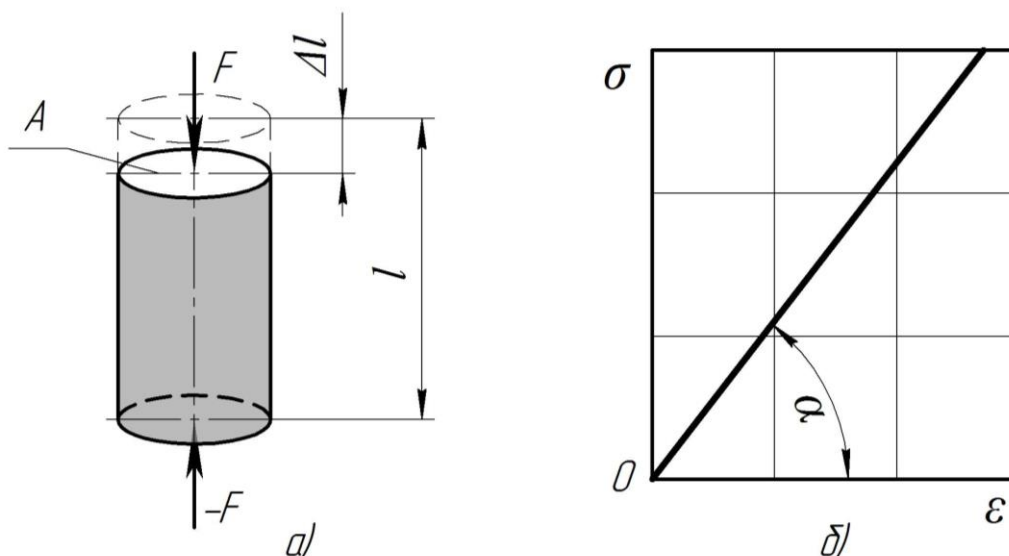


Рисунок 1.1 – Схема випробувань на зразка на одновісний стиск (а) (розтяг) і діаграма напруження (б) – відносна деформація стиску

Модуль пружності першого роду E (рис. 1.1б), 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 (рис. 1.2а, б).

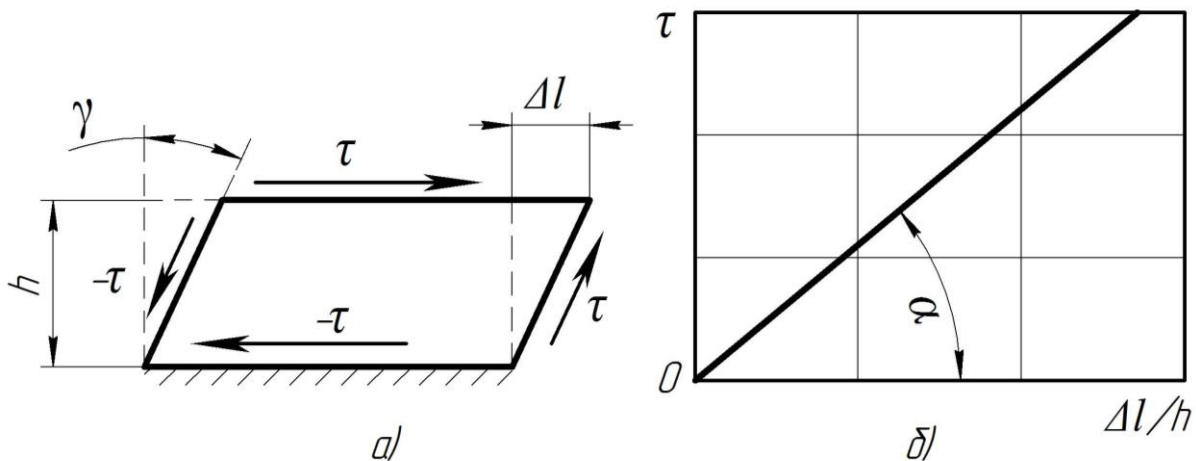


Рисунок 1.2 – Схема випробувань зразка на зсув (а) і діаграма напруження (б) – відносна деформація зсуву

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

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

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

Модуль пружності зміни об'єму K_V можна визначити випробуванням зразка корму на всесторонній стиск (розтяг) (рис. 1.3), використавши закон Гука для об'ємної деформації

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

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

де $\varepsilon_{\text{сер}}$ – 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.

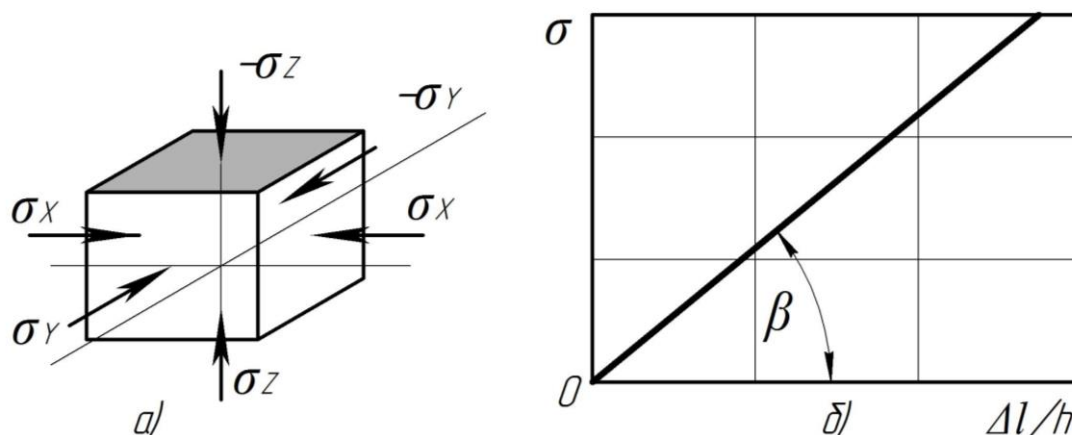


Рисунок 1.3 – Схема випробувань на всесторонній стиск (розтяг) (а) і діаграма напруження (б) – відносна деформація зміни об'єму

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).

Коефіцієнт поперечних деформацій можна виразити через коефіцієнт бокового розпору ξ . Його можна визначити навантаженням зразка корму без можливості бокового розпору (рис. 1.4).

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

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

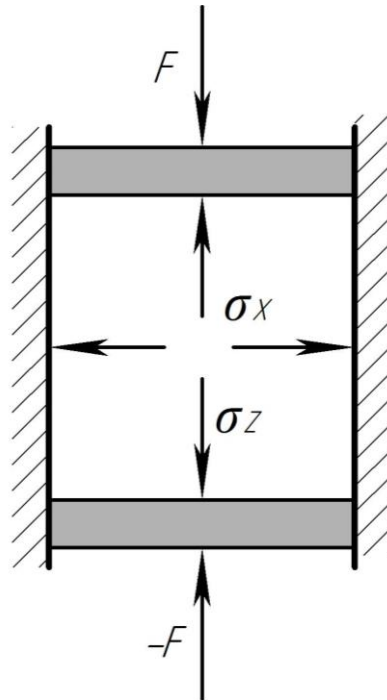


Рисунок 1.4 – Випробування зразка корму на стиск без бокового розпору

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 рис. 1.5.

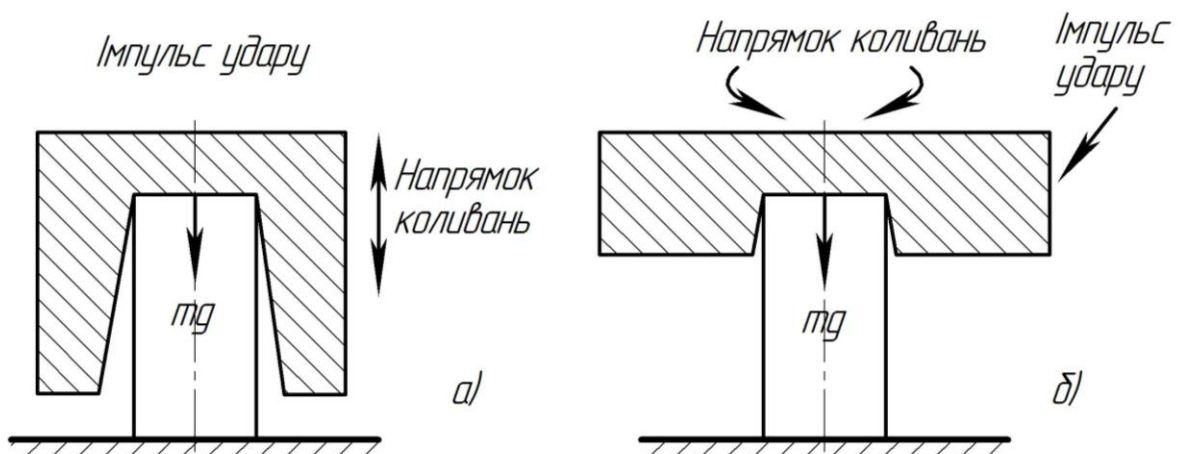


Рисунок 1.5 – Схеми установок для визначення модулів пружності динамічним методом:

a – для визначення E ; *б* – для визначення G .

За допомогою самозаписувальних приладів, наприклад осцилографів, здійснюють запис осцилограм коливного процесу (рис. 1.6), 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/м³;

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/м².

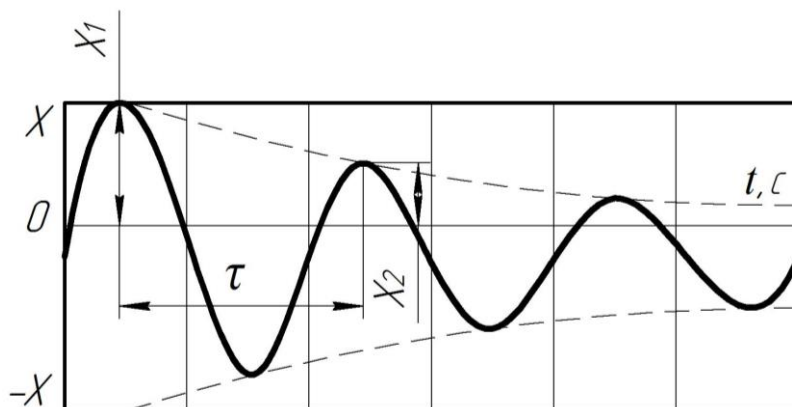


Рисунок 1.6 – Декремент затухання коливань

Користуючись **декрементом затухання коливань** (див. рис. 1.6) можна визначити важливу механічну характеристику корму – його **в'язкість**. Визначають її за формулою

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

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

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

Важливою характеристикою 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** (рис. 1.7а).

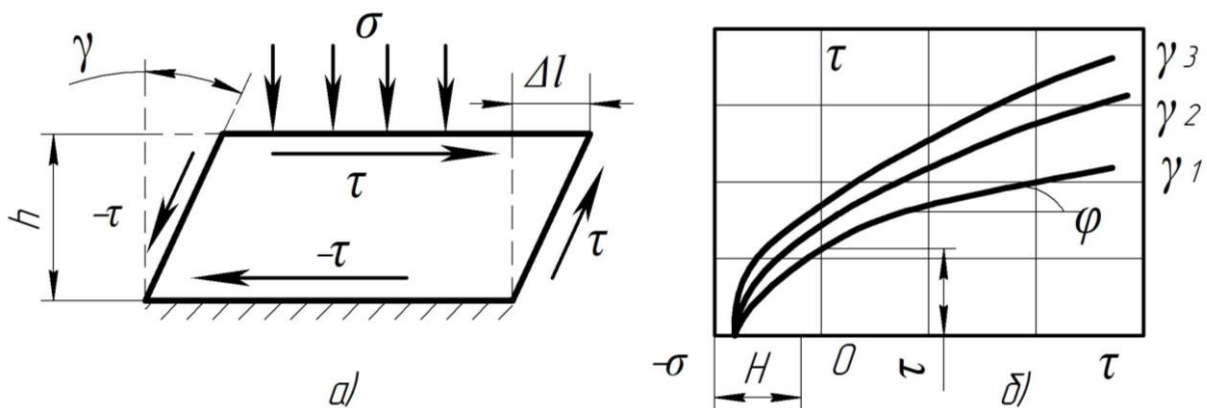


Рисунок 1.7 – Схема навантаження (а) і діаграма $\tau - \sigma$ (б) при випробуванні зразка корму на зсув при одночасній дії нормальних і дотичних напружень

Гранична крива діаграми (рис. 1.7б) 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. 1.7б) відповідає **напруженню розриву**.

Властивості кормів у більшості випадків відмінні від пружних і моделюються різноманітними комбінаціями ідеальних пружних, в'язких і пластичних тіл (рис. 1.8).

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.

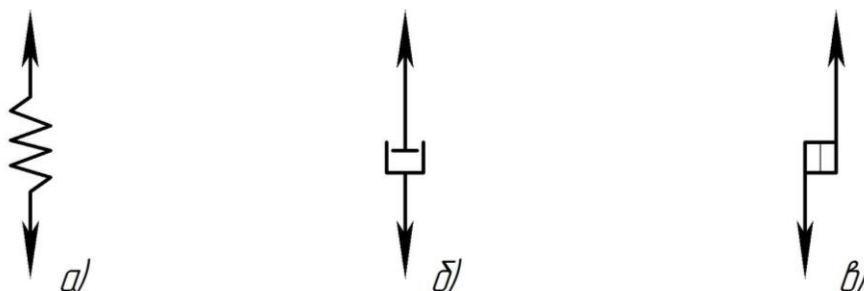


Рисунок 1.8 – Механічні аналоги (моделі) ідеальних середовищ:

a – абсолютно пружне тіло Гука;

б – абсолютно в'язке тіло Н'ютона;

в – абсолютно пластичне тіло Прандтля.

Для складніших тіл, наприклад, в'язкопружного і в'язкопластичного механічні моделі будуть такими, які зображені на рис. 1.9:

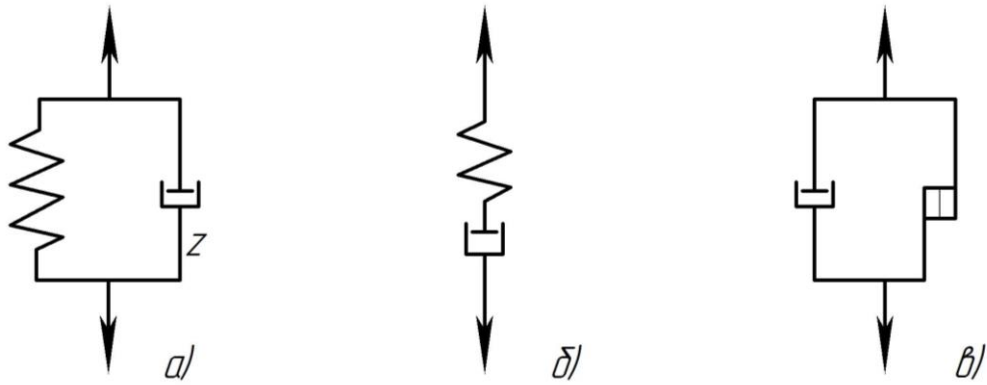


Рисунок 1.9 – Механічні аналоги (моделі) в'язкопружних і в'язкопластичних тіл:

- a* – в'язкопружне тіло Кельвіна-Фойгта;
- б* – в'язкопружне тіло Максвелла;
- в* – в'язкопластичне тіло Бінгама-Шведова.

