

Центральноукраїнський національний технічний університет  
Агротехнічний факультет  
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”  
Зав. кафедрою СГМ  
д.т.н., професор  
\_\_\_\_\_Микола СВІРЕНЬ  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**за другим (магістерським) рівнем вищої освіти**  
**на тему.**

Механізація приготування кормових сумішей з модернізацією  
мийки-коренерізки ИКМ-5

Виконав здобувач вищої освіти \_\_П\_\_ курсу,  
групи АІ-19МЗ-1,4  
ОПП «Агроінженерія»  
спеціальності 208 «Агроінженерія»  
\_\_\_\_\_Буртник Роман Миколайович  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

Керівник проекту  
доцент, канд. техн. наук  
\_\_\_\_\_Віктор ДЕЙКУН  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.  
Рецензент \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

| Формат                                    | Зона         | Поз.     | Позначення     | Найменування                    | Кіл.                            | Примітки |        |
|-------------------------------------------|--------------|----------|----------------|---------------------------------|---------------------------------|----------|--------|
|                                           |              |          |                |                                 |                                 |          |        |
|                                           |              |          |                | <u>Документація загальна</u>    |                                 |          |        |
|                                           |              |          |                | <u>Заново розроблена</u>        |                                 |          |        |
| A4                                        |              |          | МПКБ 00.000 ПЗ | Пояснювальна записка            | 1                               |          |        |
|                                           |              |          |                |                                 |                                 |          |        |
|                                           |              |          |                | <u>Документація</u>             |                                 |          |        |
|                                           |              |          |                | <u>по технологічній частині</u> |                                 |          |        |
|                                           |              |          |                | <u>Заново розроблена</u>        |                                 |          |        |
|                                           |              |          |                |                                 |                                 |          |        |
| A1                                        |              |          | МПКБ 00.001 ТЧ | Технологічна карта на           |                                 |          |        |
|                                           |              |          |                | виробництво кормосуміші         | 1                               |          |        |
|                                           |              |          |                |                                 |                                 |          |        |
| A1                                        |              |          | МПКБ 00.002 ТЧ | Схема кормоцеху                 | 1                               |          |        |
|                                           |              |          |                | <u>Документація по</u>          |                                 |          |        |
| A1                                        |              |          |                | <u>науковій частині</u>         |                                 |          |        |
|                                           |              |          |                | <u>Заново розроблена</u>        |                                 |          |        |
| A1                                        |              |          | МПКБ 00.001 НЧ | Огляд подрібнювачів кормів      | 1                               |          |        |
| A1                                        |              |          | МПКБ 00.002 НЧ | Дослідження процесів            | 1                               |          |        |
|                                           |              |          |                | транспортування та              |                                 |          |        |
|                                           |              |          |                | подрібнення                     |                                 |          |        |
|                                           |              |          |                | коренебульбоплодів              | 1                               |          |        |
| A1                                        |              |          | МПКБ 00.000 С2 | Мийка-коренерізка               |                                 |          |        |
|                                           |              |          |                | ИКМ-5                           | 1                               |          |        |
| A1                                        |              |          | МПКБ 00.011 СБ | Шнек                            | 1                               |          |        |
|                                           |              |          |                |                                 |                                 |          |        |
|                                           |              |          |                | <b>МПКБ 00.000 ВП</b>           |                                 |          |        |
|                                           |              |          |                |                                 |                                 |          |        |
| Зм.                                       | Арку         | № докум. | Підпис         | Дата                            |                                 |          |        |
| Розробив                                  | Буртник Р.М. |          |                |                                 |                                 |          |        |
| Перевірів                                 | Дейкун В.А.  |          |                |                                 |                                 |          |        |
|                                           |              |          |                |                                 |                                 |          |        |
| Н. контр.                                 | Осипов І.М.  |          |                |                                 |                                 |          |        |
| Затвердив                                 | Свірень М.О. |          |                |                                 |                                 |          |        |
| <b>Відомість<br/>магістерської роботи</b> |              |          |                |                                 | Літера                          | Аркуш    | Аркуші |
|                                           |              |          |                |                                 |                                 | 3        | 2      |
|                                           |              |          |                |                                 | <b>ЦНТУ<br/>гр. АІ-19МЗ-1,4</b> |          |        |

[illegible]

## ЗМІСТ

| Розділ | Найменування структурних одиниць і розділів                                                                                                     | Аркуш     |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1      | Вступ . . . . .                                                                                                                                 | 6         |
| 2      | Технологічна частина . . . . .                                                                                                                  | 7         |
|        | 2.1. Зоотехнічні вимоги й способи підготовки кормів до згодовування. . . . .                                                                    | 7         |
|        | 2.2. Способи підготовки кормів до згодовування . . . . .                                                                                        | 8         |
|        | <b>2.3. Основні схеми кормоприготування . . . . .</b>                                                                                           | <b>10</b> |
|        | 2.4. Вибір і обґрунтування технології переробки кормів і приготування вологої кормосуміші для свиней з обґрунтуванням потокових ліній . . . . . | 11        |
|        | 2.5. Обґрунтування структури стада і технологічних груп тварин на свинофермі. . . . .                                                           | 12        |
|        | 2.6. Розрахунок потреби ферми в кормах. . . . .                                                                                                 | 13        |
|        | 2.7. Технологічний розрахунок потокових технологічних ліній кормоцеху для приготування кормосумішей на свинофермі . . . . .                     | 18        |
|        | 2.8. Розробка технологічної карти переробки кормів і приготування кормосуміші та операційної карти запарювання коренеплодів . . . . .           | 25        |
|        | 2.9. Висновки. . . . .                                                                                                                          | 27        |
| 3      | Наукова частина . . . . .                                                                                                                       | 28        |
|        | 3.1. Напрями розвитку технічного оснащення виробничих процесів у тваринництві. . . . .                                                          | 28        |
|        | 3.2. Огляд існуючих технологій подрібнення. . . . .                                                                                             | 28        |
|        | 3.3. Агрозоотехнічні та технологічні вимоги до машин по обробці коренеплодів. . . . .                                                           | 34        |
|        | 3.4. Огляд машин для очищення і подрібнення коренебульбоплодів. . . . .                                                                         | 39        |
|        | 3.5. Загальна будова, принцип роботи, технічна характеристика і регулювання машини та пропозиції по її модернізації. . . . .                    | 47        |
|        | 3.6. Технологічні розрахунки . . . . .                                                                                                          | 53        |
|        | 3.7. Кінематичний розрахунок. . . . .                                                                                                           | 61        |
|        | 3.8. Енергетичний розрахунок . . . . .                                                                                                          | 62        |
|        | 3.9. Силовий аналіз механізмів машин і розрахунок деталей та вузлів на міцність. . . . .                                                        | 66        |
|        | 3.10. Висновки. . . . .                                                                                                                         | 66        |
| 4      | Охорона праці . . . . .                                                                                                                         | 68        |
| 5      | Економічна частина . . . . .                                                                                                                    | 73        |
| 6      | Висновок . . . . .                                                                                                                              | 75        |
|        | Список використаної літератури. . . . .                                                                                                         | 77        |
|        | Додатки . . . . .                                                                                                                               | 79        |

## 1. ВСТУП

Економіка країни й добробут населення значно залежать від розвитку тваринництва [1]. Одним із основних завдань тваринницької галузі є забезпечення населення продуктами харчування, а промисловості – сировиною.

Вирішальний вплив на ефективність виробництва, отримання високоякісної конкурентоспроможної тваринницької продукції мають засоби механізації і автоматизації. Ніякі інші фактори – порода, селекція, ветеринарна медицина, спосіб утримання тварин – не можуть бути реалізованими в повній мірі без відповідної інженерної бази. Завдяки механізації та автоматизації створюють передумови для значного зменшення затрат праці на виробництво, зберігання й приготування кормів, догляд за тваринами, одержання і первинну обробку продукції, виконання інших операцій. Зростання рівня технічного оснащення тваринницьких підприємств сприяє також впровадженню результатів наукових розробок і досягнень передового досвіду, реалізації заходів, які забезпечують істотне підвищення продуктивності тварин та якості отриманої продукції, високу технологічну й економічну ефективність виробництва [2].

Комплексну механізацію вигідніше впроваджувати на великих спеціалізованих підприємствах з добре відпрацьованою технологією виробництва. У цьому разі скорочується термін окупності капіталовкладення в технічні засоби і забезпечується вища технологічна та економічна віддача. Водночас не менш важливо механізувати виробничі процеси і на тваринницьких підприємствах малих форм власності (орендні, підсобні, приватні тощо), для яких характерним є дефіцит робочої сили. Кількість таких тваринницьких ферм в Україні останнім часом збільшується.

На вирішення цих питань спрямовані розробки магістерської роботи по механізації приготування кормових сумішей з модернізацією мийки-коренерізки ИКМ-5.

## **2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА**

### **2.1. Зоотехнічні вимоги й способи підготовки кормів до згодовування**

Основою ефективного розвитку галузі тваринництва є повноцінна годівля тварин, яка забезпечується виробництвом достатньої кількості кормів, зниженням втрат їхньої поживності під час заготівлі, зберігання, а також правильною підготовкою кормів до згодовування. Якість кормів визначається вмістом поживних, тобто цінних для організму тварини речовин, а також наявністю чи відсутністю в них баластних, некорисних, а іноді навіть шкідливих домішок. Останні погіршують якість корму, здатні спричинити травмування чи отруєння тварин, знижують ефективність роботи і можуть стати причиною несправностей технологічного обладнання.