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 табл. 2.4 і визначити для кожного виду тварин добову і разову потребу в кормах.

2.1. Загальні відомості про корми і 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:**

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.

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 – Добова 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 включає корми, які підлягають і не підлягають обробці відповідно до зоотехнічних вимог і згодуються в натуральному вигляді.

2.2. Методика розрахунку витрати кормів

Добову потребу $П_{Д.К_i}$, кг, кожного виду корму визначають за формулою:

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

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 $П_{К.Р_i}$ (ранішню $П_{К.Р_iР}$, обіднішню $П_{К.Р_iОБ}$, вечірню $П_{К.Р_iВ}$), кг, визначають за формулою

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

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, $П_{Д.Ф.}$, кг, визначають за формулою

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

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

Отримані результати розрахунків записують у табл. 2.4.

Кількість кормів, які підлягають обробці, $П_{К.ПР}$, кг, визначають за формулою

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

де $П_{К.Н.}$ – 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.

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 табл. 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 технологію 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 згодовують 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 рис. 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.

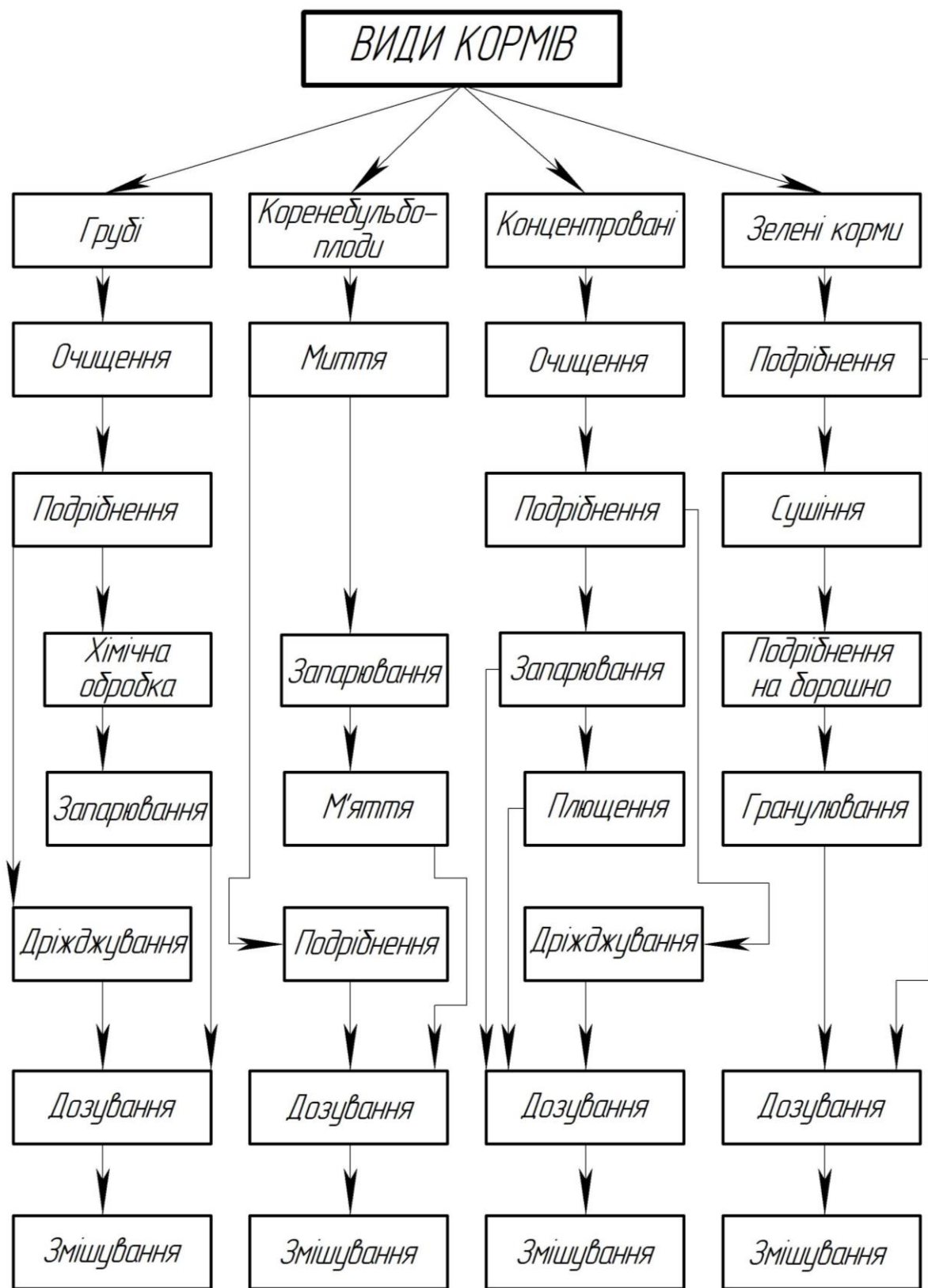


Рисунок 3.1 – Технологічна схема обробки і приготування кормів

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 (табл. 3.2).

Для ферм з вирощування телят і ремонтного молодняку ВРХ розроблені комплекти на 3000 і 6000 голів (табл. 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 (табл. 3.4) та 4 тис. голів свиней одночасної постановки.

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

Таблиця 3.2 – Комплекти обладнання кормоцехів молочних ферм

| Машини та обладнання | Кількість машин для ферм розміром, голів | | | |
|---|--|-----|------|------|
| | 400 | 800 | 1200 | 1600 |
| Змішувач м'яса 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 порошоків і питної води | 2 | 4 |
| Установка для приготування і роздавання регенованого 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 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 технологічної лінії 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 корене-бульбоплодів $T_{К} = 1,5...2$ 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.

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 табл. 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 (табл. 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 – ротор (рис. 4.1) з шарнірно-підвішаними молотками, які при обертанні створюють круговий циркуляційний повітряно-зерновий потік. У цьому потоці зернини знаходяться у зрівноваженому стані. При ударі молотка по зернині вона відкидається на деку або на решето і «випробовується 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 зернина або її частинка руйнується на дрібні частинки і вільно проходить 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 включає 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 |

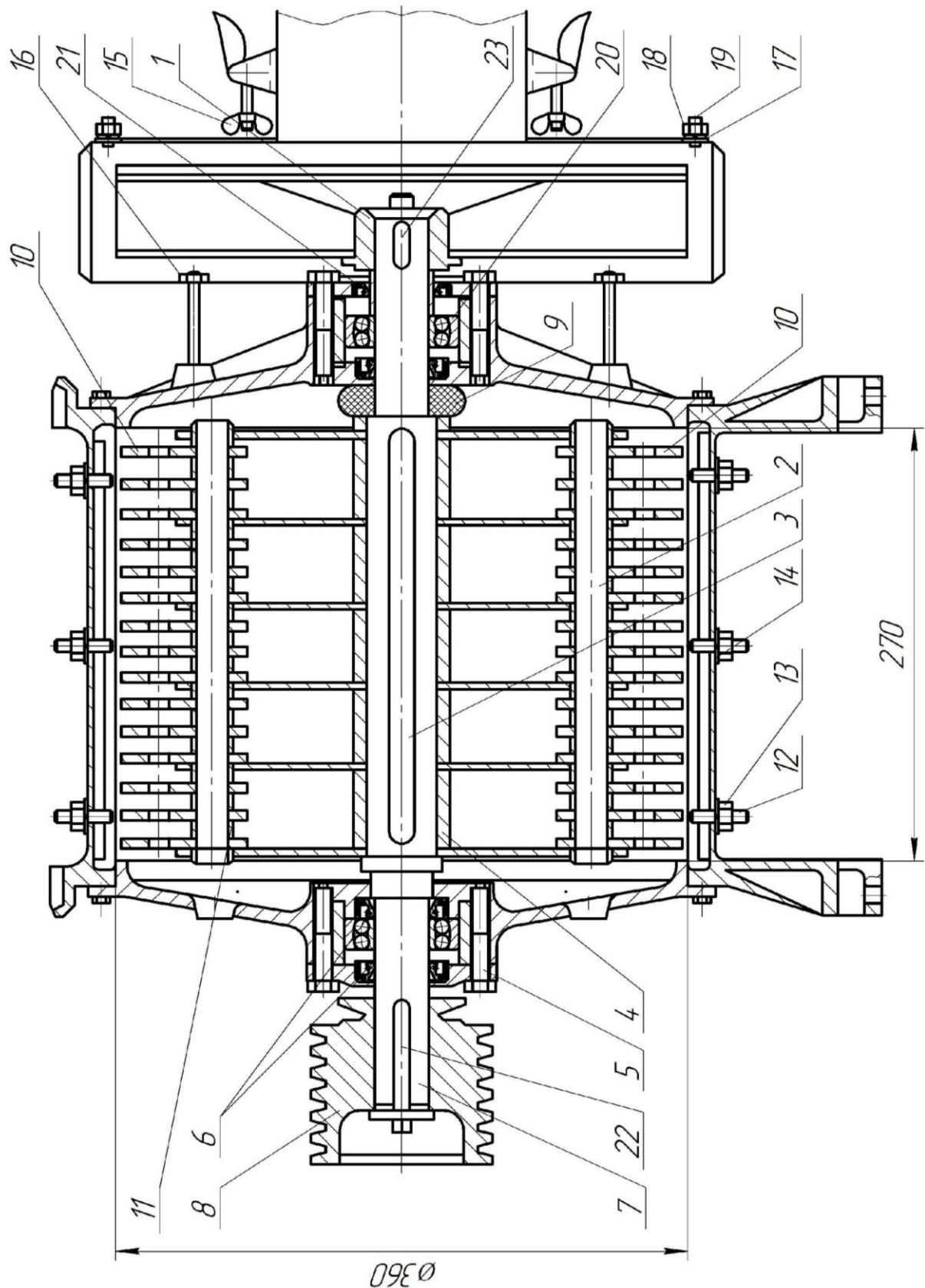


Рисунок 4.1 – Подрібнювальний апарат кормодробарки:

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 – кріпильний гвинт; 16 – болт; 17 – шайба; 18 – гайка; 19 – гвинт; 20 – підшипник; 21 – манжетне ущільнення.

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' – питома навантаження дробарки.

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

- при подрібненні коренеплодів ($V_M = 45...55$ м/с) $g' = 2...4$ кг/(с·м)²;
- при подрібненні зерна ($V_M = 60...80$ м/с) $g' = 3...6$ кг/(с·м)²;
- при подрібненні 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.

При налагодженні й експлуатації дробарок необхідно добиватись, щоб вся рухома система шарнірно підвішених молотків була зрівноваженою. Тоді, ударні імпульси не будуть передаватись від молотків через палець 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 (рис. 4.2) і радіус його установки 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

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

Відстань від осі підвісу до центра ваги молотка, м, який має прямокутну форму і два отвори (рис. 4.3) 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.

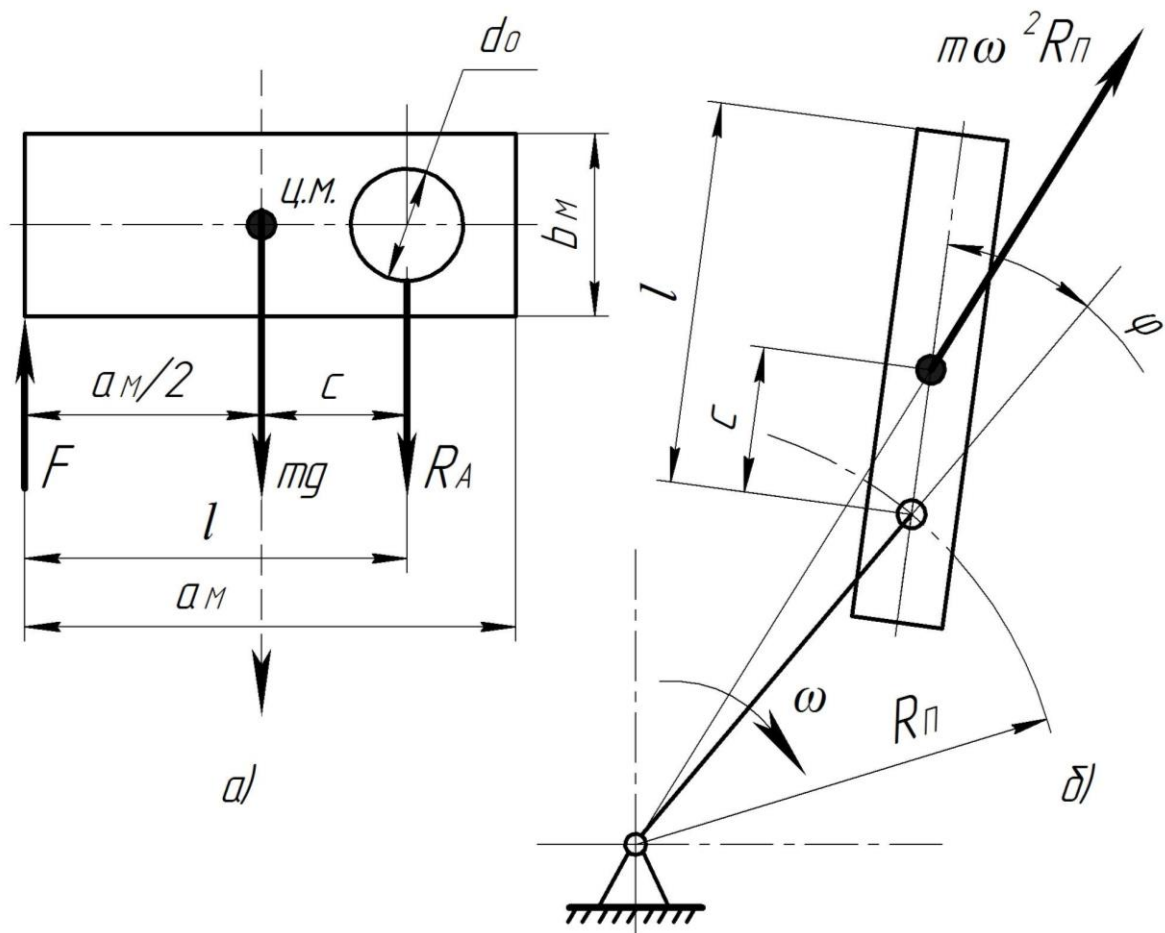


Рисунок 4.2 – Сили, що діють на молоток дробарки (а) і схема роботи молотка, як фізичного маятника з тертям у шарнірі (б)

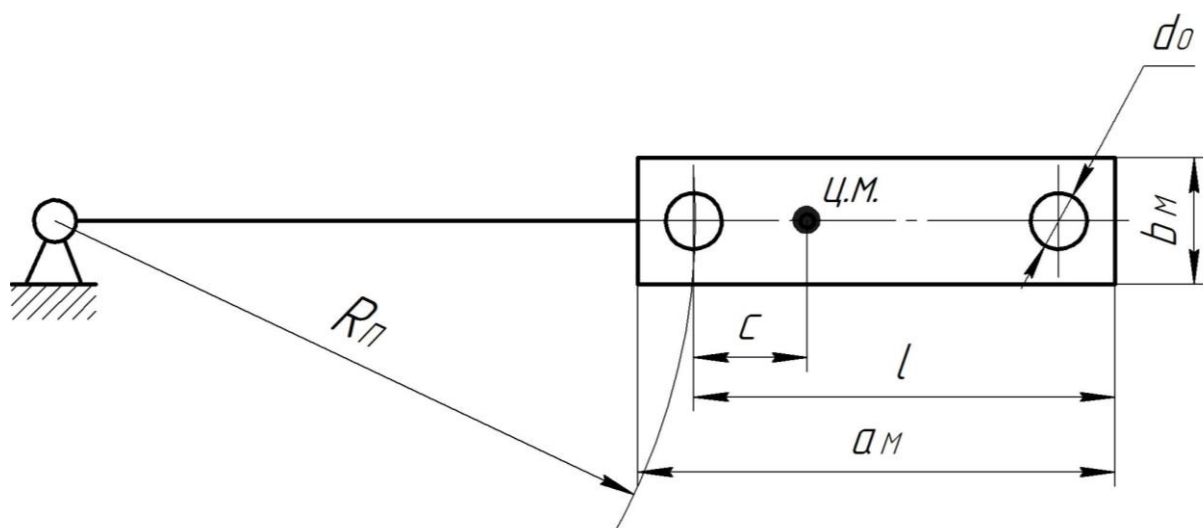


Рисунок 4.3 – Схема до розрахунку молотків з двома отворами

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

$$V'_{руйн} = \sqrt{K_3 (0,81 + 2,31g \lambda)}, \quad (4.13)$$

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

λ – ступінь подрібнення зерна.

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

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

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

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

де β – коефіцієнт швидкостей, $\beta = \frac{V_{пти}}{V_{руйн}} = 0,4...0,5$; тут $V_{пти}$ –

швидкість руху повітряно-продуктового шару, м/с.

Згідно з результатами досліджень, швидкість молотків при одноразовому ударі по зернині повинна бути в 1,5...2 рази більшою від розрахункової руйнуючої швидкості.

Кількість ударів певної інтенсивності, які необхідно нанести по зернині 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 табл. 5.1 та виконати 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_{II} | ω_P | λ | χ | Q_D |
| | | | | | | | | |

5.1. Силловий розрахунок

Силловий розрахунок молоткової дробарки виконують як перевірку підвішеного пальця на міцність при його розриві внаслідок дії відцентрової сили (рис. 5.1).

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/м³, для сталі

$$\gamma_M = 7400 \text{ кг/м}^3;$$

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

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

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

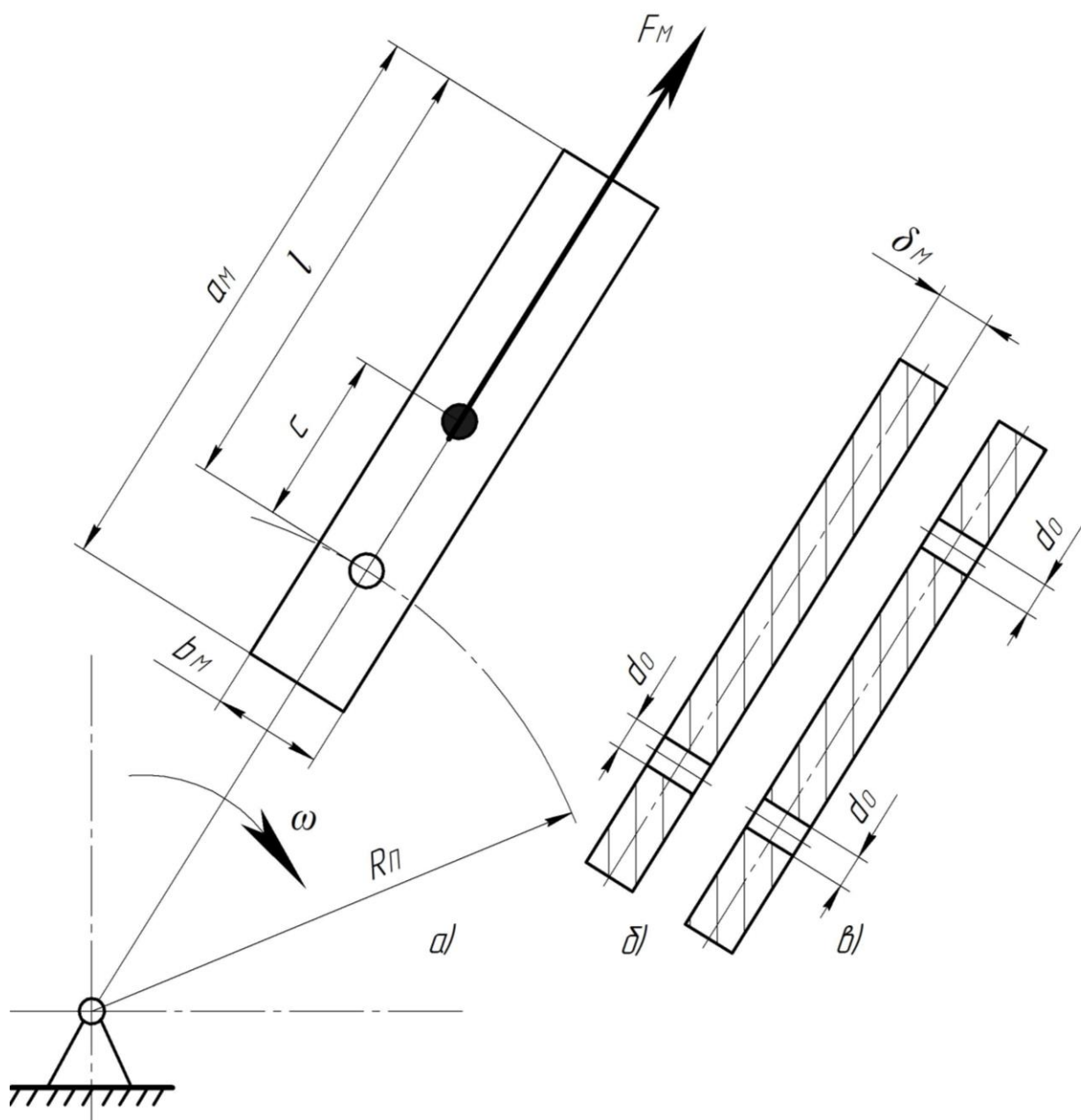


Рисунок 5.1 – Схема підвісу молотка дробарки та дії на нього відцентрової сили

Перевірка на міцність молотка повинна задовольняти умову, Н/м²

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

де S_M – площа перерізу молотка, яка сприймає навантаження;
 $[\sigma_M]$ – допустима границя міцності матеріалу, з якого виготовлено молоток, Н/м². Для сталі 45 $[\sigma_M] = 420$ Н/мм².

Площу перерізу молотка, м², визначають за формулою

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

де δ_M – товщина молотка, м;

d_O – діаметр отвору молотка, $d_O = 0,021$ м.

5.2. Енергетичний розрахунок

Питому роботу, Дж/кг, необхідну для подрібнення зерна, визначають за формулою

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

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

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

C_S – постійний коефіцієнт, визначає роботу, затрачену на утворення нових поверхонь при подрібненні 1 кг зерна (табл. 5.2).

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

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

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 табл. 5.1 відповідно до варіанту).

Енергетичні показники молоткової дробарки 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

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

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

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

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

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

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

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

Таблиця 5.2 – Значення коефіцієнтів

| Подрібнюваний корм | | Коефіцієнти | | |
|---------------------|---------------|-------------|----------------|----------------|
| | | C_{IP} | 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.

Практичне заняття № 6 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 табл. 6.1 вихідні дані згідно варіанту та побудувати схему різального апарата з криволінійним лезом.

6.1. Загальні відомості

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 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. Ніж може бути виготовлений у формі гіперболічної, логарифмічної або архімедової спіралі, розгортки кола та спіралі.

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

Продуктивність дискових соломосилосорізок, кг/с, визначають за формулою

$$Q_C = a_\Gamma \cdot b_\Gamma \cdot l_{\min} \cdot \rho \cdot Z_H \cdot n, \quad (6.1)$$

де a_Γ, b_Γ – відповідно висота і ширина горловини, м, $a_\Gamma = 0,04 \dots 0,06$ м;

l_{\min} – мінімальна довжина різання (січки), оскільки
 $l_p = 0,01 \dots 0,12$ м, то $l_{\min} = 0,01$ м;
 ρ – об'ємна маса стисненого продукту, $\text{кг}/\text{м}^3$, для соломи
 $\rho = 120 \dots 160$ $\text{кг}/\text{м}^3$, для зеленої маси $\rho = 350 \dots 500$ $\text{кг}/\text{м}^3$;
 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

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

де V_{II} – швидкість подачі маси живильним механізмом, м/с,
 $V_{II} = 0,15 \dots 0,5$ м/с.

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

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

де $N_{Ж}$ – потужність, що витрачається на привод живильника
 (розрахунки наведено далі), Вт;
 N_{II} – 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

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

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

Q_C – продуктивність подрібнювача, кг/с ;

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

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

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

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, $f = 0,6 \dots 0,7$.

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

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

При виконанні практичної роботи, потужність, Вт, яка затрачається на процес різання, визначають за формулою

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

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, $\chi = 40...50^\circ$.

Коефіцієнт різання з ковзанням визначають за формулою

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

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

6.2. Методика побудови різального апарата з криволінійним лезом

Для побудови конструктивної схеми різального апарата дискової соломосилосорізки з криволінійним лезом (рис. 6.1) необхідно на аркуші міліметрового паперу формату А2 за даними табл. 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 .

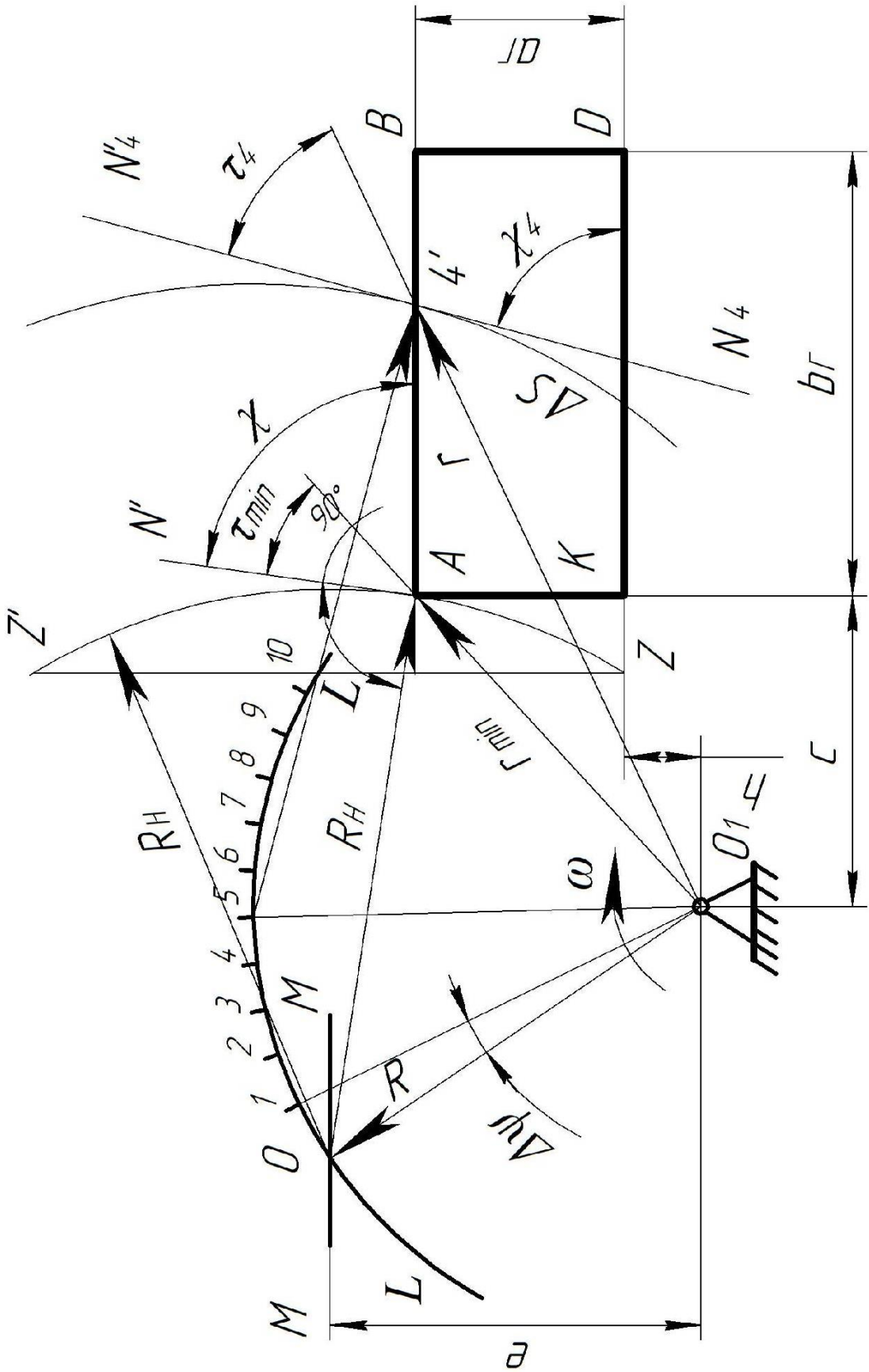


Рисунок 6.1 – Побудова схеми різального апарату з криволінійним лезом

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 табл. 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 | | | | | | | | |

Таблиця 6.1 – Вихідні дані для розрахунку

| Варіант | Об'ємна маса стисненого продукту, кг/м ³ | Продуктивність дискової соломосилосорізки, 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 |

Практичне заняття № 7 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ БАРАБАННОЇ СОЛОМОСИЛОСОРИЗКИ

Мета роботи: визначити основні параметри барабанної соломосилосорізки при її проектуванні.

План роботи

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

7.1. Загальні відомості про теоретичні основи різального апарату 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 рис. 7.1а.

Якщо розглядати розгортку барабана (рис. 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 (рис. 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 .