Допустимий ступінь забруднення очищеної кормової сировини має бути не вищим: земляними домішками – 1-2%, піском – 0,2-1%, насінням отруйних рослин – 0,25%. Вміст металевих часточок із тупими краями і розміром до 2 мм допускається до 30 мг на 1 кг корму. Крупність кормових часточок залежить від біологічного виду та віку тварин і птиці, а також виду корму і характеру його використання (у складі сумішей чи для роздільного згодовування, розсипний чи пресований).

Так, коренебульбоплоди рекомендується подрібнювати для великої рогатої худоби на стружку завтовшки 10-15 мм, для свиней – на часточки розміром 5-10 мм. Грубі корми для великої рогатої худоби слід переробляти на січку (краще розщеплену вздовж волокон) завдовжки 30-50 мм за роздільного згодовування і 10-15 мм – у складі кормових сумішей; для свиней – на часточки завбільшки 1-2 мм. Комбікорми для свиней потрібно готувати з інгредієнтів дрібного (0,2-1 мм) помелу, для великої рогатої худоби і птиці – середнього (1-1,8 мм) і грубого (1,8-2,6 мм). Суміші, що містять соковиті компоненти чи рідкі добавки, потрібно роздавати тваринам не пізніше, ніж через 1,5...2 години після приготування. За своєю природою способи підготовки кормів до згодовування є:

- 1) механічні (очищення, подрібнення, дозування, змішування, пресування);

- 2) теплові (підігрівання, сушіння, запарювання, варіння та ін.);
- 3) біологічні (силосування, заквашування, осолоджування, дріжджування, пророщування);
- 4) хімічні (обробка лугом або кислотою, амонізація та ін.);
- 5) електричні (сортування, очищення, обробка інфрачервоним чи ультрафіолетовим промінням, подрібнення)

## 2.2. Способи підготовки кормів до згодовування

Процес кормоприготування може включати ряд технологічних заходів (рис. 2.2), різних за своєю природою та цілеспрямованістю. Ефективність застосування того, чи іншого технологічного заходу у процесі кормоприготування може виявлятися різними шляхами і переслідувати як окремі цілі, так і цілий їхній комплекс.

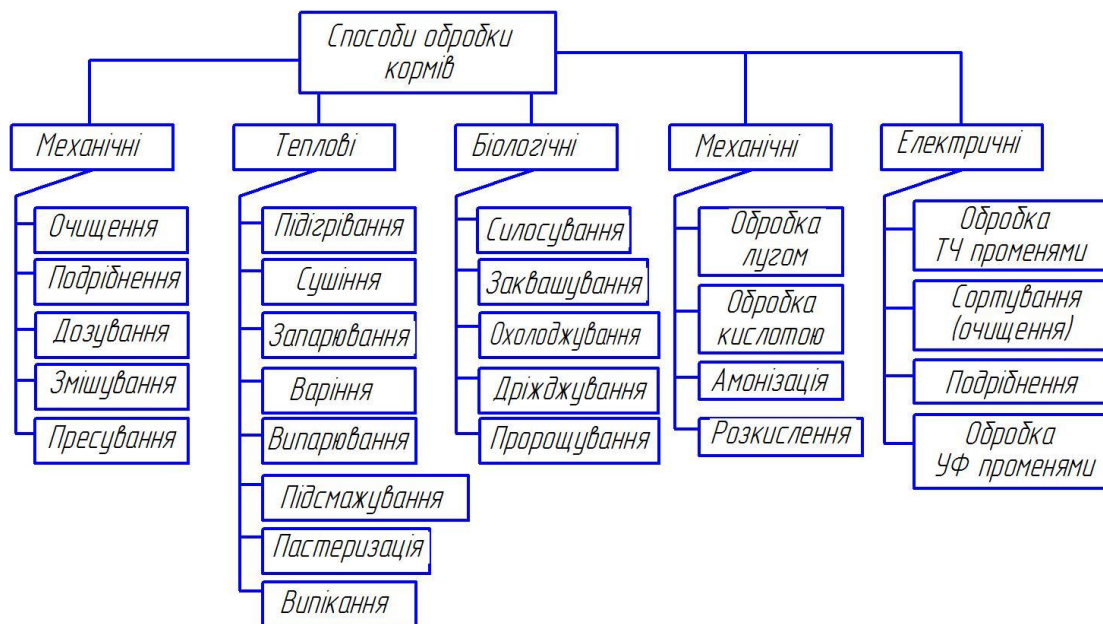


Рис. 2.2. Класифікація способів обробки кормової сировини у процесі її підготовки до згодовування

Поряд із традиційним використанням соковитих, грубих та концентрованих кормів в останні роки набули поширення сінажно-концентратний тип годівлі, приготування вітамінного борошна, брикетування та гранулювання кормів.

З підвищенням рівня інтенсифікації тваринництва спостерігається тенденція до переходу від багатокомпонентних раціонів на монокорми з додаванням необхідних добавок. Технологія приготування монокорму така. Рослини скошують у стадії бутонізації – початку цвітіння трав або молочновоскової стиглості зерна, тобто, коли вони мають найбільш високий вміст поживних речовин. Після цього висушують у сушильному агрегаті і подрібнюють на борошно або січку, а потім збагачують білковими, мінеральними та біологічно активними речовинами і гранулюють чи брикетують. Перехід від багатокомпонентних раціонів до ущільнених монокормів має такі переваги:

- дозволяє суміщати кормовиробництво і підготовку кормів до згодовування в одному процесі, здійснюючи заготівлю кормів у заздалегідь сплановані оптимальні терміни і незалежно від погодних умов;
- забезпечує суттєве збільшення виходу поживних речовин з одиниці площі посіву і знижує їх втрати у процесі зберігання;
- спрощує рішення питань механізації та автоматизації приготування, зберігання і роздавання кормів: дозволяє на всьому шляху від поля до годівниці, тобто, починаючи зі збирання і закінчуючи годівлею, механізувати всі процеси і операції;
- не потребує різнотипних сховищ та технічних засобів.

Таким чином, відносно до процесів кормоприготування можливі два підходи. Перший – коли відповідна підготовка є обов'язковою, щоб забезпечити саму можливість використання тієї чи іншої сировини як корму, тобто для перетворення потенційного корму на дійсний. Другий – коли підготовка доцільна в технологічному та економічному відношеннях, оскільки сприяє раціональнішому і ефективнішому використанню кормів, супроводжується збільшенням виходу продукції тваринництва при тих же запасах кормів. Якщо враховувати масштаби розвитку тваринництва, а також той факт, що в сучасному виробництві тваринницької продукції доля витрат, які пов'язані з кормами, у загальному балансі собівартості цієї продукції

перевищує 40-45% (молочнотоварне виробництво), а на промислових комплексах досягає 70-80% (наприклад, свинарство, птахівництво), то обидва названі підходи (розширення кормових ресурсів і підвищення їх ефективності) – є дуже важливими і постійно актуальними.

### 2.3. Основні схеми кормоприготування

Вибір технології кормоприготування зумовлюється наявними кормовими компонентами та їх якістю, видом та віком тварин, прийнятим (заданим) типом годівлі. Технологія кормоприготування в широкому розумінні цього визначення – це структура і послідовність способів та заходів обробки кормової сировини, мета яких – одержати готові до згодовування корми (рис. 2.1).

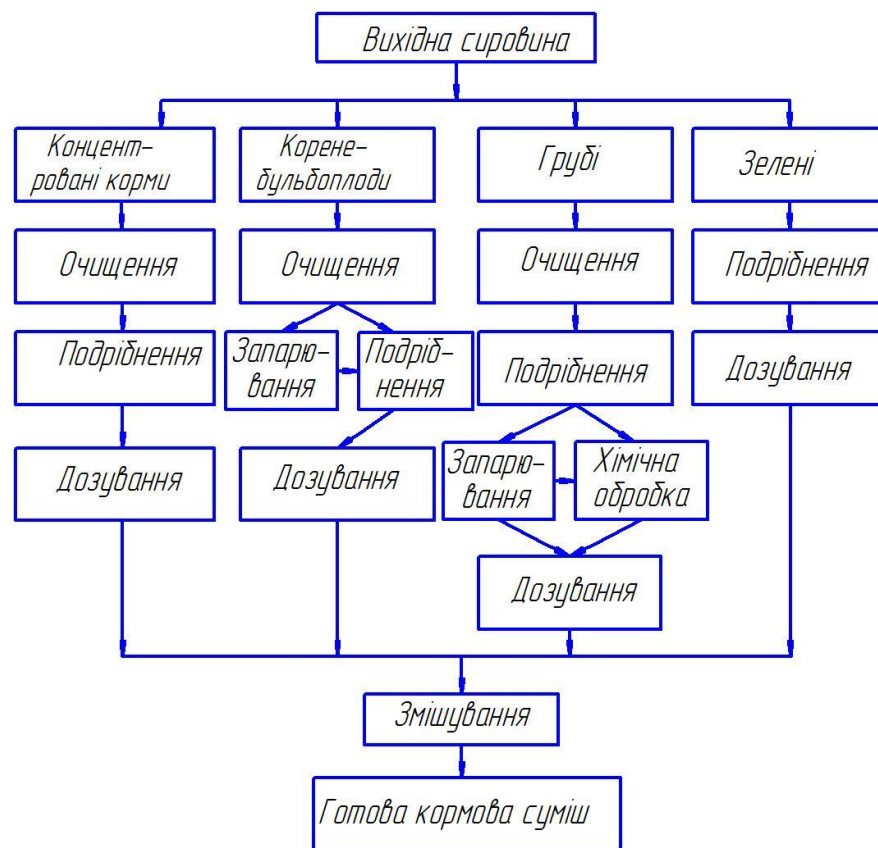


Рис. 2.1. Найпоширеніші технологічні схеми підготовки до згодовування кормових компонентів і приготування сумішок.