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

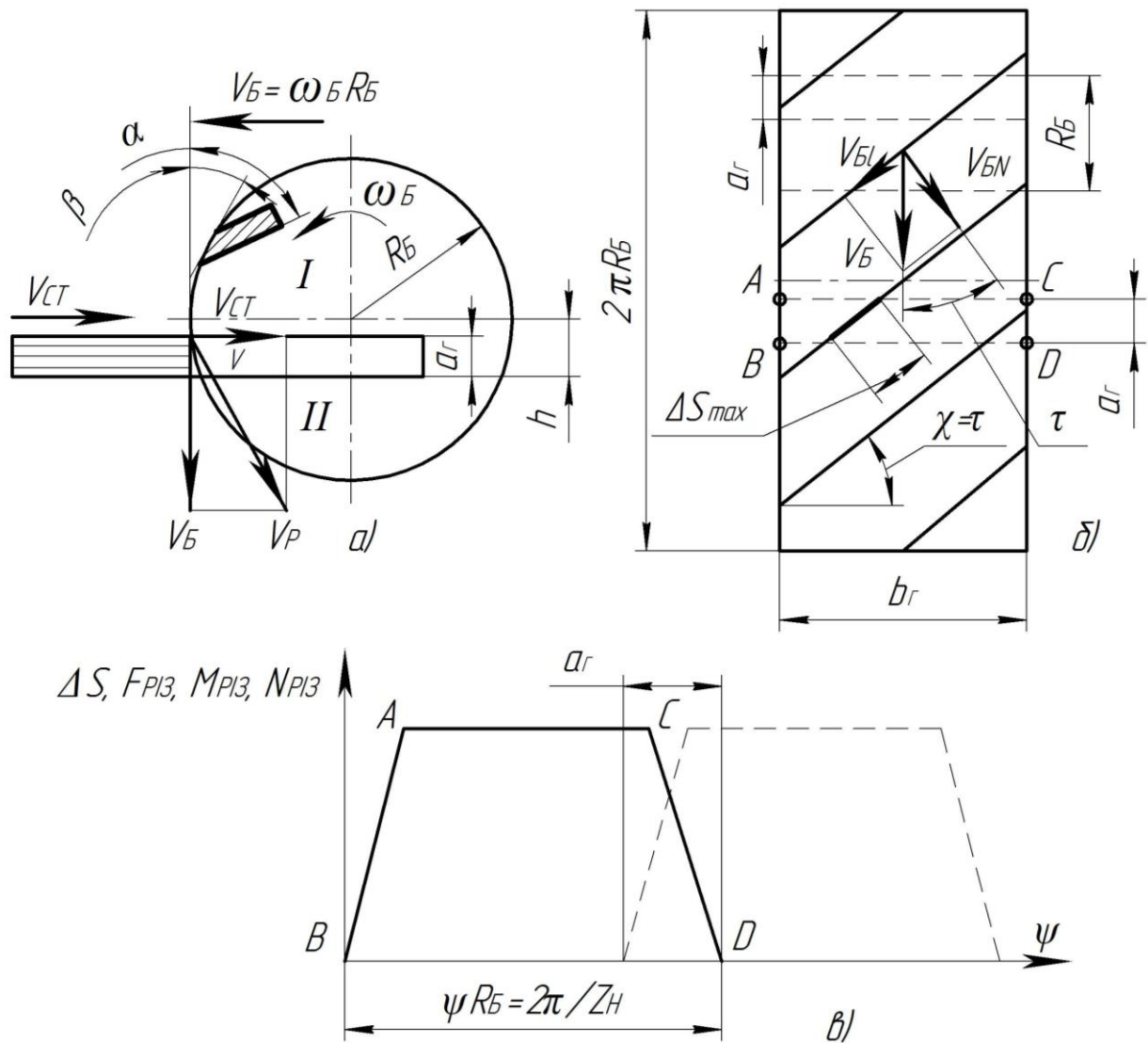


Рисунок 7.1 – Схема різального апарата:

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

У 2 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 (рис. 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. Формули для визначення 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 табл. 7.1.

Задача № 7.2

Визначити кількість ножів і продуктивність барабанної соломосилосорізки. Вихідні дані для розрахунку взяти з табл. 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 защемлення матеріалу, градус | 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 |

Практичне заняття № 8 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ БАРАБАННОЇ КОРЕНЕБУЛЬБОМІЙКИ

Мета роботи: визначити основні параметри барабанної коренебульбомійки.

План роботи

Виписати з табл. 8.1 і табл. 8.2 вихідні дані згідно варіанту, визначити основні параметри барабанної коренебульбомійки та розв'язати задачі №8.1 і №8.2.

8.1. Короткі відомості про теоретичні основи роботи барабанної коренебульбомійки

Барабанні коренебульбомійки відносять до тихохідних машин, які мають робочий орган, виконаний у вигляді планчатого барабана 2 (рис. 8.1а), 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 $m_K g$ та відцентрова сила $m_K \omega_B^2 R_B$, яка притискує коренеплід до внутрішньої поверхні барабана (рис. 8.1б). 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

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

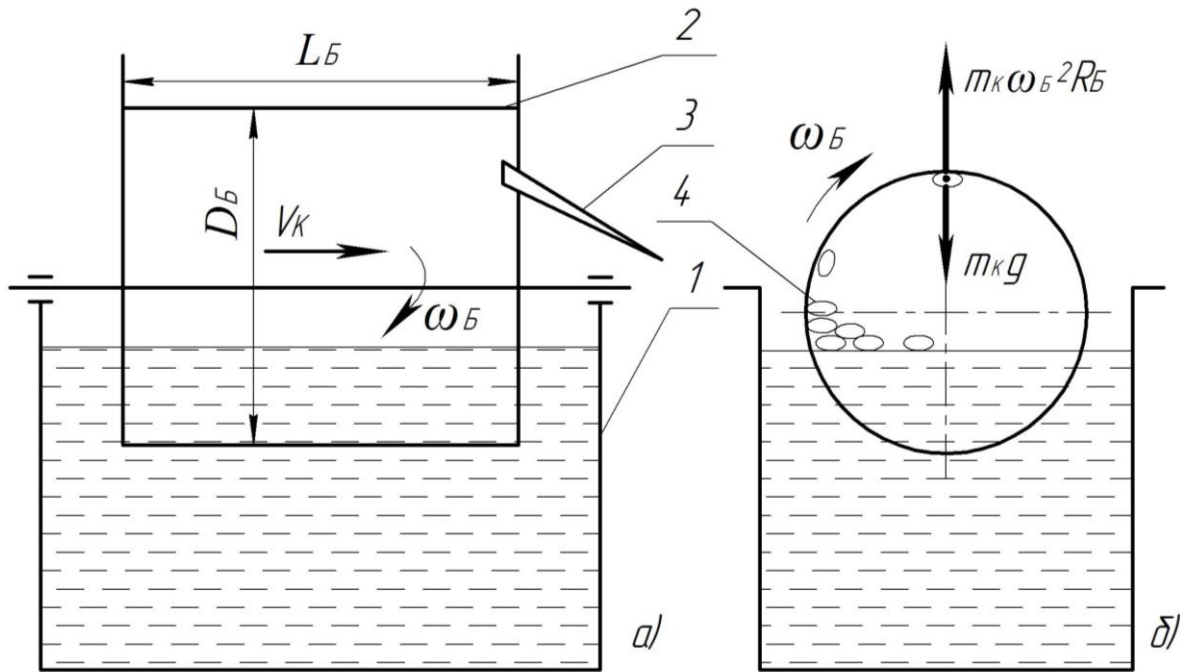


Рисунок 8.1 – Схема визначення основних параметрів барабанної коренебульбомийки:

1 – ванна; 2 – планчатий барабан; 3 – перекидний ківш; 4 – коренеплід.

8.2. Формули для визначення 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. При розв'язуванні задачі врахувати, що $D_B = 0,35 \dots 0,7$ м. Вихідні дані для розрахунку вибрати з табл. 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 табл. 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 затрата 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 табл. 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

Конструктивно-кінематична схема шнекової коренебульбомийки зображена на рис. 9.1.

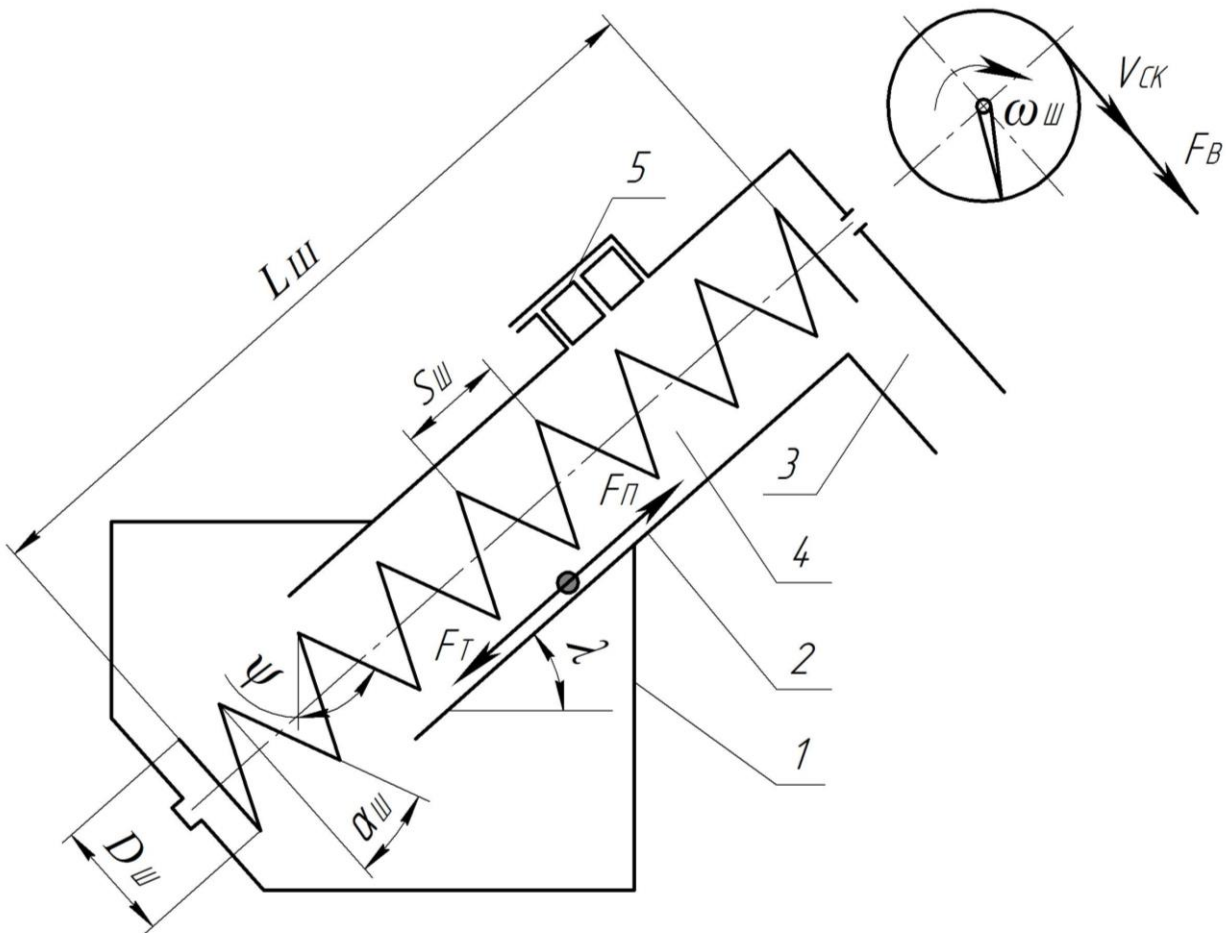


Рисунок 9.1 – Схема шнекової коренебульбомийки:

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

9.2. Конструктивний розрахунок шнекової коренебульбомийки

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

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

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

α_{III} – кут підйому гвинтової лінії шнека, град;

f_T – коефіцієнт тертя коренебульбоплодів по мокрій поверхні гвинта;

S_{III} – крок гвинта шнека, м;

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

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

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

де λ – кут нахилу шнека до горизонту, град.

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

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

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

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

Діаметр шнека коренебульбомийки, м, визначають за формулою

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

де Q_K – продуктивність коренебульбомийки, кг/с;

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

S_{III} – крок гвинтової лінії шнека, м;

ω_{III} – 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

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

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

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, м³, 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, $t_B = 90 \dots 120$ 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, $c = 10 \dots 15$ 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

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

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

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

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

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

9.4. Силевий 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 при переміщенні 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

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

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

Потужність на привод шнека, Вт, 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 табл. 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, $D_0 = 0,8 \cdot D_{III}$.

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.

Таблиця 9.1 – Вихідні дані для розрахунку коренебульбомийки

| Варіант | Об'ємна маса коренебульбоплодів, кг/м ³ | Коефіцієнт тертя | Кут прородного 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 |

Практичне заняття № 10

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ГОРИЗОНТАЛЬНО-ДИСКОВОЇ КОРЕНЕБУЛЬБОРІЗКИ

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

План роботи

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

10.1. Методика розрахунку горизонтально-дискової коренебульборізки

Конструктивно-технологічна схема горизонтально-дискової коренебульборізки з рухомим ножем наведена на рис. 10.1.

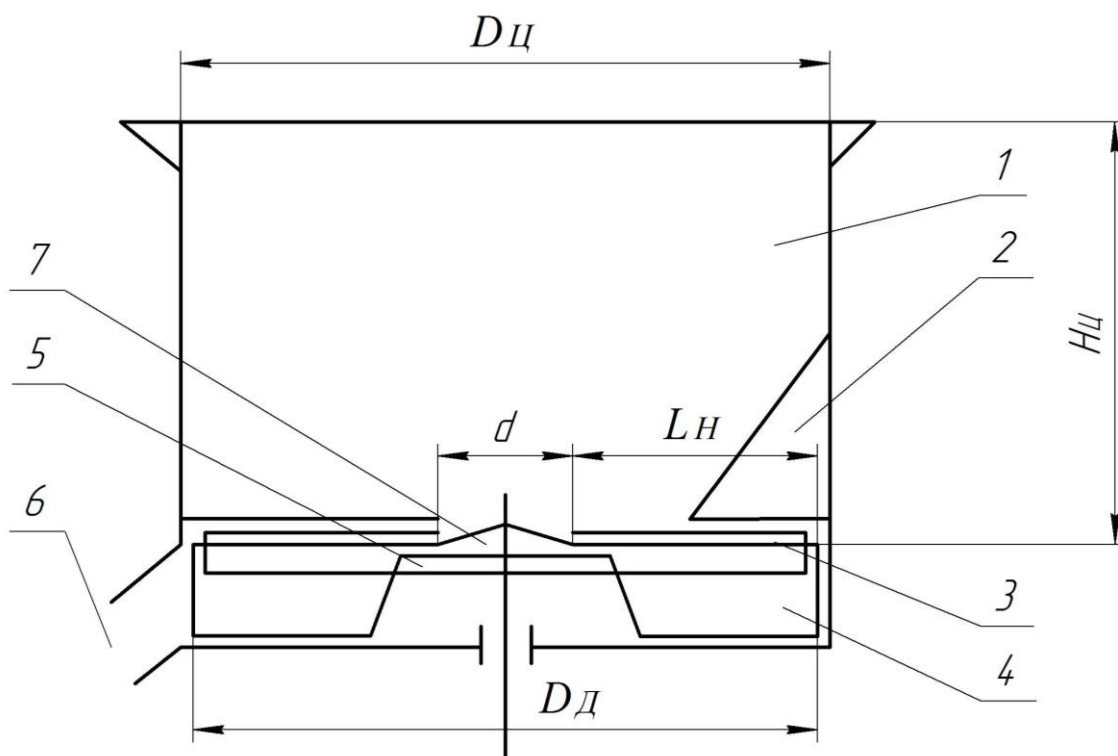


Рисунок 10.1 – Схема горизонтально-дискової коренебульборізки з рухомим ножем:

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

10.2. Конструктивний розрахунок горизонтально-дискової коренебульборізки

Максимальну частоту обертання диска з ножами, об/с, горизонтально-дискової 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

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

де Q_K – продуктивність горизонтально-дискової коренебульборізки, кг/с;

b_{\min} – мінімальна товщина стружки, ($b_{\min} = 5 \text{ мм}$);

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, $d = 0,08 \dots 0,12 \text{ м}$.

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

$$D_{Ц} = D_{Д} + 0,01. \quad (10.6)$$

Об'єм завантажувального циліндра, м, визначають за формулою

$$v_{Ц} = \frac{60 t_{Ц} \cdot Q_{К}}{\rho_{К}}, \quad (10.7)$$

де $t_{Ц}$ – максимально допустимий час перебування коренеплодів у циліндрі, при якому забезпечується безперервна робота коренерізки, $t_{Ц} = 10 \dots 15$ 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 витратити для подрібнення коренеплодів, визначають за формулою

$$N_{ПОДР} = q_{Р} \cdot L_{Н} \cdot K_{Н} \cdot K \cdot Z_{Н} \cdot n_{\partial} \left(\frac{D_{К} + d_{Д}}{2} \right), \quad (10.9)$$

де $q_{Р}$ – питома зусилля різання, $q_{Р} = 170$ Н/м;

$L_{Н}$ – довжина ножа мм;

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

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

$$N_{Т} = f_{Т} \cdot Q_{К} \cdot R \cdot n_{\partial} \cdot K_1 \cdot t_1, \quad (10.10)$$

де $f_{Т}$ – 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 витратити для приводу коренебульборізки, визначають за формулою

$$N = N_{ПОДР} + N_T. \quad (10.12)$$

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.

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 |

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 табл. 11.1 вихідні дані згідно варіанту та визначити основні параметри горизонтально-лопатевого змішувача кормів.

Методика розрахунку основних параметрів горизонтально-лопатевого змішувача кормів

11.1. Технологічний розрахунок

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

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

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

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

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. Силевий розрахунок горизонтально-лопатевого змішувача кормів

Схема сил, що діють у площині перпендикулярній осі вала мішалки, коли лопать занурена в корм, що перемішується, зображена на рис. 11.1.

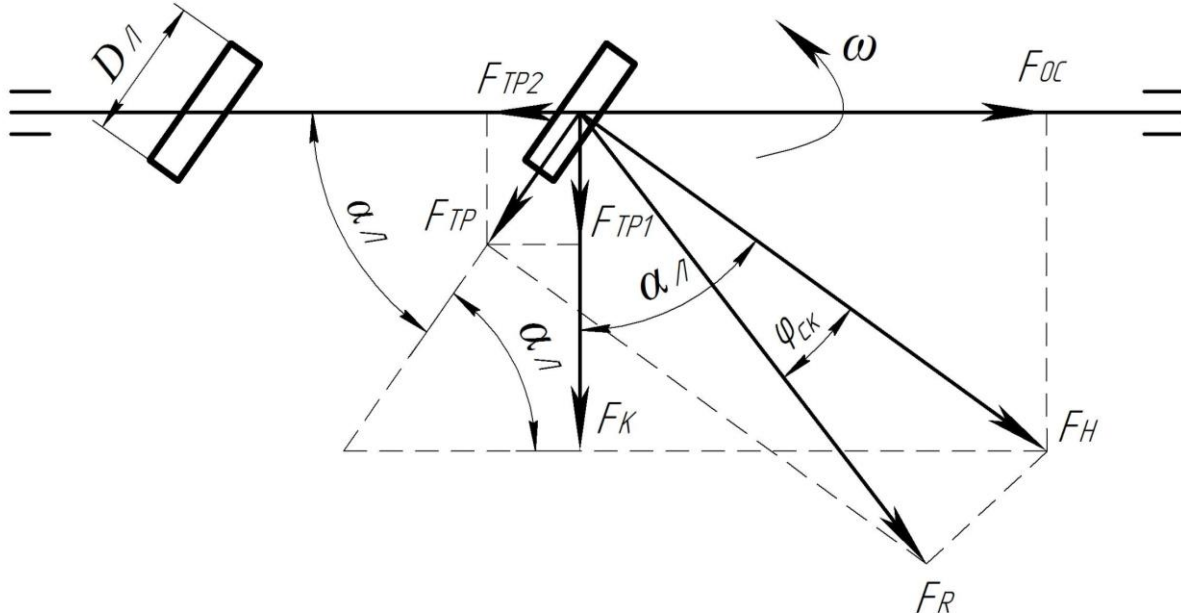


Рисунок 11.1 – Схема сил, що діють на лопать

При русі лопаті, зануреної в кормосуміш, опір, що діє на її довжині, поширюється за законом трикутника (рис. 11.2), 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, N , визначають за формулою

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

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

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

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, $\alpha_{Л} = 35^\circ$.

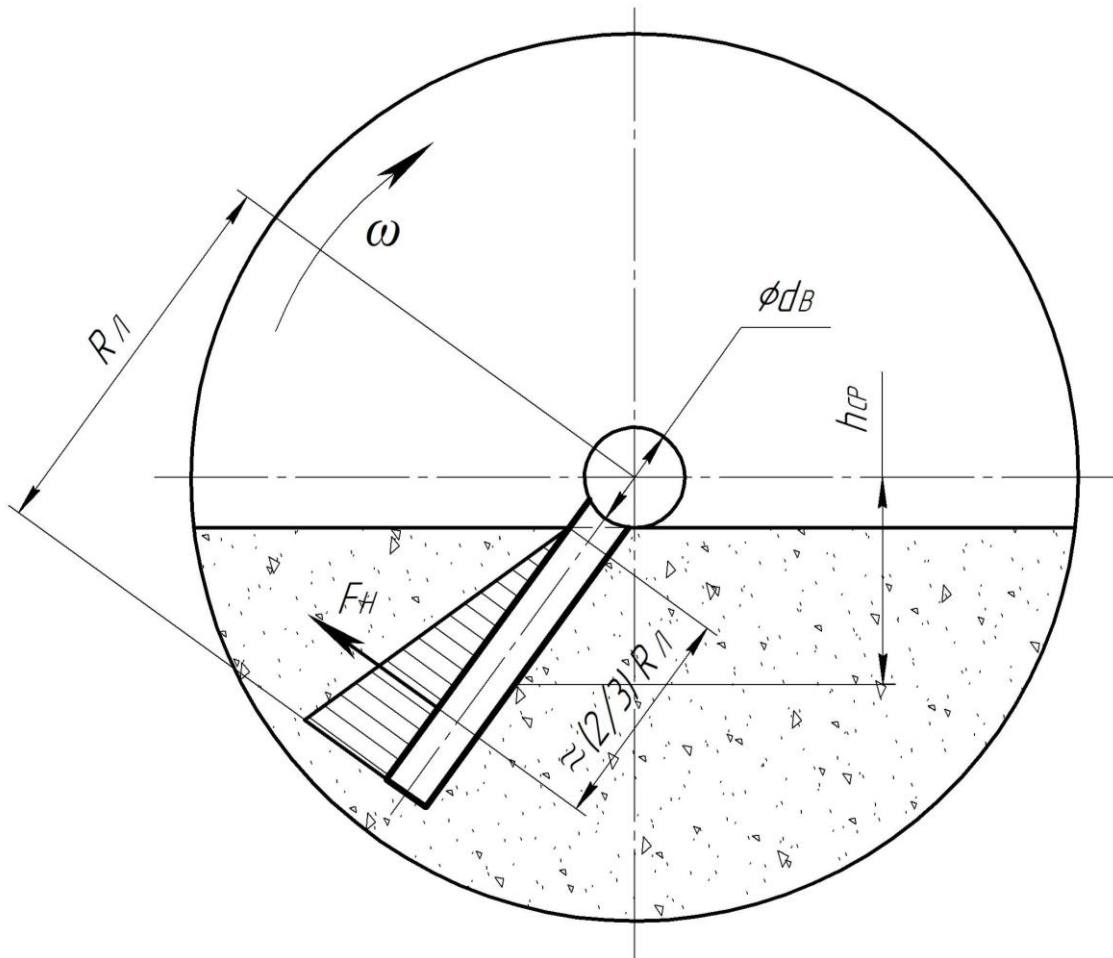


Рисунок 11.2 – Розрахункова схема лопатевого змішувача

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

$$N = \frac{(F_K \cdot V_K + F_{OC} \cdot V_{OC}) Z_L \cdot Z_M}{1000}, \quad (11.15)$$

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 |

Практичне заняття № 12
ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ
КАРТОПЛЕЗАПАРНИКА

Мета роботи: визначити основні параметри картоплезапарника.

План роботи

Виписати з табл. 12.1 та табл. 12.2 дані згідно варіанту, визначити основні параметри картоплезапарника, 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 запалювального 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.

Об'єм запарювального чана, м³, 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 $K_3 = \frac{D_{\text{ч}}}{H_3} = 0,9 \dots 1,3$.

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

$$\delta_C = \frac{p_{\text{п}} \cdot D_{\text{ч}}}{2 \cdot [\sigma_P] \cdot n_3} + \Delta, \quad (12.3)$$

де $p_{\text{п}}$ – тиск пари всередині чана, МПа;

$[\sigma_P]$ – допустиме напруження при розтягу, МН/м², для сталі марки ст.3
 $[\sigma_P] = 90 \dots 95$ МН/м²);

n_3 – коефіцієнт запасу міцності шва, для одностороннього шва

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

Δ – припуск на зношування, корозію і нерівності поверхні,

$\Delta = 0,001 \dots 0,002$ м.

Задача № 12.1

Визначити продуктивність картоплезапарника, 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 картоплезапарника, 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 | 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 | Допустиме напруження при розтягу, МПа | Товщина стінки запарника, мм |
|---------|--|--|--|------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--|---------------------------------|
| | Q_{K3} | $v_{3.ч}$ | ρ_K | K | k_3 | P_{II} | 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 табл. 13.1 вихідні дані згідно варіанту та розрахувати технологічні та конструктивні параметри прес-гранулятора.

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

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

де D_G – тривалість періоду, протягом якого здійснюють гранулювання кормів, для розрахунків приймають $D_G = 30$ 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 $\tau_{3M} = 0,8$.

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_G | Φ_G | P_D | ρ_G | ρ_M | t_G | d_K | r_B |
| 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 рис. 13.1.

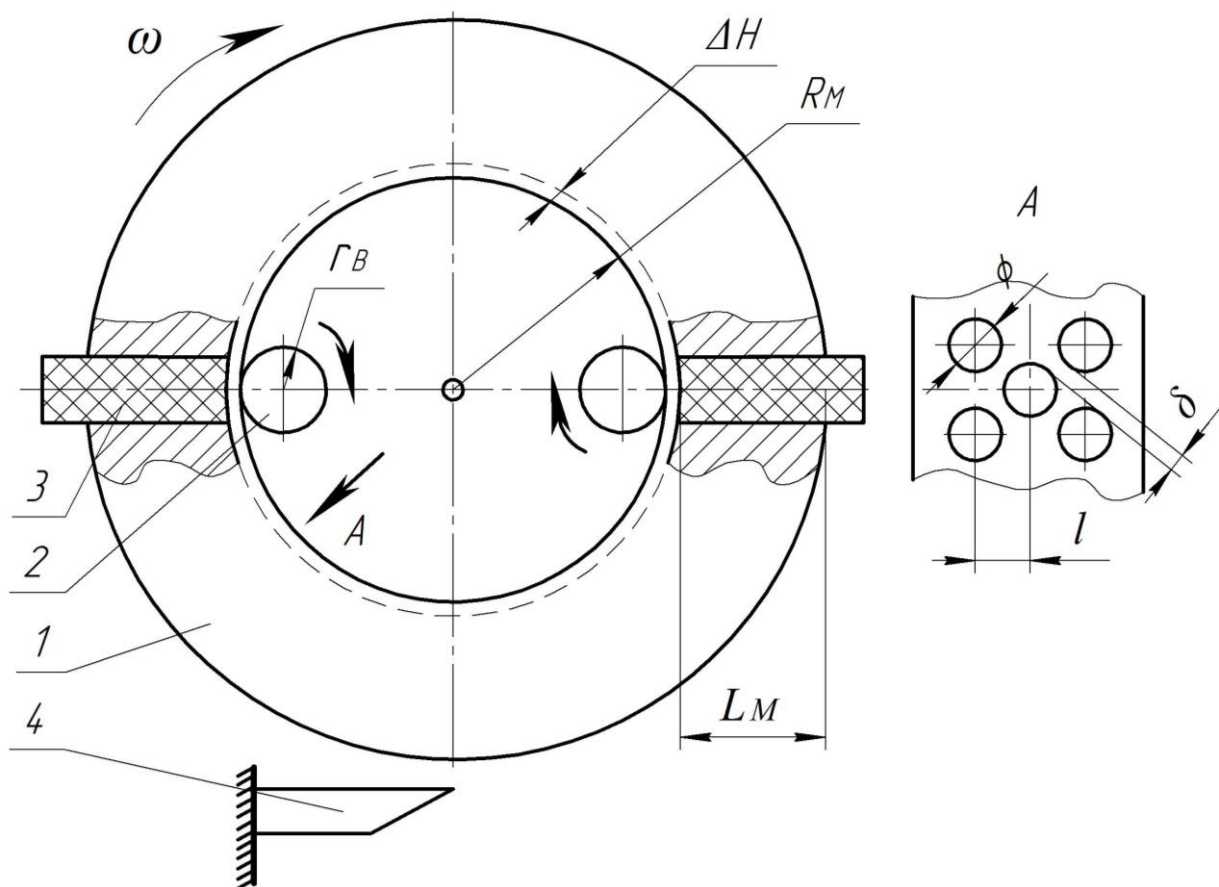


Рисунок 13.1 – Схема кільцевого прес-гранулятора:

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

Довжину каналу матриці, м, визначають за формулою

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

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_{Υ} – ступінь ущільнення корму.