Стосовно конкретних видів кормів багаторічним досвідом визначені раціональні технологічні заходи. Деякі з них є обов'язковими для більшості видів кормової сировини. Це – очищення та подрібнення. Крім того, для

реалізації найбільш ефективних технологій годівлі тварин (кормовими сумішками) доцільними є також операції дозування та змішування, а в окремих випадках також теплова і хімічна обробка та деякі інші.

Отже, процес кормоприготування полягає у виконанні технологічних операцій, спрямованих на надання сировині, що обробляється, нових властивостей. Машини, що виконують такі операції, називаються технологічним обладнанням. Крім технологічного обладнання, у процесі кормоприготування для переміщення об'єкта обробки від машини до машини чи його перевантаження використовують і допоміжне обладнання, яке забезпечує потоковість і безперервність, усуває ручну працю в процесі кормоприготування.

#### **2.4. Вибір і обґрунтування технології переробки кормів і приготування вологої кормосуміші для свиней з обґрунтуванням потокових ліній**

За заданою спеціалізацією виробництва м'яса свинини, згідно періодів і фаз біологічного розвитку та виробничої експлуатації свиней розробляємо технологічну схему виробництва м'яса свинини на фермі (рис. 2.2).

За розробленою технологічною схемою виробництва м'яса свинини на фермі реалізують молодняк свиней на м'ясо, вибракованих свиноматок і кнурів-плідників на м'ясо і гній, утримують технологічні групи тварин: реммолодняк, холості та легкосупоросні свиноматки, глибокосупоросні і підсосні свиноматки, підсосні поросята, кнури-плідники, поросята-відйомиши, молодняк на відгодівлі.



## 2.5. Обґрунтування структури стада і технологічних груп тварин на свинофермі.

Таблиця 2.1

**Структура стада свиноферми по вирощуванню і відгодівлі  
молодняка на 6000 свиней в рік**

| №<br>п/п | Найменування технологічних груп<br>тварин            | Середньорічне<br>поголів'я, гол. | Структура<br>стада, % |
|----------|------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| 1        | Реммолодняк, холості та<br>легкосупоросні свиноматки | 414                              | 6,76                  |
| 2        | Глибокосупоросні і підсосні<br>свиноматки            | 180                              | 2,93                  |
| 3        | Підсосні поросята до 42 ден. віку                    | 1800                             | 29,4                  |
| 4        | Кнури-плідники                                       | 20                               | 0,32                  |
| 5        | Поросята-відйомиші                                   | 1310                             | 21,39                 |
| 6        | Молодняк на дорощуванні і<br>відгодівлі              | 2400                             | 39,2                  |
|          | Всього                                               | 6124                             | 100                   |

**2.6. Розрахунок потреби ферми в кормах.**

Для обґрунтування продуктивності потокових ліній кормоцеха, обґрунтування технології переробки кормів і приготування вологих кормосумішей та показників організаційних режимів роботи визначаємо добову потребу кормів за наявністю поголів'я тварин і прийнятими раціонами.

Добові раціони для технологічних груп тварин визначаємо по довіднику і зводимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2

**Добові раціони по технологічним групам на одну голову**

| №<br>п/п | Найменування корму                                | Кількість корму,<br>кг/доб. |
|----------|---------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1        | 2                                                 | 3                           |
| 1        | Холості та легкосупоросні свиноматки, реммолодняк |                             |
|          | Концкорма                                         | 2,2                         |
|          | Трав'яне борошно                                  | 0,5                         |
|          | Цукровий буряк                                    | 3,0                         |
|          | Комбісилос                                        | 1,5                         |
|          | Морква                                            | 0,5                         |

|   |                                      |      |
|---|--------------------------------------|------|
| 2 | Кнури-плідники                       |      |
|   | Концкорма                            | 3,3  |
|   | Трав'яне борошно                     | 0,5  |
|   | Цукровий буряк                       | 1,6  |
|   | Комбісилос                           | 1,5  |
|   | Морква                               | 0,5  |
|   | Обрат                                | 3,0  |
| 3 | Свиноматки підсосні і глибокопоросні |      |
|   | Концкорма                            | 3,8  |
|   | Трав'яне борошно                     | 0,8  |
|   | Цукровий буряк                       | 3,5  |
|   | Комбісилос                           | 2,0  |
|   | Морква                               | 0,5  |
| 4 | Поросята-сосуни                      |      |
|   | Концкорма                            | 0,5  |
|   | Трав'яне борошно                     | 0,05 |
|   | Цукровий буряк                       | 0,2  |
|   | Морква                               | 0,05 |
|   | Обрат                                | 0,5  |
| 5 | Поросята-відйомиші                   |      |
|   | Концкорма                            | 1,2  |
|   | Трав'яне борошно                     | 0,1  |
|   | Цукровий буряк                       | 0,8  |
|   | Комбісилос                           | 0,2  |
|   | Морква                               | 0,2  |
|   | Обрат                                | 0,2  |
| 6 | Молодняк на дорощуванні і відгодівлі |      |
|   | Концкорма                            | 2,5  |
|   | Трав'яне борошно                     | 0,3  |
|   | Цукровий буряк                       | 1,5  |
|   | Комбісилос                           | 0,5  |

Масові добові витрати кормів визначаємо за формулою

$$Q_{i, \text{доб.}} = \sum_{j=1}^n q_j m_j, \quad (2.1)$$

де  $q_i$  – добові витрати  $i$ -го вида корму в розрахунку на 1 гол.  $j$ -ї групи;

$m_j$  – кількість голів в  $j$ -й групі тварин.

Розрахунки добових витрат кормів зводимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3

Бланк розрахунку добової потреби кормів на фермі

| №<br>п/<br>п     | Найменування технологічних груп<br>тварин            | Кількість<br>тварин в<br>групі, гол. | Добова<br>норма<br>корму,<br>кг/гол. | Добова<br>потреба<br>кормів,<br>кг/доб. |
|------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1                | 2                                                    | 3                                    | 4                                    | 5                                       |
| Концорма         |                                                      |                                      |                                      |                                         |
| 1                | Холості та легкосупоросні<br>свиноматки, реммолодняк | 414                                  | 2,2                                  | 910,8                                   |
| 2                | Кнури-плідники                                       | 20                                   | 3,3                                  | 66                                      |
| 3                | Свиноматки підсосні і<br>глибокосупоросні            | 180                                  | 3,8                                  | 684                                     |
| 4                | Поросята-сосуни                                      | 1800                                 | 0,5                                  | 900                                     |
| 5                | Поросята-відйомиші                                   | 1310                                 | 1,2                                  | 1572                                    |
| 6                | Молодняк на дорощуванні і<br>відгодівлі              | 2400                                 | 2,5                                  | 6000                                    |
|                  | Всього                                               |                                      |                                      | 10132,8                                 |
| Трав'яне борошно |                                                      |                                      |                                      |                                         |
| 1                | Холості та легкосупоросні<br>свиноматки, реммолодняк | 414                                  | 0,5                                  | 207                                     |
| 2                | Кнури-плідники                                       | 20                                   | 0,5                                  | 10                                      |
| 3                | Свиноматки підсосні і<br>глибокосупоросні            | 180                                  | 0,8                                  | 144                                     |
| 4                | Поросята-сосуни                                      | 1800                                 | 0,05                                 | 90                                      |
| 5                | Поросята-відйомиші                                   | 1310                                 | 0,1                                  | 131                                     |
| 6                | Молодняк на дорощуванні і<br>відгодівлі              | 2400                                 | 0,3                                  | 720                                     |
|                  | Всього                                               |                                      |                                      | 1302                                    |
| Цукрові буряки   |                                                      |                                      |                                      |                                         |
| 1                | Холості та легкосупоросні                            | 414                                  | 3,0                                  | 1242                                    |

|   |                                                   |      |      |         |
|---|---------------------------------------------------|------|------|---------|
|   | свиноматки, реммолодняк                           |      |      |         |
| 2 | Кнури-плідники                                    | 20   | 1,6  | 32      |
| 3 | Свиноматки підсосні і глибокосупоросні            | 180  | 3,5  | 630     |
| 4 | Поросята-сосуни                                   | 1800 | 0,05 | 90      |
| 5 | Поросята-відйомиші                                | 1310 | 0,8  | 1048    |
| 6 | Молодняк на дорощуванні і відгодівлі              | 2400 | 1,5  | 3600    |
|   | Всього                                            |      |      | 6642    |
|   | Комбісилос                                        |      |      |         |
| 1 | Холості та легкосупоросні свиноматки, реммолодняк | 414  | 1,5  | 621     |
| 2 | Кнури-плідники                                    | 20   | 1,5  | 30      |
| 3 | Свиноматки підсосні і глибокосупоросні            | 180  | 2,0  | 360     |
| 4 | Поросята-відйомиші                                | 1310 | 0,2  | 262     |
| 5 | Молодняк на дорощуванні і відгодівлі              | 2400 | 0,55 | 1200    |
|   | Всього                                            |      |      | 2473    |
|   | Морква                                            |      |      |         |
| 1 | Холості та легкосупоросні свиноматки, реммолодняк | 414  | 0,5  | 207     |
| 2 | Кнури-плідники                                    | 20   | 0,5  | 10      |
| 3 | Свиноматки підсосні і глибокосупоросні            | 180  | 0,5  | 90      |
| 4 | Поросята-сосуни                                   | 1800 | 0,05 | 90      |
| 5 | Поросята-відйомиші                                | 1310 | 0,2  | 262     |
|   | Всього                                            |      |      | 659     |
|   | Обрат                                             |      |      |         |
| 1 | Кнури-плідники                                    | 20   | 3,0  | 60      |
| 2 | Поросята-сосуни                                   | 1800 | 0,5  | 900     |
| 3 | Поросята-відйомиші                                | 1310 | 0,2  | 262     |
|   | Всього                                            |      |      | 1222    |
|   | Разом без обрату                                  |      |      | 21208,8 |

Враховуючи фізичний стан кормів, зоотехнічні вимоги до згодовування їх, наявність кормів, доцільність використання способів переробки кожного корма і приготування вологої кормосуміші, розробляємо технологічну схему

приготування кормів:

Цукровий буряк і морква

- завантажування

- дозування

- миття

- подрібнення

- теплова обробка

Комбісилос

- дозування

- подрібнення

- дозування

- змішування

- вивантажування

- вивантажування

Трав'яне і сінне борошно

- дозування

- подрібнення

- дозування

- змішування

Концорма

- завантажування

- дозування

- змішування

- вивантажування

- вивантажування

За розробленими технологічними схемами приготування кормів

приймаємо такі **потоківі технологічні лінії** кормоцеху:

- ПТЛ приготування коренеплодів;
- ПТЛ приготування комбісилосу;
- ПТЛ приготування трав'яного і сінного борошна;
- ПТЛ приготування концормів;
- ПТЛ змішування кормів і приготування кормосуміші.