Ступінь ущільнення корму визначають за формулою

$$\lambda_{\Upsilon} = \frac{\rho_{\Gamma}}{\rho_{M}}, \quad (13.4)$$

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

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

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

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

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 (рис. 13.2), визначають із залежності

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

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. рис. 13.2), визначають за формулою

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

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

$$Z_{K\Pi} = \frac{\beta_{\Pi}}{\alpha_K}. \quad (13.14)$$

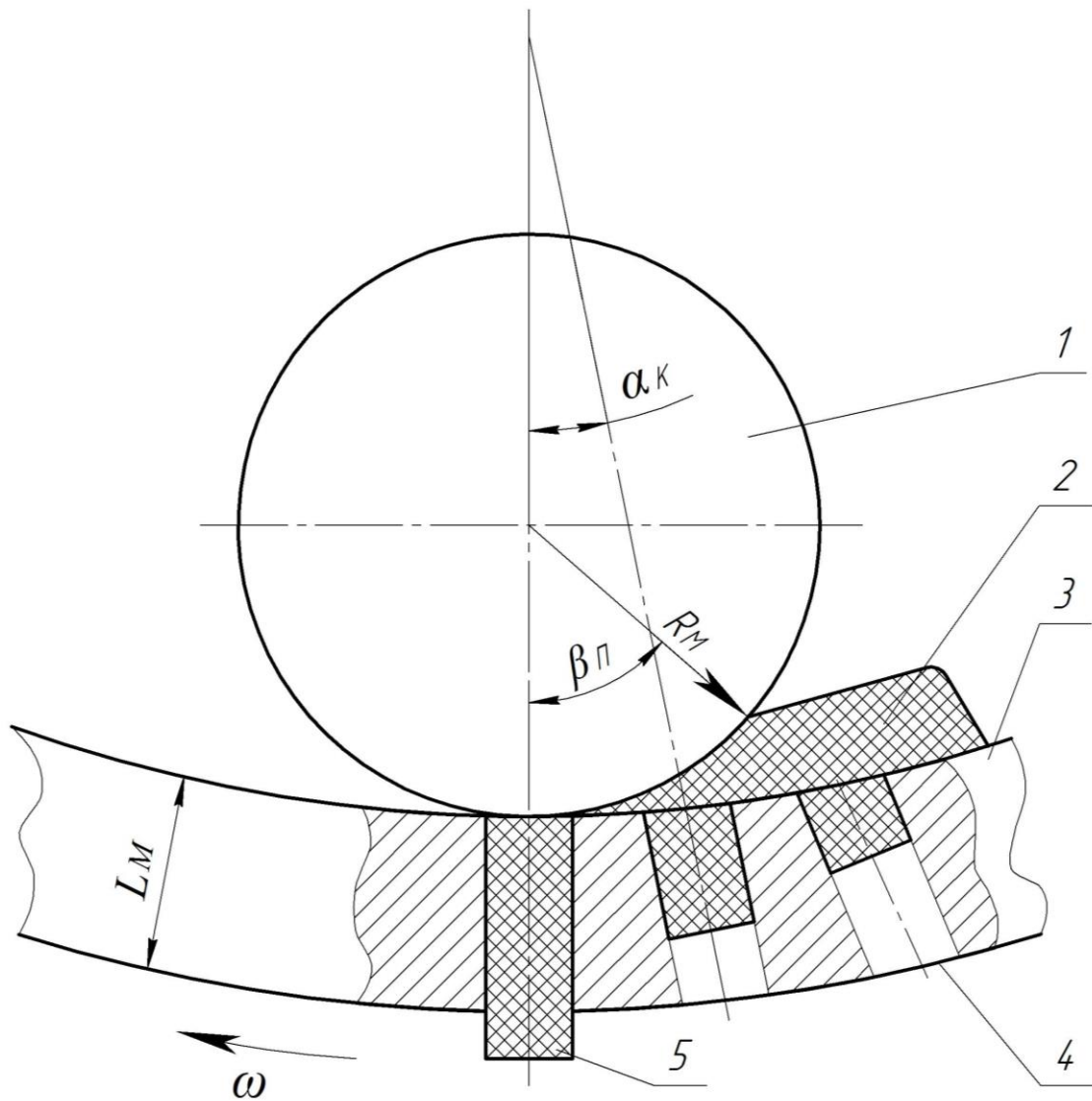


Рисунок 13.2 – Схема пресування матеріалу вальцем у кільцевій матриці:
 1 – валець; 2 – матеріал; 3 – матриця; 4 – канал; 5 – гранула.

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

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

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.

14.1. Кінематичний розрахунок прес-гранулятора з кільцевою матрицею

Максимальну частоту обертання матриці, 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, $\sigma_P = 1,3 \dots 1,7$ кПа;

l_{Γ} – довжина гранул, $l_{\Gamma} = (1,5 \dots 2) d_K$, 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 $3 \dots 5$ об/с.

Середню швидкість, м/с, переміщення гранул в каналі матриці, визначають за формулою

$$V_{\text{ср}} = \frac{4 Q_{\text{ПГ}}}{K_{\text{П}} \cdot \rho_{\Gamma} \cdot Z_{\text{В}} \cdot d_K^2 \cdot Z_{\Gamma}}, \quad (14.2)$$

де $Q_{\text{ПГ}}$ – продуктивність прес-гранулятора, кг/с ;

$K_{\text{П}}$ – коефіцієнт перфорації матриці, $K_{\text{П}} = 0,06 \dots 0,07$;

$Z_{\text{В}}$ – 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, H , яка виникає при переміщенні матеріалу в каналі матриці прес-гранулятора, визначають за формулою

$$F_{TP} = \pi \cdot f_T \cdot \frac{\mu}{1 - \mu} \cdot d_K \cdot L \cdot p_{\max}, \quad (14.4)$$

де f_T – коефіцієнт тертя матеріалу об стінки каналу;

μ – коефіцієнт Пуассона, $\mu = 0,29 \dots 0,31$;

d_K – діаметр отвору каналу матриці, м.

14.3. Енергетичний розрахунок

Потужність, кВт, яку необхідно затратити для переміщення гранул у каналах матриці, визначають за формулою

$$N = \frac{F_{TP} \cdot V_{\Gamma} \cdot K_{\Phi} \cdot Z_{\Gamma} \cdot K_E}{1000 \eta}, \quad (14.5)$$

де F_{TP} – сила тертя, яка виникає в каналі при русі гранули, Н;

V_{Γ} – швидкість переміщення гранул у каналі матриці, м/с, приймають

$$V_{\Gamma} = V_{\Gamma_{\text{ср}}};$$

K_{Φ} – коефіцієнт, який враховує фізико-механічні властивості корму,

$$K_{\Phi} = 5;$$

Z_{Γ} – 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 при переміщенні матеріалу в каналі.
3. Визначити потужність, яка необхідна для переміщення гранул у каналах матриці.

Практичне заняття № 15
ТЕХНОЛОГІЧНО-КОНСТРУКТИВНИЙ ТА
КІНЕМАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК МОБІЛЬНОГО
БУНКЕРНОГО КОРМОРОЗДАВАЧА

Мета роботи: вивчити методику розрахунку мобільного бункерного кормороздавача.

План роботи

Виписати з табл. 15.1 вихідні дані згідно варіанту та визначити основні параметри мобільного кормороздавача.

15.1. Загальні відомості

Вихідними даними для проектування мобільного бункерного кормороздавача є поголів'я тварин, що будуть обслуговуватися кормороздавачами, 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, $K_{3K} = 1,05 \dots 1,1$.

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, м³, визначають за формулою

$$v_{B.K} = \frac{\Pi_{KB}}{\rho_K \cdot k_{3B}}, \quad (15.5)$$

де ρ_K – об'ємна маса корму, кг/м³.

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 проектами тваринницьких приміщень. Згідно вимог проектування 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 при 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, позовжнього 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 позовжнього 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 позовжнього і вивантажувального транспортерів при роздаванні кормів.

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 табл. 16.1 вихідні дані згідно варіанту, розрахувати основні параметри ланцюгово-скребкового транспортера 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 гноєвого 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.

Сила 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, $h_\Gamma = (1...1,3) h_K$;
 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, 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

$$F_4 = 2 q_L \cdot L_L \cdot f_L, \quad (16.7)$$

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 при переміщенні 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

$$F_{OC} = F_1 (1 - f_B \cdot tg \alpha_{\max}), \quad (16.10)$$

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

$$F_{II} = \frac{F_{OC} \cdot B_C}{t_{II} \cdot t (g \alpha_{\max} - f_\Gamma \cdot tg \alpha_{\max}^2)} - \frac{F_0}{2 (1 - f_B \cdot tg \alpha_{\max})}, \quad (16.11)$$

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_{II} до ланцюга транспортера, м.

Відстань, м, від точки прикладання сили F_{II} 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_{II} ,

$C = 0,01 \dots 0,02$ при $\alpha = 0^\circ$, $C = 0,03 \dots 0,04$ при $\alpha = 15^\circ$ (див. рис. 16.1).

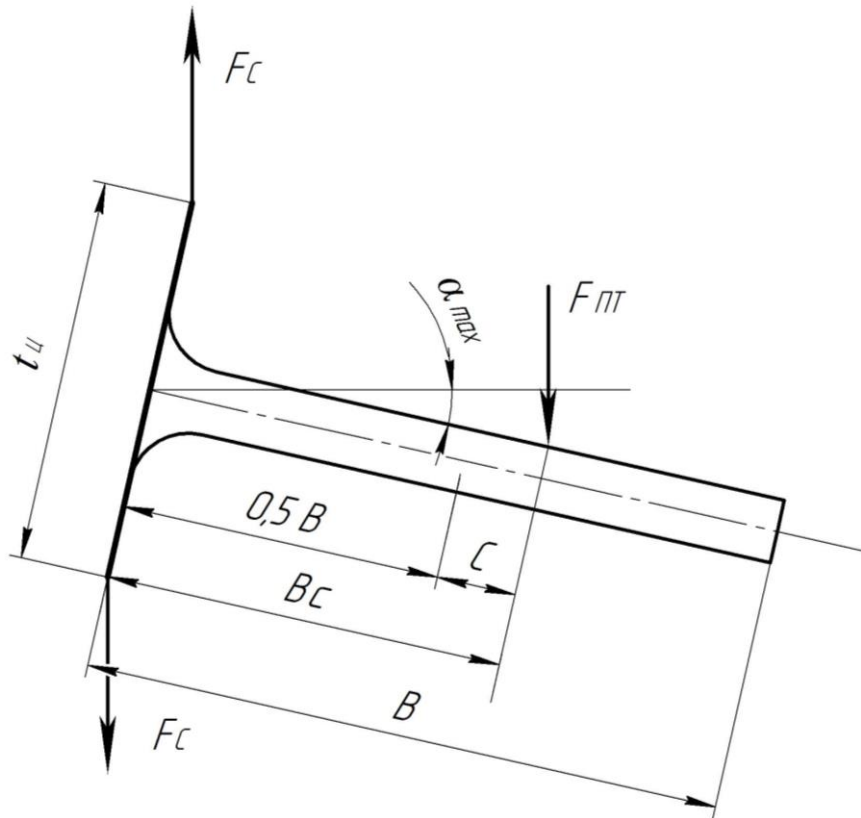


Рисунок 16.1 – Схема сил, що діють на скребок

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

$$N_{ДВ} = \frac{K_O \cdot F_{ПГ} \cdot V_{ЛГ}}{\eta_T}, \quad (16.14)$$

де K_O – коефіцієнт, який враховує опір натягу на приводній зірочці,

$$K_O = 1,1;$$

η_T – ККД трансмісії, $\eta_T = 0,75 \dots 0,85$.

16.2. Методика розрахунку похилого транспортера

Вивантажувальний транспортер розраховують за такою ж методикою, як і горизонтальний, тільки при визначенні продуктивності у формулу (16.1) підставляють значення швидкості $V_{ЛТ}$, яка в 3...4 рази більша за швидкість горизонтального транспортера, а при визначенні зусиль 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 $\cos \beta$ ($\beta = 40...50^\circ$).

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.

Таблиця 16.1 – Вихідні дані

| Варіант | Висота тіла волочинія, мм | Ширина канавки для гною, м | Об'ємна маса гною, кг/м ³ | Швидкість руху ланцюга транспортера, м/с | Довжина шляху переміщеннягною, 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 |

Практичне заняття № 17
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 табл. 17.1 вихідні дані згідно варіанту, розрахувати основні технологічні параметри пульсатора доїльного апарата.

17.1. Короткі відомості про теоретичні основи розрахунку технологічних параметрів пульсатора доїльного апарата

Розрахунок доїльних апаратів включає визначення крайніх меж розрідження у керуючій камері пульсатора, тривалості тактів, циклу, співвідношення тактів, частоти пульсацій, а також обґрунтування вибору конструктивних параметрів пульсатора і колектора.

У даній 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).

17.2. 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 (рис. 17.1а);

б) на момент переходу від такту стиску до такту всасання, коли клапан опускається вниз, з'єднуючи камеру $2n$ з областю постійного розрідження (рис. 17.1б).

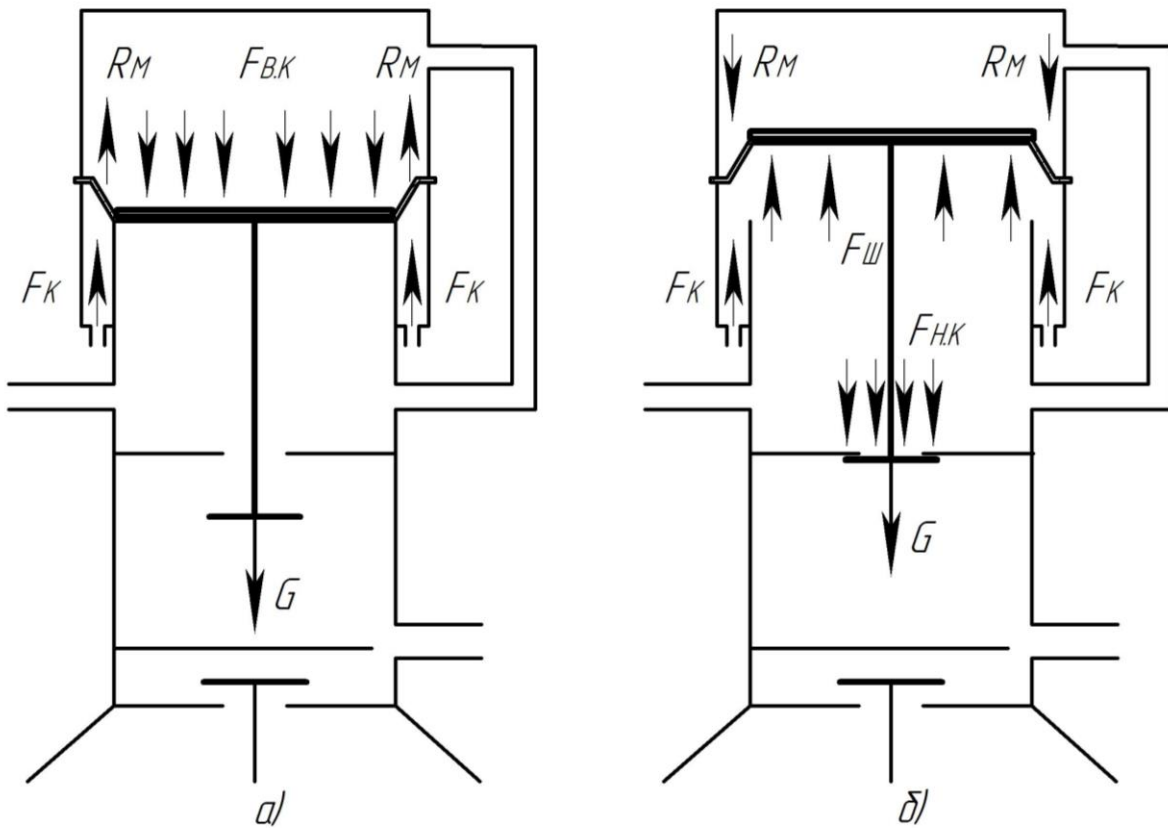


Рисунок 17.1 – Схема дії сил у пульсаторі:

а) момент переходу клапана з нижнього положення у верхнє;

б) момент переходу клапана з верхнього положення у нижнє.

Момент переходу від такту всасання до такту стиску

Із наведеної схеми (див. рис. 17.1а) 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

$$F_{B.K} = (h - h_1) \cdot A_{B.K} \cdot K, \quad (17.1)$$

де K – коефіцієнт перерахунку тиску в мм.рт.ст. на його значення в паскалях, $K = 0,133$;

$A_{B.K}$ – площа верхнього клапана пульсатора, m^2 ;

h – атмосферний тиск, кПа;

h_1 – тиск розрідження в камері пульсатора, кПа.

З врахуванням рис. 17.2 площу $A_{B.K}$, m^2 , визначають за формулою

$$A_{B.K} = \frac{\pi \cdot d_{B.K}^2}{4}, \quad (17.2)$$

де $d_{B.K}$ – діаметр верхнього клапана, приймають таким, що дорівнює діаметру камери $2n$, м.