Обрат не підлягає приготуванню і роздається тваринам окремо.

Для приготування вологої кормосуміші для свиней на фермі проектуємо технологічні процеси і операції та визначаємо засоби механізації і автоматизації для їх виконання:

1. Завантаження і транспортування комбісилоса – навантажувач ПЕ-0,8Б, причеп 2ПТС-4М, трактор МТЗ-80.

2. Транспортування і завантажування концормів і трав'яного борошна – завантажувач сухих кормів ЗСК-10.

3. Завантажування і транспортування коренеплодів – навантажувач ПЕ-

0,8, транспортний причеп 2ПТС-4М, трактор МТЗ-80.

4. Накопичення і подача концкормів – приймальний бункер на 15 м<sup>3</sup>, живильник концкормів ПК-6.

5. Накопичення і завантаження коренеплодів в мийку – приймальний бункер на 18 м<sup>3</sup>, транспортер скребковий ТК-5Б, завантажувальний збірний шнек ШЗС-40М.

6. Миття і подрібнення коренеплодів – мийка-подрібнювач ИКМ-5.

7. Подрібнення і дозування трав'яного і сінного борошна – дробарка КДУ-2, живильник борошна ТС-40С.

8. Подрібнення і дозування комбісилоса – подрібнювач комбісилоса «Волгарь-5», транспортер ТС-40С, збірний завантажувальний шнек ШЗС-40М.

9. Теплова обробка коренеплодів, змішування кормів, вивантажування – запарник змішувач С-12.

10. Вивантаження готової кормосуміші і завантаження кормороздавачів – вивантажувальний шнек ШВС-40М, завантажувальний скребковий транспортер ТС-40М.

## **2.7. Технологічний розрахунок потокових технологічних ліній кормоцеху для приготування кормосумішей на свинофермі**

Розрахунок ПТЛ приготування коренеплодів.

Визначаємо розрахункову продуктивність технологічної лінії

$$Q_{p.k.} = \frac{G_{кор.}}{t \cdot n \cdot \eta}, \text{ т/год.}, \quad (2.2)$$

де  $G_{кор.}$  – добова потреба коренеплодів на свинофермі, т;

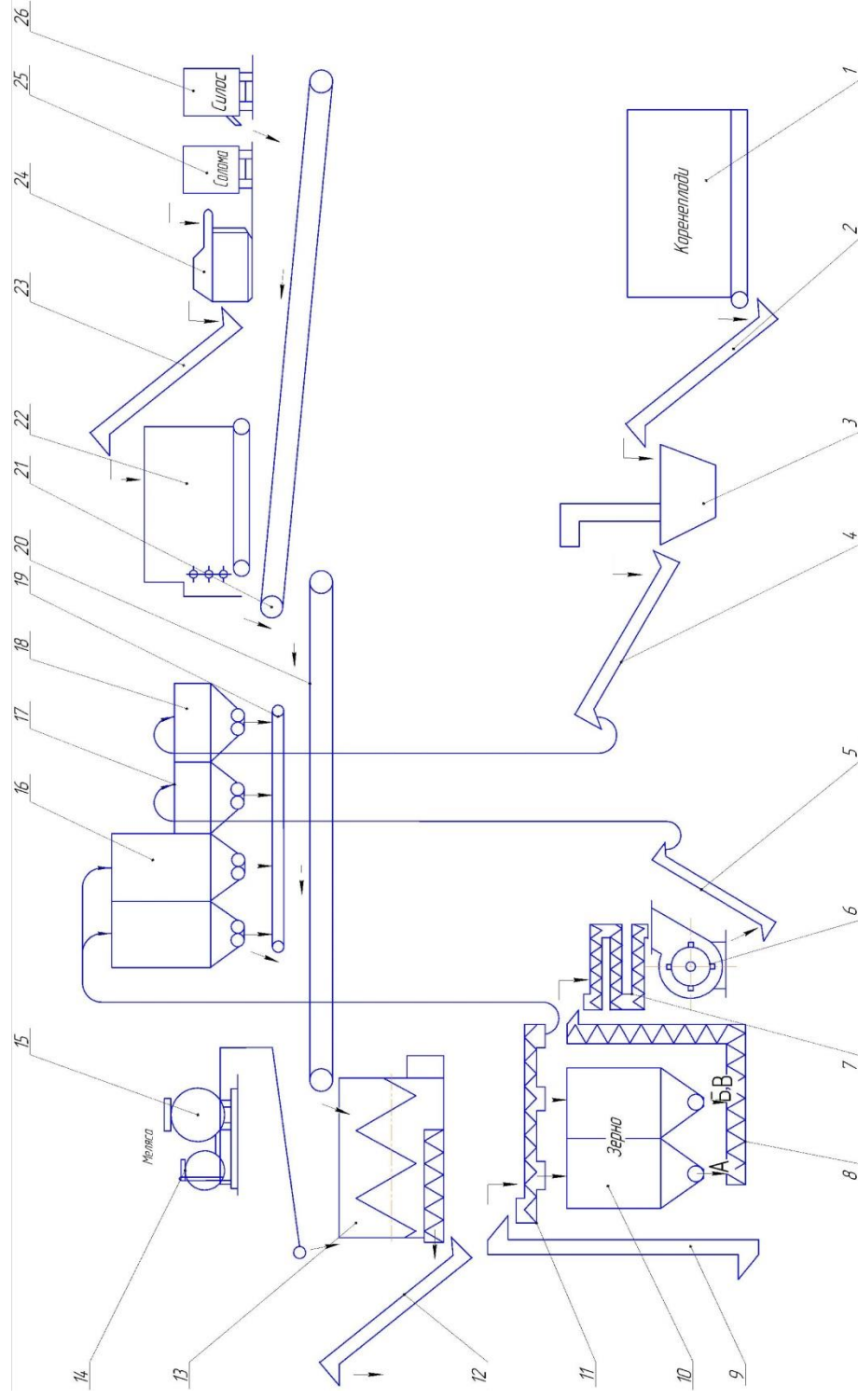


Рис. 2.3. Технологічна схема кормоцеху: 1 – транспортне сховище; 2, 4, 5 і 12 – транспортери; 3 – мийка-подрібнювач ИКМ-5; 6 – дробарка-молоткова КДУ-2; 7 – обладнання для волого-теплової обробки зерна; 8, 11 – шнекові транспортери; 9 – норія; 10 – бункери для зерна; 13 – змішувач-запарник СКО-Ф-6-01; 14 – змішувач СМ-1,7; 15 – резервуар для меласи; 16 – бункери-дозатори для комбікорму; 17 – бункери-дозатори для фуражу; 18 – бункер-дозатор подрібнених коренеплодів; 19, 20, 21, 23 – стрічкові транспортери; 22 – нагромаджувач-живильник подрібнених грубих кормів; 24 – подрібнювач «Волгарь -5»

$t$  – тривалість часу зміни, год.;

$h$  – кількість змін за добу;

$\eta$  - коефіцієнт використання часу зміни;

$$Q_{p.k.} = \frac{7,3}{7 \cdot 1 \cdot 0,85} = 1,23 \text{ т/год.}$$

Розраховуємо потребу завантажувальних скребкових транспортерів. Для завантажування коренеплодів в мийку приймаємо транспортер коренеплодів скребковий ТК-5Б продуктивністю 1,8 кг/с з сумарною потужністю електродвигунів 3,0 кВт і визначаємо їх потребу

$$n = \frac{1,23}{6,48} = 0,2.$$

Приймаємо один транспортер ТК-5Б.

Розраховуємо потребу мийок-подрібнювачів коренеплодів. Для миття і подрібнення коренеплодів приймаємо мийку-подрібнювач ИКМ-5 і приводимо технічну характеристику.

#### Технічна характеристика ИКМ-5

|                                    |                |
|------------------------------------|----------------|
| 1. Продуктивність, кг/с            | 1,5...1,9      |
| 2. Витрати води на миття, л/т      | 200            |
| 3. Кількість електродвигунів, шт   | 3              |
| 4. Потужність електродвигунів, кВт | 10,5           |
| 5. Габаритні розміри, мм           | 2200×1360×2860 |
| 6. Маса, кг                        | 960            |

Визначаємо потребу мийок-подрібнювачів ИКМ-5

$$n = \frac{1,23}{5,4} = 0,23.$$

Приймаємо один подрібнювач ИКМ-5.

Для подачі подрібнених коренеплодів та інших компонентів в запарник-змішувач С-12 приймаємо один збірний завантажувальний шнек ШЗС-40М продуктивністю 40 м<sup>3</sup>/год. з встановленою потужністю двигунів 2,2 кВт.

Розрахунок технологічної лінії приготування комбісилосу.

Визначаємо розрахункову годинну продуктивність потокової технологічної лінії

$$Q_{p.ком.} = \frac{G_{доб.}}{t \cdot n \cdot \eta}, \text{ т/год.}, \quad (2.3)$$

$$Q_{p.ком.} = \frac{2,473}{7 \cdot 1 \cdot 0,85} = 0,42 \text{ т/год.}$$

Для завантажування коренеплодів з бурта приймаємо один навантажувач ПЕ-0,8Б продуктивністю 30 кг/с.

Для транспортування коренеплодів приймаємо один тракторний причеп 2ПТС-4М вантажопідйомністю 4т.

Для подрібнення комбісилоса приймаємо подрібнювач «Волгарь-5» і приводимо технічну характеристику.

#### Технічна характеристика подрібнювача «Волгарь-5»

1. Продуктивність на подрібненні, кг/с:

коренеплодів 3,3

силоса, зеленої маси 1,6

сіна, соломи 0,3

2. Потужність електродвигуна, кВт 22

3. Габаритні розміри, мм 2400×1330×1350

4. Маса, кг 1105

Визначаємо потребу подрібнювачів «Волгарь-5»

$$h = \frac{0,42}{5,76} = 0,073.$$

Приймаємо один подрібнювач «Волгарь-5».

Для транспортування подрібненого комбісилоса на збірний завантажувальний шнек ШЗС-40М приймаємо один скребковий транспортер ТС-40С продуктивністю 40 м<sup>3</sup>/год.

### **Розрахунок ПТЛ приготування трав'яного і сінного борошна.**

Визначаємо розрахункову годинну продуктивність потокової технологічної лінії приготування трав'яного і сінного борошна

$$Q_{p.тр.} = \frac{G_{доб.}}{t \cdot n \cdot \eta}, \text{ т/год.}, \quad (2.4)$$

$$Q_{p.тр.} = \frac{1,302}{7 \cdot 1 \cdot 0,85} = 0,22 \text{ т/год.}$$

Для подрібнення сінного борошна і транспортування трав'яного і сінного борошна приймаємо одну дробарку КДУ-2 продуктивністю до 0,2 кг/с і один живильник борошна ТС-40С продуктивністю 40 м<sup>3</sup>/год.

### **Розрахунок ПТЛ приготування концкормів**

Визначаємо розрахункову годинну продуктивність потокової технологічної лінії приготування концкормів

$$Q_{p.кон.} = \frac{G_{доб.}}{t \cdot n \cdot \eta}, \text{ т/год.}, \quad (2.5)$$

$$Q_{p.кон.} = \frac{10,133}{7 \cdot 1 \cdot 0,85} = 1,7 \text{ т/год.}$$

Для завантажування і транспортування концкормів приймаємо один

завантажувач сухих кормів ЗСК-10 продуктивністю 9,72 т/год і місткістю бункера 8 м<sup>3</sup>.

Для накопичення концкормів приймаємо заглиблений бетонований приймальний бункер на 15 м<sup>3</sup>.

Для дозування концкормів на збірний шнековий транспортер ШЗС-40М приймаємо один транспортер-живильник ПК-6 продуктивністю 7,9...10 т/год.

### **Розрахунок потокової технологічної лінії змішування кормів і приготування кормосуміші**

Визначаємо годинну розрахункову продуктивність потокової технологічної лінії змішування кормів з запарюванням коренеплодів

$$Q_{p.зм.} = \frac{G_{доб.}}{t \cdot n \cdot \eta}, \text{ т/год,} \quad (2.6)$$

$$Q_{p.зм.} = \frac{21,21}{7 \cdot 1 \cdot 0,85} = 3,565 \text{ т/год.}$$

Для запарювання коренеплодів і змішування кормів та приготування вологої кормосуміші приймаємо запарник-змішувач С-12 і приводимо його технічну характеристику.

#### **Технічна характеристика запарника-змішувача С-12**

|    |                           |                |
|----|---------------------------|----------------|
| 1. | Продуктивність, т/год.:   |                |
|    | з запарюванням            | 4,68           |
|    | без запарювання           | 9,72           |
| 2. | Місткість, м <sup>3</sup> | 2,7            |
| 3. | Потужність привода, кВт   | 15             |
| 4. | Габаритні розміри, мм     | 4215×2880×2400 |
| 5. | Маса, кг                  | 6100           |

Розраховуємо потребу запарників-змішувачів С-12

$$n = \frac{Q_{\text{р.доб.}}}{Q_n}, \quad (2.7)$$

$$n = \frac{3,565}{4,68} = 0,76.$$

Приймаємо один запарник-змішувач С-12.

**Розраховуємо потребу запарників змішувачів С-12 на запарювання коренеплодів.**

Визначаємо час циклу запарювання коренеплодів

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{зав.}} + t_{\text{зап.}}, \quad (2.8)$$

$$t_{\text{ц}} = 0,14 + 0,6 = 0,74 \text{ год.}$$

Розраховуємо продуктивність запарника-змішувача С-12 на запарюванні коренеплодів

$$W_{\text{р.год.}} = \frac{G_{\text{роз.}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.9)$$

$$W_{\text{р.год.}} = \frac{0,7}{0,74} = 0,95 \text{ т/год.}$$

Визначаємо потребу запарників-змішувачів для запарювання коренеплодів

$$n = \frac{Q_{\text{доб.}}}{W_{\text{р.год.}} \cdot t}, \quad (2.10)$$

$$n = \frac{7,301}{0,95 \cdot 7} = 1,1.$$

Приймаємо один запарник-змішувач С-12.

Для вивантажування кормосуміші приймаємо один вивантажувальний шнек ШВС-40М продуктивністю 40 м<sup>3</sup>/год. і завантажування кормороздавачів скребковий транспортер ТС-40М продуктивністю 40 м<sup>3</sup>/год.

## **2.8. Розробка технологічної карти переробки кормів і приготування кормосуміші та операційної карти запарювання коренеплодів.**

За проведеними розрахунками поточкових технологічних ліній кормоцеха і прийнятими засобами комплексної механізації і автоматизації технологічних процесів розробляємо технологічну карту виробництва кормосуміші на свинофермі і визначаємо затрати праці (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Технологічна карта переробки кормів і приготування вологої кормосуміші на свинофермі

| № п/п | Найменування операцій                                             | Кількість годин роботи за добу, год. | Засоби механізації             | Затрати праці, люд.-год. |
|-------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| 1     | Транспортування і завантажування концкормів та трав'яного борошна | 0,3                                  | ЗСК-10                         | 0,3                      |
| 2     | Транспортування і завантажування коренеплодів і комбісилосу       | 1                                    | ПЕ-0,8Б,<br>2ПТС-4М,<br>МТЗ-80 | 2                        |
| 3     | Переробка кормів і приготування кормосуміші                       | 7                                    | Комплект обладнання кормоцеху  | 14                       |
|       | Всього                                                            |                                      |                                | 16,3                     |

За розробленою технологічною картою та проведеними технологічними розрахунками для забезпечення комплексної механізації і автоматизації техпроцесів розробляємо операційну карту на запарювання коренеплодів (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

## Операційна карта запарювання коренеплодів

| №<br>п/п | Назва операції                                | Обсяг<br>робіт    |           | Машини та<br>обладнання |           | Технічні умови<br>виконання операції      | Тривалість | Виконавці     |
|----------|-----------------------------------------------|-------------------|-----------|-------------------------|-----------|-------------------------------------------|------------|---------------|
|          |                                               | одиниця<br>виміру | кількість | одиниця<br>виміру       | кількість |                                           |            |               |
| 1        | 2                                             | 3                 | 4         | 5                       | 6         | 7                                         | 8          | 9             |
| 1        | Завантажування<br>подрібнених<br>коренеплодів | т                 | 0,7       | ШЗС-<br>40М             | 1         | Коефіцієнт<br>завантаження                | 0,14       | Опера-<br>тор |
| 2        | Прогрівання і<br>запарювання<br>коренеплодів  | т                 | 0,7       | С-12                    | 1         | Температура<br>пари 90-105 <sup>0</sup> С | 0,26       | Опера-<br>тор |
| 3        | Завантажування<br>компонентів<br>кормосуміші  | т                 | 1,5       | ШЗС-<br>40М             | 1         | Коефіцієнт<br>завантаження<br>0,8         | 0,65       | Опера-<br>тор |
| 4        | Змішування<br>кормів                          | т                 | 2,2       | С-12                    | 1         | Неоднорідність<br>суміші $\pm 0,5\%$      | 0,23       | Опера-<br>тор |
| 5        | Вивантажування<br>кормосуміші                 | т                 | 2,2       | С-12                    | 1         | -                                         | 0,2        | Опера-<br>тор |

За проведеними технологічними розрахунками складаємо таблицю потреби машин і комплектів обладнання для технічного оснащення кормоцеху для переробки кормів і приготування кормосуміші на свинофермі (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