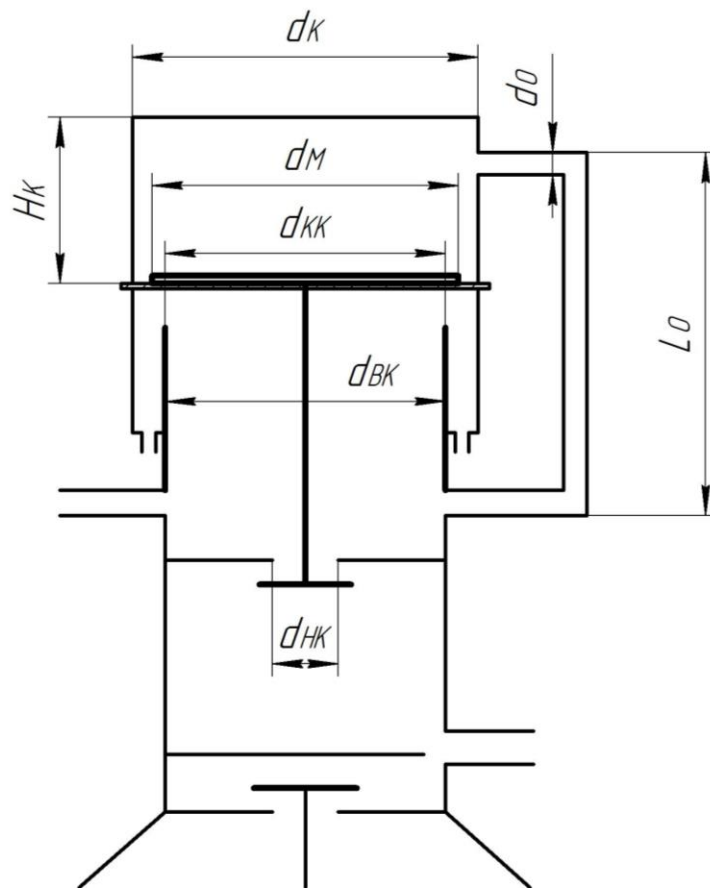


Рисунок 17.2 – Схема до визначення розмірів пульсатора

Крім сили $F_{B.K}$ вниз діє сила ваги рухомих частин G .

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

$$F_K = h_1 \cdot u \cdot A_K \cdot K, \quad (17.3)$$

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

$$u = \frac{\frac{1}{3} + \frac{d_{K.K}}{d_M} + \left(\frac{d_{K.K}}{d_M}\right)^2}{1 + 2 \frac{d_{K.K}}{d_M} + \left(\frac{d_{K.K}}{d_M}\right)^2}, \quad (17.4)$$

де d_M – зовнішній діаметр мембрани, м;

$d_{K.K}$ – внутрішній діаметр кільцевої камери, м.

Площу кільцевої камери $3n$, м², визначають за формулою

$$A_K = \frac{\pi}{4} (d_M^2 - d_{K.K}^2). \quad (17.5)$$

Рівняння рівноваги сил у момент переходу клапана з нижнього положення у верхнє становить

$$F_{B.K} + G = F_K + R_M. \quad (17.6)$$

Враховуючи залежності (17.1)-(17.5), h_1 , Па, визначають за формулою

$$h_1 = \frac{1}{A_{B.K} + u \cdot F_K} \left(h \cdot A_{B.K} + \frac{G - R_M}{K} \right). \quad (17.7)$$

Момент переходу від такту стиску до такту ссання

На схемі (див. рис. 17.1б) 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

$$F_{H.K} = h \cdot A_{H.K} \cdot K, \quad (17.8)$$

де $A_{H.K}$ – площа нижнього клапана, м².

Площу нижнього клапана, м², визначають за формулою

$$A_{H.K} = \frac{\pi \cdot d_{H.K}^2}{4}, \quad (17.9)$$

де $d_{H.K}$ – діаметр нижнього отвору камери $2n$, м.

Крім цієї сили, 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:

$$F_{III} = h_2 \cdot A_{III} \cdot K; \quad (17.10)$$

$$F_K = h_2 \cdot u \cdot A_K \cdot K, \quad (17.11)$$

де A_{III} – площа шайби, м²;

Площу шайби, м², визначають за формулою

$$A_{III} = \frac{\pi \cdot d_{K.K}^2}{4}. \quad (17.12)$$

Рівняння рівноваги сил у момент переходу клапана з верхнього положення в нижнє має вигляд

$$F_{H.K} + G + R_M = F_{III} + F_K. \quad (17.13)$$

Враховуючи формули (17.8)-(17.12), h_2 , Па, визначають за формулою

$$h_2 = \frac{1}{A_{III} + u \cdot A_K} \left(h \cdot A_{H.K} + \frac{G + R_M}{K} \right). \quad (17.14)$$

17.3. Визначення тривалості тактів ссання і стиску

Час відкачування або такт ссання, s , та час впуску або такт розвантаження, s , визначають за формулами:

$$t_1 = \frac{v_K}{(76-h) K_P} \cdot \ln \left(\psi_1 \frac{h-h_2}{h-h_1} \right); \quad (17.15)$$

$$t_2 = \frac{v_K}{(76-h) K_P} \cdot \ln \left(\psi_2 \frac{h_1}{h_2} \right), \quad (17.16)$$

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

$$v_K = \frac{\pi \cdot d_M^2}{4} \cdot H_K, \quad (17.17)$$

де d_M – внутрішній діаметр камери $4n$, дорівнює зовнішньому діаметру мембрани, м;

H_K – висота камери $4n$, м.

Коефіцієнт Пуазейля визначають за формулою

$$K_P = \frac{\pi \cdot d_0^4}{128 l_0 \cdot \eta_0}, \quad (17.18)$$

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:

$$\psi_1 = \frac{152 - (h + h_1)}{152 - (h + h_2)}; \quad (17.19)$$

$$\psi_2 = \frac{152 - h_2}{152 - h_1}, \quad (17.20)$$

де h , h_1 і h_2 – відповідно атмосферний тиск та тиск розрідження, кПа.

Співвідношення тактів визначають за формулою

$$\delta_C = \frac{t_1}{t_2} = \frac{76}{(76 - h)} \cdot \frac{\ln\left(\psi_1 \cdot \frac{h - h_2}{h - h_1}\right)}{\ln\left(\psi_2 \cdot \frac{h_1}{h_2}\right)}. \quad (17.21)$$

Тривалість циклу (пульсу), с, визначають за формулою

$$t_{\text{Ц}} = t_1 + t_2. \quad (17.22)$$

Частоту пульсацій, хв^{-1} , визначають за формулою

$$k_{\text{П}} = \frac{60}{t_{\text{Ц}}}. \quad (17.23)$$

Завдання для звіту

Виписати з таблиці вихідні дані згідно варіанту та викреслити схему з позначенням розмірів пульсатора і відповідно до складеної методики, розрахувати основні його технологічні параметри.

Таблиця 17.1 – 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 |
|---------|-------------------------------|-------------------------------|---|------------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|------------------------------|----------------------------|
| | $d_{В.К}$ | $2\pi d_M$ | $d_{К.К}$ | $2\pi d_{Н.К}$ | $4\pi H_K$ | 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 № 18 РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ СЕПАРАТОРА

Мета роботи: вивчити процес сепарації та методику розрахунку основних його параметрів.

План роботи

Виписати з табл. 18.1 вихідні дані згідно варіанту, визначити основні параметри сепаратора.

18.1. Теоретичні відомості про основи сепарації молока

Молоко, яке поступає в міжтарілкові зазори, під дією відцентрової сили переміщується до периферії тарілок (рис. 18.1).

Жирові кульки разом з потоком молока рухаються вниз до периферії тарілок зі швидкістю потоку, м/с, яку визначають за формулою

$$V_{\Pi} = \frac{Q_C}{2 R_C \cdot h_T \cdot Z_T}, \quad (18.1)$$

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

$$V_C = \frac{1}{18} \omega_B^2 \cdot R_C \cdot d_K^2 \cdot \left(\frac{\rho_{\Pi} - \rho_{\text{Ж}}}{\mu} \right), \quad (18.2)$$

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 табл. 18.2.

Таблиця 18.1 – 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 | Малий 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 |

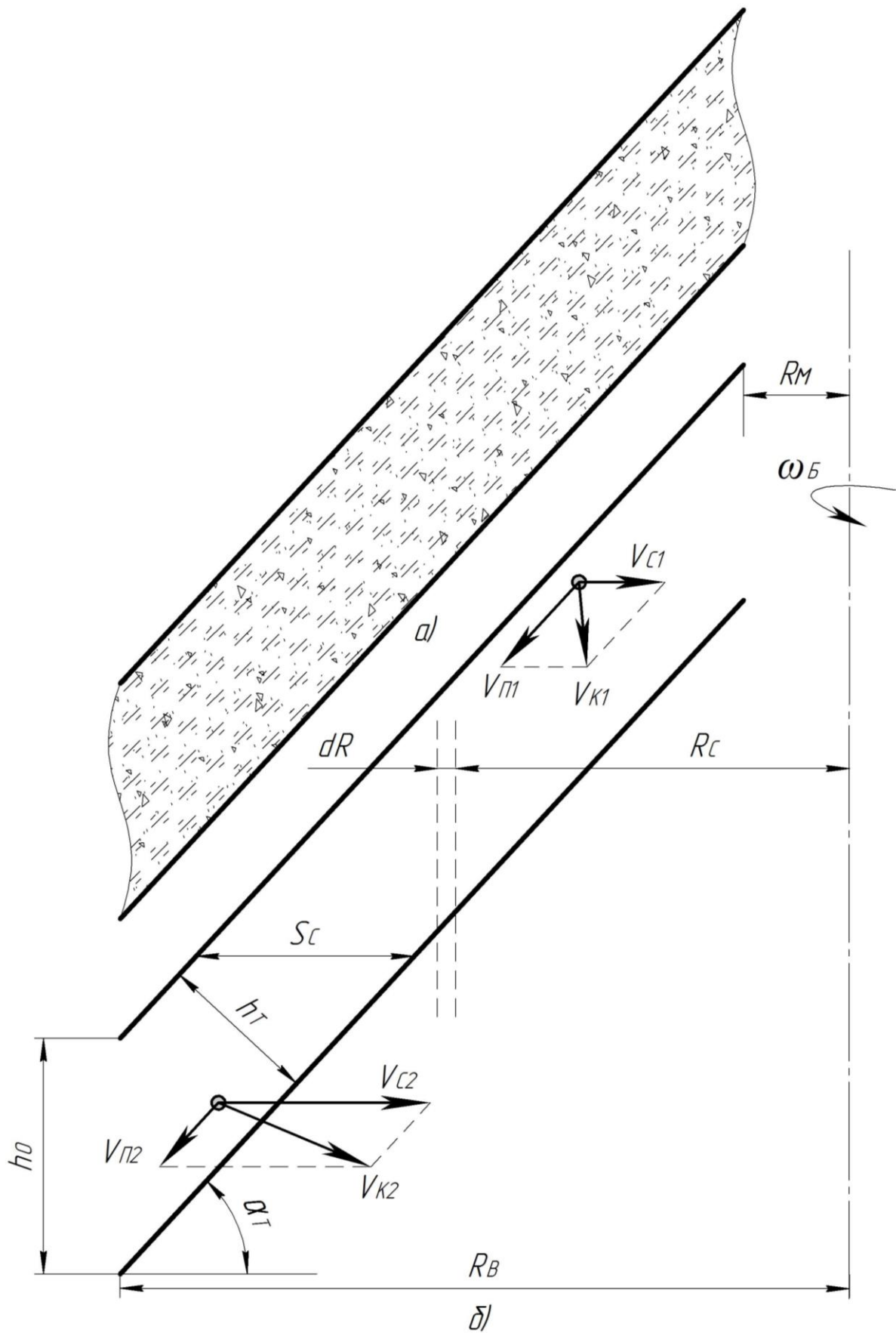


Рисунок 18.1 – Схема для визначення параметрів сепаратора:
 а) схема концентрації жирових кульок;
 б) розміри тарілки і напрямки швидкостей жирової кульки.

Таблиця 18.2 – 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

$$S_C = \frac{2 \pi \cdot h_0 \cdot Z_T}{Q_C} \cdot \frac{\omega_B^2 \cdot d_K^2}{18 \mu} \cdot (\rho_{II} - \rho_{ж}) \cdot \left(\frac{R_B^3 - R_M^3}{3} \right), \quad (18.3)$$

або за формулою

$$S_C = \frac{h_0}{\text{tg} \alpha_T}, \quad (18.4)$$

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 (18.3) і (18.4), отримаємо вираз для визначення продуктивності сепаратора, м³/год, який з урахуванням того, що $\frac{\rho_{\Pi} - \rho_{Ж}}{\mu} = 2900 \cdot t_M$, та введенням технологічного коефіцієнта корисної дії η_C , набуде такого виразу

$$Q_C = 48 \cdot 10^6 \cdot \eta_C \cdot n_B^2 \cdot Z_T \cdot d_K^2 \cdot t_M \cdot \operatorname{tg} \alpha_T \cdot (R_B^3 - R_M^3), \quad (18.5)$$

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

$$p_M = \eta_G \cdot \frac{\rho \cdot \omega_B^2}{2 \cdot 10^6} \cdot (2R_H^2 - r^2), \quad (18.6)$$

де η_G – гідравлічний к.к.д. насоса, $\eta_G = 0,38 \dots 0,42$;

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 (рис. 18.2). Молоко з поплавкової камери 3 при впливанні поплавка 4 по центральній трубі поступає під тарілотримач, а звідси в міжтарілкові простори.

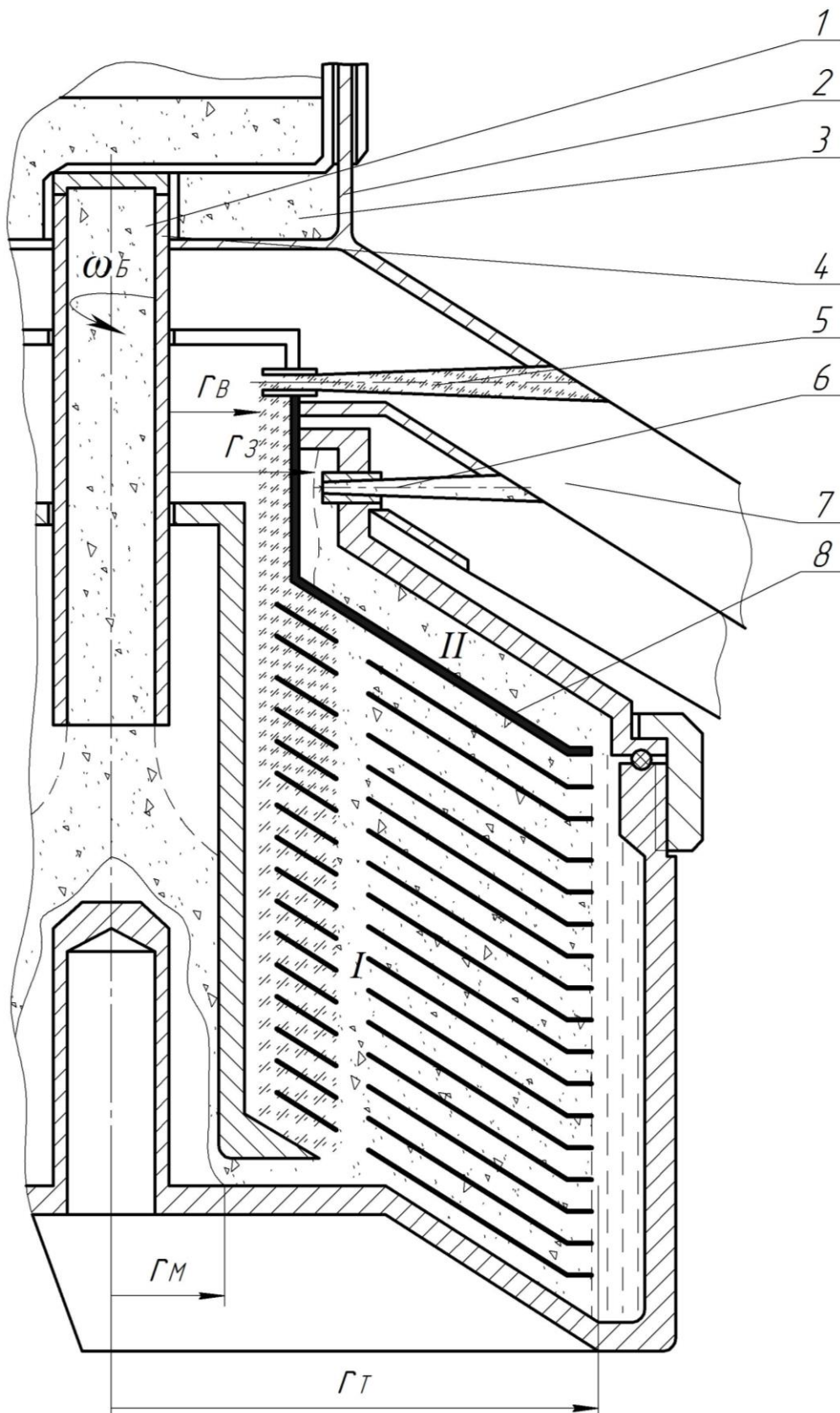


Рисунок 18.2 – Схема барабана з регуляторами жирності вершків.
 1 – веретено; 2 – кришка; 3 – поплавкова камера; 4 – поплавок;
 5 – регулювальний гвинт виходу вершків; 6 – регулювальний гвинт
 виходу знежиреного молока; 7 – патрубок виходу вершків;
 8 – верхня розділююча тарілка.

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 (рис. 18.2), тобто, щоб витримувалась умова

$$r_M < r_B < r_3, \quad (18.7)$$

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

$$p_T = \rho_P \cdot \frac{\omega_B^2}{2} \cdot (R^2 - r^2). \quad (18.8)$$

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

$$\rho_3 \cdot \frac{\omega_B^2}{2} \cdot (R_B^2 - r_3^2) = \rho_{CM} \cdot \frac{\omega_B^2}{2} \cdot (R_B^2 - r_B^2); \quad (18.9)$$

$$\frac{\rho_3}{\rho_{CM}} = \frac{R_B^2 - r_B^2}{R_B^2 - r_3^2}, \quad (18.10)$$

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

$$\rho_{CM} = \rho_3 \cdot \frac{R_B^2 - r_3^2}{R_B^2 - r_B^2}. \quad (18.11)$$

З (18.11) 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 (18.11) можна визначити необхідний радіус, м, установки регульовального гвинта 5 (рис. 18.2), через отвір якого будуть відводитись вершки з заданою жирністю. Цей радіус, м, визначають за формулою

$$r_B = \sqrt{R_B^2 - (R_B^2 - r_3^2) \cdot \frac{\rho_3}{\rho_{CM}}}. \quad (18.12)$$

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

$$\delta_{KP} = 0,5 d \left(\sqrt{2 \cdot \sqrt{0,3 \frac{\rho_P}{\rho_C} + 1} - 1} \right). \quad (18.13)$$

Допустиму максимальну частоту обертання барабана, об/с, визначають за формулою

$$n_{\max} = \sqrt{\frac{10^6 [\sigma]}{\pi^2}} \cdot \sqrt{\frac{\rho_C}{4} [(3+m) D_B^2 + (1-m) d_B^2] + \rho_P \cdot D_B^2 \left(\frac{d_B^2 - d_0^2}{D_B^2 - d_B^2} \right)} \quad (18.14)$$

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/м³. Для сталевих барабанів приймають $\rho_C = 7860$ кг/м³;

ρ_P – об'ємна маса рідини, кг/м³. Для молочних сепараторів беруть $\rho_P = 1000$ кг/м³;

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

$$H_B \geq 1,5 \delta_{KP}. \quad (18.15)$$

18.2. Методика розрахунку

При конструюванні сепаратора розрахунок ведуть у такій послідовності:

1. Визначають максимально допустиму частоту обертання n_{\max} барабана за формулою (18.14) та його кутову швидкість обертання, рад/с

$$\omega_B = 2\pi \cdot n_B. \quad (18.16)$$

2. Визначають критичну товщину стінки δ_{KP} та дна H барабана відповідно за формулами (18.13) і (18.15).

3. Визначають великий радіус тарілки R_B з виразу (18.5).

4. Визначають тиск вершків p_B і знежиреного молока p_3 на виході з насосного пристрою за формулою (18.6), 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 (18.12).

6. Визначають швидкість V_{II} потоку молока у міжтарілковому просторі та швидкість «вспливання» жирових кульок V_C (швидкість Стокса) відповідно за формулами (18.1) і (18.2). При цьому значення радіуса R , м, на якому знаходиться жирова кулька, визначають за формулою

$$R = \frac{R_B + R_M}{2}. \quad (18.17)$$

Завдання для звіту

Користуючись формулами, наведеними в пункті 18.1 даних методичних вказівок та відповідно до методики, наведеної в пункті 18.2, розрахувати основні параметри сепаратора.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ТА РЕКОМЕНДОВАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алешкин В.Р., Роцин П.М. Мехнизация животноводства. – М.: Агропромиздат, 1985. – 336 с.
2. Белянчиков Н.Н., Белехов И.П., Кожевников Г.Н., Турчиев А.К. Механизация технологических процессов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 400 с.
3. Белянчиков Н.Н., Смирнов А.И. Механизация животноводства. – М.: Колос, 1983. – 360 с.
4. Брагинец Н.В., Палишкин Д.А. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства. – М.: Колос, 1984. – 191 с.
5. Белехов І.П., Лесников В.О. Механізація і автоматизація тваринницьких ферм і комплексів. – К.: Освіта, 1993. – 240 с.
6. Брагинец Н.В. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства. – М.: Колос, 1978. – 192 с.
7. Введення в дію нового стандарту з бібліографічного опису ДСТУ ГОСТ 7.1:2006. Основні відмінності від ГОСТ 7.1.-84 [Електронний ресурс]: нові правила бібліогр. опису /Кн. палата України. – Режим доступу: http://www.ukrbook.net/DSTU_pabl.htm
8. ГОСТ 3.1404-86. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 56 с.
9. Горячкин В.П. Собрание сочинений в 3 томах, том 3. – М.: Колос, 1965. – 384 с.
10. Дегтерев Г.П. Справочник по машинам и оборудованию для животноводства. – М.: Агропромиздат, 1988. – 224 с.
11. ДСТУ 3008-95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. – К.: Держстандарт України, 1995. – 36 с.
12. ДСТУ ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие правила составления. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 48 с.
13. ДСТУ ГОСТ 7.1-2006. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання: чинний з 2007-07-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 47 с. (Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи) (Національний стандарт України).
14. Завражнов А.И., Николаев Д.И. Механизация приготовления и хранения кормов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 336 с.

15. Земсков В.И., Ковальчук В.Д. Механизация приготовления кормов на фермах. – Барнаул: Алтайское книжное издательство, 1976.
16. Егорченков М.И., Шамов Н.Г. Кормоцехи животноводческих ферм. – М.: Колос, 1983. – 175 с.
17. Електронний фонд Національної бібліотеки імені В.І. Вернадського [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/>
18. Ицкович Г.М. и др. Курсовое проектирование деталей машин. – М.: Машиностроение, 1970. – 560 с.
19. Клебан А.С. Коромприготувальні машини. – К.: Урожай, 1974. – 88 с.
20. Кормановский Л.П. Механизация животноводства и кормопроизводства на малой ферме. – М.: Агропромиздат, 1989. – 207 с.
21. Короткевич В.А. Механизация свиноводческих ферм и комплексов. – Мн.: Урожай, 1979. – 127 с.
22. Кукта Г.М. Машины и оборудование для приготовления кормов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 303 с.
23. Кулаковский И.В., Кирпичников Ф.С., Резник Е.И. Машины и оборудование для приготовления кормов. ч.1. Справочник. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 285 с.
24. Кулаковский И.В., Кирпичников Ф.С., Резник Е.И. Машины и оборудование для приготовления кормов. ч.2. Справочник. – М.: Россельхозиздат, 1988. – 286 с.
25. Кулаковский И.В., Кирпичников Ф.С., Резник Е.И. Машины и оборудование для приготовления кормов. Справочник: В 2 т. – М.: Росагропромиздат, 1987 – 1988. – Т1. – 287с.; 1988. – Т2. – 286 с.
26. Куров Ю.А., Серий Г.П. Механізація приготування кормів для птиці. – К.: Урожай, 1970. – 177 с.
27. 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.
28. Курсове проектування. Методичні вказівки щодо виконання курсового проекту на тему «Технологічний розрахунок кормоцеху з конструктивною розробкою кормодробарки» з дисципліни «Проектування машин та обладнання для механізації тваринницьких ферм» для студентів машинобудівного та заочного факультетів з спеціальності «Машины та обладнання сільськогосподарського виробництва» (7.090215) / М.С. Шведик. – Луцьк: ЛДТУ, 2000. – 52 с.
29. Лобановский Г.А. Кормоцехи на фермах. – М.: Колос, 1971.
30. Машины 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.

31. 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.
32. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. – Л.: Колос. Ленинградское отделение, 1978. – 560с.
33. Мельников С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов. – Л.: Агропромиздат, 1985. – 640 с.
34. Мельников СВ., Калюга В.В., Хазанов Е.Е. и др. Справочник по механизации животноводства. – Л.: Колос, 1983. – 336 с.
35. 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.
36. 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.
37. 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.
38. Механізація та автоматизація у тваринництві і птахівництві. /За ред. О.С. Марченка. – К.: Урожай, 1995.
39. Механизация приготовления кормов. Справочник. Под общ. ред. Сыроватка В.И. – М.: Агропромиздат, 1985. – 368 с.
40. Мжельский Н.И., Смирнов А.И. Справочник по механизации животноводческих ферм и комплексов. – М.: Колос, 1984. – 336 с.
41. Муллаянов Р.Г., Цой Л.М. Техническое обслуживание машин и оборудования животноводческих ферм. – М.: Колос, 1979. – 207 с.
42. Новиков Г.И. Комплексная механизация в промышленном свиноводстве. – М.: Колос, 1973.
43. Носов М.С. Механізація робіт на тваринницьких фермах: Навч. посібник /Пер. з рос. І.І. Гоголя. – К.: Вища шк., 1994. – 367 с.
44. Омельченко А.А., Куцын Л.М. Кормораздающие устройства. – М.: Машиностроение, 1971. – 207 с.
45. Омельченко О.О., Ткач В.Д. Довідник з механізації тваринницьких і птахівничих ферм та комплексів. – К.: Урожай, 1982. – 270 с.
46. Опір матеріалів; за ред. С.Е. Гарфа. – К.: Вища школа, 1972. – 230 с.
47. Опір матеріалів; за ред. Г.С. Писаренка. – К.: Вища школа, 1974. – 304 с.
48. Опір матеріалів з основами теорії пружності й пластичності; за заг. ред. В.Т. Піскунова: у 2ч., 5 кн.. – К.: Вища школа, 1995.

49. Опір матеріалів. Теорія і практика розрахунків на міцність, жорсткість та стійкість елементів механізмів та споруд: навч. посібник /В.С. Кравчук, П.М. Калініченко, Л.В. Коломієць, О.М. Лимаренко; за ред. О.Ф. Дашенка. – Одеса: ВМВ, 2009. – 316 с.
50. Погорелый Л.В., Ясенецкий В.А., Мечта Н.П. Испытание техники для животноводства и кормоприготовления. – К.: УСХА, 1981. – 392 с.
51. Положення про організацію навчального процесу у вищих навчальних закладах. Наказ Міністерства освіти України № 161 від 2 червня 1993 р. //Освіта України. Збірник нормативних актів. – Харків: Світ-Пресс, 1999. – С. 168-188.
52. Посібник-практикум з механізації виробництва продукції тваринництва /За ред. І.І. Ревенка. – К.: Урожай, 1994. – 228 с.
53. Потапов Г.П. Транспортеры в животноводстве. – М.: Агропромиздат, 1987. – 95 с.
54. 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.
55. Приклади оформлення бібліографічного опису у списку джерел, який наводять у дисертації, і списку опублікованих робіт, який наводять в авторефераті //Бюлетень ВАК України. – № 3. – 2008. – С. 9-13.
56. Проектування машин і обладнання для механізації тваринництва. Методичні вказівки до практичних занять для студентів спеціальності «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» (7.090215) машинобудівного факультету денної та заочної форм навчання. – М.С. Шведик. – Луцьк: ЛДТУ, 2004. – 110 с.
57. 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.
58. Райков В.И. Планировка и застройка животноводческих ферм. – К.: Урожай, 1989. – 220 с.
59. Сиротюк В.М. Машини та обладнання для тваринництва. Навчальний посібник. – Львів: «Магнолія плюс», видавець В.М. Піча, 2004. – 200с.
60. Скороходов Е.А. и др. Общетехнический справочник. – М.: Машиностроение, 1980. – 486 с.
61. Смирнов И.И. Механизация животноводческих ферм. – М.: Гос. н.-т. изд-во маш. лит., 1959. – 359 с.
62. Справочник по единой системе конструкторской документации / Под ред. А.Ф. Раба. – К.: Прапор, 1988. – 255 с.
63. 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.

64. Троянов М.М. Механізація технологічних процесів у тваринництві. – Харків: Прапор, 1993. – 140 с.
65. Эксплуатация технологического оборудования ферм и комплексов / Под ред. Мельникова С.В. – М.: Агропромиздат, 1986. – 36 с.
66. Хомик Н.І., Довбуш А.Д. Машины та обладнання для тваринництва. Курс лекцій. Ч. 1 Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2013. – 224 с.
67. Хомик Н.І., Довбуш А.Д. Машины та обладнання для тваринництва. Курс лекцій. Ч. 2 Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2013. – 224 с.
68. 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.
69. 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.
70. Шведик М.С. Курсове проектування. Методичні вказівки щодо виконання курсових проектів з дисципліни «Проектування машин та обладнання для механізації тваринництва» для студентів машинобудівного та заочного факультетів з спеціальності «Машины та обладнання сільськогоспо-дарського виробництва». – Луцьк: ЛДТУ. – 1999. – 52 с.
71. Шпаков Л.И. Водоснабжение, канализация и вентиляция на животноводческих фермах /Л.И. Шпаков, В.В. Юнаш. – М.: Агропромиздат, 1987. – 218 с.

Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Кафедра технічної механіки та сільськогосподарських машин

Хомик Надія Ігорівна
Довбуш Анатолій Дмитрович
Цьонь Ганна Богданівна

МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТВАРИННИЦТВА

**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК
до практичних робіт**

Комп'ютерний набір: Хомик Надія, Цьонь Ганна

Графічне оформлення: Цебенко Богдан

Папір офсетний. Гарнітура «Таймс». Умов.друк.арк.

Наклад 50прим.