Комплект обладнання і машин для комплексної механізації і  
автоматизації технологічних процесів для переробки кормів і приготування  
кормосумішей в кормоцеху свиноферми

| №<br>п/п | Назва машин та обладнання               | Марка машин та<br>обладнання | Кількість,<br>шт. |
|----------|-----------------------------------------|------------------------------|-------------------|
| 1        | Навантажувач кормів                     | ПЕ-0,8Б                      | 1                 |
| 2        | Тракторний причеп                       | 2ПТС-4М                      | 1                 |
| 3        | Трактор                                 | МТЗ-80                       | 1                 |
| 4        | Завантажувач сухих кормів               | ЗСК-10                       | 1                 |
| 5        | Живильник концкормів                    | ПК-6                         | 1                 |
| 6        | Приймальний бункер на 15 м <sup>3</sup> | -                            | 1                 |
| 7        | Транспортер скребковий                  | ТК-5Б                        | 1                 |
| 8        | Завантажувальний збірний шнек           | ШЗС-40М                      | 1                 |
| 9        | Мийка-коренерізка                       | ИКМ-5                        | 1                 |
| 10       | Дробарка                                | КДУ-5                        | 1                 |
| 11       | Живильник борошна                       | ТС-40С                       | 1                 |
| 12       | Подрібнювач                             | Волгарь-5                    | 1                 |
| 13       | Запарник-змішувач                       | С-12                         | 2                 |
| 14       | Вивантажувальний шнек                   | ШВС-40М                      | 1                 |
| 15       | Завантажувальний транспортер            | ТС-40М                       | 1                 |

## 2.9. Висновки.

У технологічній частині магістерської роботи визначено зоотехнічні вимоги й способи підготовки кормів до згодовування. Наведено технологічну схему кормоцеху, описано послідовність виконання і призначення технологічних операцій, їх тривалість. Визначено продуктивність обраного обладнання, кількість і ефективність його використання у кормоцеху господарства, що забезпечує рентабельність виробництва м'яса свинини.

За прийнятими засобами комплексної механізації і автоматизації технологічних процесів і проведеними розрахунками їх потреби розроблено технологічну карту на виробництво кормосуміші, а також приведено:

- техніко-економічне обґрунтування об'єкту розробки і проведений огляд існуючих технологій, способів і засобів механізації переробки кормів та приготування вологих кормосумішей для свиней;
- технологічні, зоотехнічні і стандартні вимоги до якості переробки кормів і приготування кормосумішей, приведені фізико-механічні властивості кормів;
- обґрунтування технології переробки кормів і приготування вологої кормосуміші для свиней, визначена потреба кормів, розроблені ПТЛ і послідовність виконання технологічних процесів;
- розрахунки потреби технічних засобів і комплекту машин для технічного оснащення кормоцеху.

### **3. НАУКОВА ЧАСТИНА**

#### **3.1. Напрями розвитку технічного оснащення виробничих процесів у тваринництві**

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

При цьому пріоритетними напрямками розвитку техніки галузі є:

- запровадження інформаційних технологій, які забезпечують максимальне використання генетичного потенціалу тварин, проведення широкомасштабної селекції тварин і підвищення їхньої продуктивності, годівля збалансованими кормо сумішами, комфортні умови утримання, а також комфортний зоотехнічний та ветеринарний облік і контроль;
- широке використання в конструкціях машин нових матеріалів та сучасних технологій виготовлення.

#### **3.2. Огляд існуючих технологій подрібнення**

Подрібненням називається розділення твердого тіла на частини шляхом додання зовнішніх сил, що перевершують сили молекулярного зчеплення частинок тіла. Результат розділення тіл на частини називається іноді дробленням, помелом, різанням і подрібненням. Термін дроблення використовується в гірничо-рудній промисловості для характеристики попереднього, грубого помелу матеріалів, а в сільському господарстві зв'язаний, як правило, з результатом роботи молоткастих дробарок, що дають багато крупних частинок в кінцевому продукті. Термін різання пов'язаний з розподілом на частини стеблових кормів, коренебульбоплодів за допомогою різних ножових робочих органів.

Для подрібнення коренебульбоплодів використовують машини, які відрізняються за призначенням, принципом подрібнення, конструктивними особливостями. За призначенням це можуть бути спеціальні машини (лише для переробки коренебульбоплодів та подібних їм за властивостями кормів), універсальні (здатні переробляти й інші види кормової сировини) і комбіновані (подрібнення суміщують із виконанням інших операцій, наприклад, зі змішуванням).

Спеціальні подрібнювачі безумовно мають кращі показники якості переробки та енергомісткості процесу порівняно з універсальними і комбінованими машинами, оскільки перші в більшій мірі узгоджені з властивостями коренебульбоплодів, вимогами до подрібнення.

За конструкцією робочих органів і характером їх взаємодії з перероблюваним матеріалом до цієї групи машин належать:

- ножові подрібнювачі, в яких переробка коренебульбоплодів відбувається за принципом різання (коренерізки);
- лускоподібні, або терткові, які зішкрібають стружку (коренетерки);
- молоткові та штифтові, що розбивають коренебульбоплоди на частки;
- комбіновані, наприклад, шнеково-ножові, в яких подрібнення здійснюється в результаті поєднання руйнівних факторів (роздавлювання з різанням, різання з перетиранням) – пастоприготувачі.

Найкращу якість продукту (з малим виділенням соку та утворенням м'язги) при менших витратах енергії забезпечують коренерізки.

Дещо поступаються їм коренетерки. Вказані переваги визначили спеціалізацію машин і обумовили найбільш широке використання, особливо коренерізок, для подрібнення коренебульбоплодів, баштанових та деяких інших кормів. Коренерізки відзначаються також простотою конструкції, швидкостю і високою продуктивністю. Мають широкі можливості регулювання крупності продукту (величиною вильоту леза ножа відносно опорної поверхні, частотою обертання робочого органа тощо). Застосування рекатерів (дек) з

цією ж метою супроводжується появою фактора перетирання, який спричиняє утворення м'язги, виділення соку і збільшення енергомісткості процесу.

Коренетерки вимогливіші до стану сировини, ніж коренерізки, особливо стосовно забруднення бадиллям, гичкою та іншими домішками, що в значній мірі стримує їх використання.

Молоткові та штифтові подрібнювачі, а також пастоприготувачі – це більш універсальні машини, які значно поступаються перед спеціальними щодо якості та енергомісткості і будуть розглянуті окремо (рис. 3.1): дискові (з горизонтальним та вертикальним валами), барабанні і циліндричні (відцентрові). Ефективність (продуктивність, енергоємність) технологічного процесу вказаних машин перш за все залежить від рівня коефіцієнта використання ножів  $K_n$ . Його величина пропорційно впливає на пропускну здатність різального апарата (продуктивність машини). У цьому відношенні коренерізки можна проранжувати таким чином: горизонтально-дискові ( $K_n=0,7...0,8$ ), вертикально-дискові та відцентрові ( $K_n = 0,3...0,4$ ) і барабанні ( $K_n = 0,1...0,15$ ).

Оскільки інші критерії та вимоги стосовно розглянутих типів коренерізок знаходяться приблизно на однаковому рівні, переваги за величиною коефіцієнта використання ножів забезпечують перспективність горизонтально-дисковому та відцентровому варіантам.

При цьому слід відзначити, що горизонтально-дисковий варіант завдяки простоті конструкції і зручності в експлуатації знайшов широке застосування на тваринницьких підприємствах АПК. Відцентрові ж коренерізки за рахунок можливості використання великої кількості ножів у камері подрібнювання здатні забезпечувати дуже високу продуктивність, що сприяло їх поширенню у переробній промисловості, зокрема на цукрових заводах.

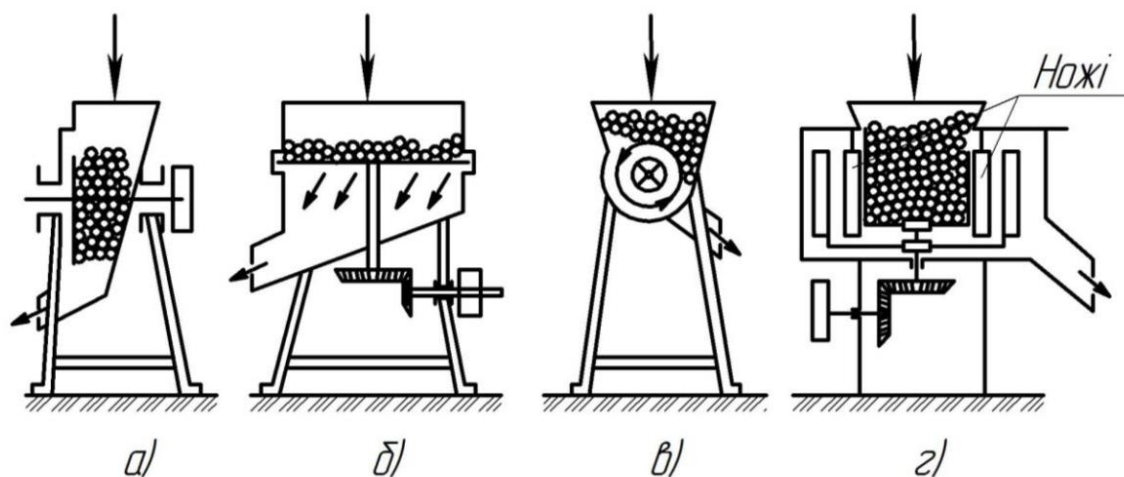


Рис. 3.1. Типи коренерізок: а – вертикально-дискова; б – горизонтально-дискова; в – барабанна; г – відцентрова (циліндрична).

У разі механічної силової дії характер напружень, що виникають у перероблюваному матеріалі, обумовлюється видом та інтенсивністю навантажень, спрямованих на матеріал і спричиняючих в ньому ці напруження. І ті й інші визначаються формою та розмірами, положенням і швидкістю переміщення відносно перероблюваного матеріалу тих тіл, які передають навантаження на цей матеріал. У практиці такі тіла називаються інструментом, робочим або виконавчим органом; стосовно подрібнення – це робочі органи.

За особливостями взаємодії між робочими органами і перероблюваним матеріалом слід виділити такі основні способи подрібнення: роздавлювання, перетирання, розбивання і різання. Загальна суть їх не залежить від характеристик матеріалу, що переробляється. Проте реакція останнього на силові дії при цьому може бути різною. Проаналізуємо основні закономірності кожного із відзначених способів і виділимо найраціональніші можливості їх використання.

*Роздавлювання* (рис. 3.2, а). Під дією нормальних статичних зусиль  $N$  матеріал піддається двобічному стисканню. У ньому виникають внутрішні напруження стискання (у напрямку дії зусилля) та розтягування (у напрямках, перпендикулярних до перших). Якщо внутрішні напруження перевищують

межу міцності матеріалу, він деформується у всьому об'ємі і руйнується. Крихкі матеріали при цьому розсипаються (кришаться) на окремі частки, а в'язко пластичні сплющуються, ніби розтікаються в боки.

*Перетирання* (рис. 3.2, б). У цьому випадку під дією відносно незначних нормальних зусиль перероблюваний матеріал притискається до робочої поверхні або затискується між двома поверхнями, а потім дотичні зусилля  $T$  руйнують його, зміщуючи одні частинки матеріалу відносно інших. У разі перетирання матеріал у більшості випадків також піддається об'ємному деформуванню.

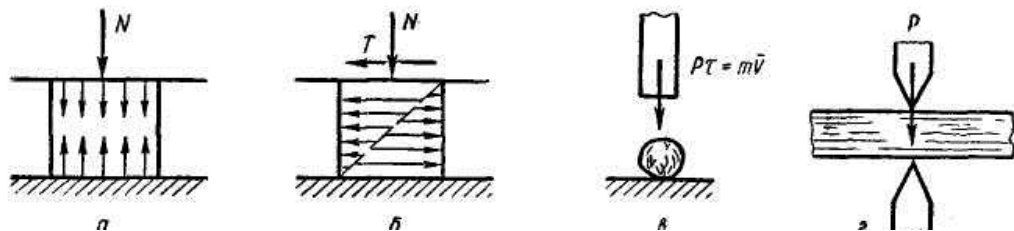


Рис. 3.2. Основні способи подрібнення

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

*Розбивання* (рис. 3.2, в). Руйнування матеріалу відбувається в результаті динамічного навантаження протягом дуже короткого відрізка часу.

Розрізняють зосереджений удар, коли зусилля діє на обмежену ділянку поверхні перероблюваного матеріалу (розміри ударника помітно менші за розміри куса, що руйнується), та розподілений, якщо матеріал піддається деформуванню повністю або ж у великому об'ємі. У першому випадку руйнування матеріалу настає в місцях або площинах локалізації, навантаження і концентрації напружень в результаті розколювання, розривання на частинки. При розподіленому ударі явища нагадують процес роздавлювання, але прискорений у багато разів.

При *різанні* (рис. 3.2, г) перероблюваний матеріал піддається локальному деформуванню в результаті зусиль, що передаються кромкою (вершина двогранного кута) ножа. Завдяки цій особливості різання є

найекономічнішим за витратами енергії способом подрібнення, особливо в разі переробки матеріалів, що відзначаються пружністю та пластичністю.

Інші можливі способи подрібнення за принципом механічної силової дії на перероблюваний матеріал можуть являти собою різновид одного з чотирьох основних способів або який-небудь їх комбінований варіант. Наприклад, розколювання дією клина – це різновид різання, а розколювання шляхом стискування – роздавлювання; розламування – це роздавлювання на не суцільній (двоопорній) основі; розпилювання – різання з перетиранням.

Таким чином, незалежно від способу силової дії безпосереднє руйнування настає від розтягуючих та дотичних напружень у тому випадку, якщо вони перевищують місцеву міцність матеріалу. При цьому дотичні напруження порушують внутрішні зв'язки речовини шляхом зсуву, а розтягуючі ведуть до розривання зв'язків. Деякі вчені зсув також розглядають як особливий випадок непрямого розтягування.

Проте в жодному з розглянутих вище способів подрібнення не здійснюється безпосереднє розтягування перероблюваного матеріалу. В практиці подрібнення розривні напруження в матеріалі звичайно виникають більш складним шляхом від нормальних (стискування) та дотичних зусиль. І цілком закономірно, що чим складніший механізм перетворення прикладених зусиль в елементарні руйнівні напруження в перероблюваному матеріалі, тим нижче енергетичний коефіцієнт корисної дії прийнятого способу подрібнення.

Із опору матеріалів відомо, що міцність їх залежить не тільки від величини, але й від характеру напруженого стану.

Наприклад, багато твердих ізотропних тіл витримують без руйнування дію навіть дуже високого однакового всебічного навантаження, якщо воно спрямоване на ущільнення матеріалу. Проте ті ж тіла часто руйнуються при значно менших напруженнях розтягування або зсуву. Звідси виходить, що для різних матеріалів не в однаковій мірі підходить, а іноді і не підходить той чи інший спосіб подрібнення.

Крім того, різні способи силової дії (подрібнення) стосовно до одного й того ж матеріалу забезпечують неоднакові характерні форми часток і фракційний склад продукту. Так, дуже тонке подрібнення (до пиловидного стану) простіше здійснювати шляхом розтирання, дещо складніше – в результаті розбивання з підпорою чи роздавлюванням. Різання та вільні удари забезпечують відносно крупне подрібнення з малим утворенням пиловидної фракції. Причому подрібнення високошвидкісними ударами дозволяє одержувати рівномірніший фракційний склад продукту, ніж за допомогою ударів, що наносяться з низькою швидкістю або в результаті статичного руйнування.

### **3.3. Агροзоотехнічні та технологічні вимоги до машин по обробці коренеплодів**

До машин по обробці коренеплодів пред'являють наступні вимоги:

- універсальність відносно обробки різних видів і сортів корене-бульбоплодів;
- висока якість миття і подрібнення продуктів при відносно малій витраті води (до 0,4 л/кг) і енергії;
- відсутність псування часток продукту робочими органами машин;
- можливість регулювання часу перебування продуктів у воді з метою пропуску продуктів з різним ступенем забрудненості;
- наявність пристрою для відділення каміння і інших сторонніх предметів;
- зручність очищення і видалення бруду і брудної води;
- можливість максимального ступеня механізації і автоматизації завантаження і вивантаження продукту;
- висока продуктивність, що дозволяє за 1-2 год. підготувати порцію коренеплодів, що вимагається для разового годування;
- висока якість різання, визначувана однорідністю стружки і мінімальним утворенням мезги і соку;

- зручний доступ до робочих органів машини для швидкого їх регулювання або заміни і чищення;
- наявність запобіжного пристрою, який запобігає поломці робочих органів;
- малі габаритні розміри, простота пристрою, надійність в експлуатації, довговічність роботи.
- продуктивність машин і агрегатів для приготування коренебульбоплодів повинні відповідати разовій дачі корму на фермі. Тривале зберігання приготованих кормів не допускається;
- при митті і подрібненні коренебульбоплодів не допускаються втрати поживної частини корму з мийною водою і в робочих органах машини.

Подрібнювачі коренебульбоплодів повинні:

- забезпечувати якість подрібнення відповідно до зоотехнічних рекомендацій, тобто до такого стану продукту (щодо крупності і рівномірності фракційного складу), при якому коренебульбоплоди можна використати на корм з найбільшою ефективністю;
- бути універсальними, здатними переробляти всі види корене- та бульбоплодів і мати можливість регулювання крупності продукту в межах, достатніх для згодовування всім групам споживачів цих кормів;
- бути економічними за енергомісткістю;
- добре узгоджуватись із можливостями механізованого завантаження сировини і виведення готового продукту, а також автоматизації процесу кормоприготування;
- мати просту конструкцію, бути надійними і зручними в експлуатації. Машини повинні бути оснащені запобіжними пристроями, які забезпечують безпечну роботу обслуговуючого персоналу [4].

### **Зоотехнічні вимоги й способи підготовки кормів до згодовування**

Продукцію тваринництва одержують переважно за рахунок використання кормових ресурсів рослинного походження (власного

виробництва чи на основі кооперування з кормовиробничими підприємствами). Для цього колективні, державні і фермерські господарства вирощують зернофуражні культури, коренебульбоплоди, а також однорічні і багаторічні трави на зелену масу, силос, сінаж та сіно.

З метою забезпечення високоефективного використання поживної цінності більшість кормів необхідно заготовляти і готувати до згодовування відповідно до діючих стандартів або зоотехнічних вимог, які враховують фізіологічні особливості тварин або птиці. Сутність цих вимог полягає у наступному.

Збирати кормові культури необхідно в період, коли вони мають найбільшу врожайність та поживну цінність. Якість кормів визначається не лише їх поживною цінністю, а й наявністю або відсутністю в них баластних, некорисних чи інколи навіть шкідливих включень. Останні можуть спричиняти травмування чи отруєння споживачів, знижувати ефективність роботи та надійність технологічного обладнання.

Для попередження таких явищ корми в процесі підготовки до згодовування очищають.

Допустимий ступінь забруднення очищеної кормової сировини має бути не вищим, %: земляних домішок – 1-2, піску – 0,2-1, насіння отруйних рослин – 0,25. Уміст металевих часточок із тупими кінцями і розміром до 2 мм допускається до 30 мг на 1 кг корму.

Величина кормових часточок залежить від біологічного виду та віку тварин і птиці, а також виду корму і характеру його використання (у складі сумішей чи для роздільного згодовування, розсипний чи пресований).

Так, коренебульбоплоди рекомендується подрібнювати для великої рогатої худоби на стружку завтовшки 10-15 мм, для свиней – на часточки розміром 5-10 мм. Грубі корми для великої рогатої худоби слід переробляти на січку (краще розщеплену вздовж волокон) завдовжки 30-50 мм за роздільного згодовування і 10-15 мм – у складі кормових сумішей; для свиней – на часточки завбільшки 1-2 мм. Комбікорми для свиней потрібно готувати з інгредієнтів дрібного (0,2-1 мм) помелу, для великої рогатої худоби і птиці –

середнього (1-1,8 мм) і грубого (1,8-2,6 мм). Згідно з вимогою кожний вид корму приводять до стану, що забезпечує найкращий ефект за його згодовування.

Суміші, що містить соковиті компоненти чи рідкі добавки, потрібно роздавати тваринам не пізніше, ніж через 1,5...2 години після приготування.

За своєю природою способи підготовки кормів до згодовування є:

- механічний (очищення, сушіння, запарювання, варіння, осолоджування, пресування);
- тепловий (підігрівання, сушіння, запарювання, варіння та інше);
- біологічний (силосування, заквашування, осолоджування, дріжджування, пророщування);
- хімічний (обробка лугом або кислотою, розчинення);
- електричний (сортування, очищення, обробка інфрачервоним чи ультрафіолетовим промінням, подрібнення).

Для високоефективного використання кормів важливим є забезпечення оптимальної крупності кормових часток, що залежить від біологічного виду та віку тварин і птиці, а також від виду кормової сировини й характеру використання кормів (згодовування роздільне чи в складі кормових сумішей, у розсипному стані чи у вигляді гранул або брикетів). З цією метою кормову сировину перед згодовуванням подрібнюють.

Доведено, що готувати комбікорми для свиней необхідно з інгредієнтів дрібного (середній розмір частинок – 0,2-1 мм) помелу, а для великої рогатої худоби і птиці – середнього (1-1,8 мм) та крупного (1,8-2,6 мм). Грубі корми для свиней слід переробляти до розміру частинок 1-2 мм, для великої рогатої худоби – на січку завдовжки 30-50 мм при роздільному згодовуванні і 10-15 мм у складі кормових сумішей. Готові кормові суміші повинні задовольняти зоотехнічним вимогам, наведеним у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Зоотехнічні вимоги до параметрів кормових сумішей

| Показник                                                        | Для ВРХ | Для свиней |
|-----------------------------------------------------------------|---------|------------|
| Вологість, %                                                    | До 75   | 60-80      |
| Рівномірність змішування, % не менше                            | 80      | 90         |
| Допустимі відхилення (за масою) вмісту компонентів у суміші, %: |         |            |
| грубі, соковиті                                                 | ±10     | ±10        |
| концентровані                                                   | ±5      | ±5         |
| кормові дріжджі                                                 | ±2,5    | ±2,5       |
| рибні                                                           | —       | ±5         |
| молочні                                                         | ±5      | ±5         |
| поживні розчини                                                 | ±5      | ±5         |
| мінеральні добавки                                              | ±5      | ±5         |
| харчові відходи                                                 | —       | ±5         |

### **Зоотехнічні вимоги до обробки коренебульбоплодів**

Коренеплоди і картопля піддаються миттю, різанню і змішуванню. Коренеплоди рекомендується згодовувати коровам в цілісному виді (окрім дрібних), а свиням і птиці в подрібненому. Товщина різання коренеплодів при згодовуванні великій рогатій худобі має бути 10-15 мм, телятам – 5-10 мм, свиням – 5-10 мм, птиці – 3-4 мм. Картоплю згодовують великій рогатій худобі сирого в подрібненому стані, а свиням – вареною у вигляді суміші з концентратами і трав'яним борошном. Варену картоплю мнуть на картоплем'ялці. Розміри незруйнованих часток не повинні перевищувати 10 мм і число таких часток допускається не більше 5% від загальної маси. Усі коренебульбоплоди необхідно готувати безпосередньо перед згодовуванням (не раніше ніж за 2 год.) щоб уникнути псування. При приготуванні комбінованого силосу для свиней і птиці коренеплоди і картоплю силосують в суміші з подрібненими зеленими кормами і трав'яним борошном.

При цьому картоплю, як правило, попередньо варять і мнуть. Якщо ж її силосують в сирому вигляді, то подрібнюють на частки завтовшки не більше

5-7 мм. Для згодовування поросятam коренеплоди і силос подрібнюють найтонше, до отримання пасти.

### 3.4. Огляд машин для очищення і подрібнення коренебульбоплодів.

Для переробки коренебульбоплодів використовують спеціальні (КПИ-4), універсальні подрібнювачі («Волгарь-5») та машини комбінованої дії (ИКС-5М, МРК-5, АПК-10), які одночасно миють, подрібнюють і завантажують коренеплоди в транспортні засоби, змішувач або силосну траншею (при закладанні комбінованого силосу).

**Коренерізка КПИ-4** (рис 3.3) призначена для подрібнення коренеплодів. Вона складається з приймальної камери, до бокової стінки якої приварена протиризальна пластина, верхнього диска з горизонтальними ножами, змінних дек, середнього диска з вертикальними ножами, нижнього розванта-жувального диска, рами та електропривода.

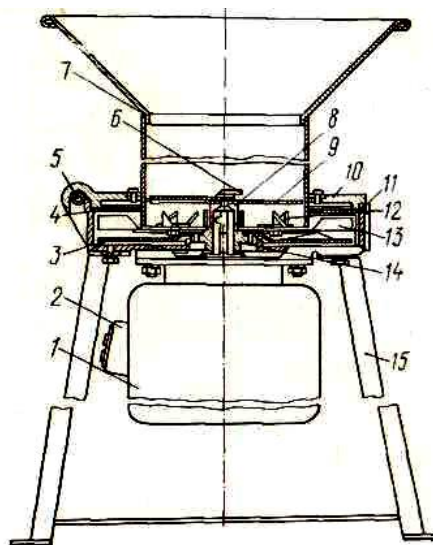


Рис. 3.3. Схема коренерізки КПИ-4: 1 – електродвигун; 2 – магнітний пускач; 3 – викидач; 4 – дека; 5 – палець шарніра; 6 – спеціальний болт; 7 – бункер; 8 – маточина верхнього диска; 9 – верхній диск з ножем; 10 – кришка камери подрібнювання; 11 – корпус камери подрібнювання, 11 – вертикальні ножі; 13 – лопаті нижнього диска; 14 – маточина викидача; 15 – станина.

Машина може працювати в кількох режимах:

- на валу встановлюють розвантажувальний диск та диск з ножем №8 і використовують деку без зубів. У цьому разі коренеплоди подрібнюються на кусочки товщиною до 10 мм;
- на верхньому диску замість ножа №8 встановлюють ніж №5. При цьому одержують кусочки товщиною до 7 мм;
- на валу додатково встановлюють середній диск з вертикальними ножами, а на верхньому диску — ніж №8 і використовують деку із зубами. Одержують пасту з частинками розмірами до 3-5 мм;
- так як у попередньому варіанті, але на верхньому диску замість ножа № 8 встановлюють ніж № 5. Паста матиме розмір часток до 1-2 мм.

Машина призначена для автономного використання і не має захисного пристрою від потрапляння каміння.

Подрібнювач соковитих кормів ИКС-5М (рис. 3.4) призначений для миття і подрібнення коренеплодів.

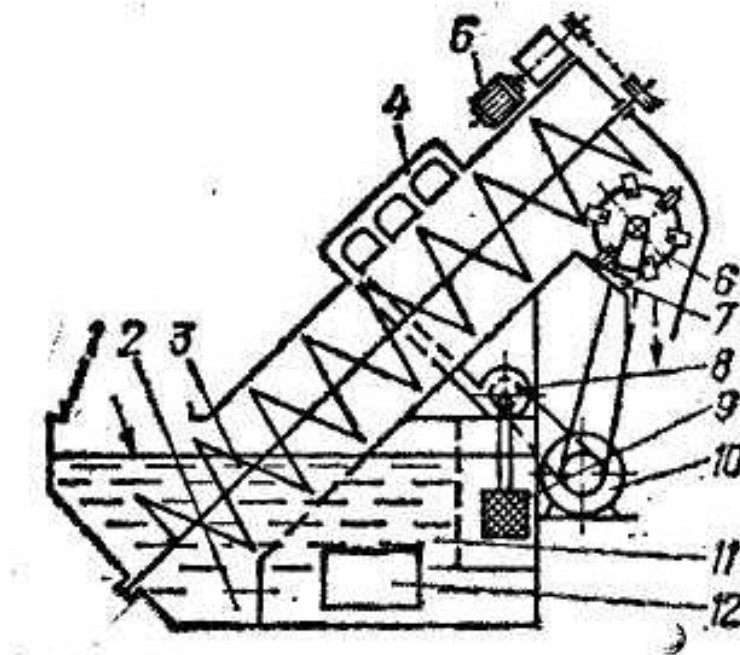


Рис. 3.4. Конструктивно функціональна схема подрібнювача ИКС-5М  
 1 – приймальний бункер; 2 – каменевловлювач; 3 – гвинтова мийка;  
 4 – зрошувач; 5, 10 – електропроводи; 6 – барабан-подрібнювач;  
 7 – дека; 8 – водяний насос; 9 – фільтр; 11 – ванна для води; 12 – лоток.

Подрібнювач має приймальний бункер 1, у нижній частині якого є каменевловлювач 2, гвинтову мийку 3, зрошувач 4, барабан-подрібнювач 6, деку 7, водяний насос 8, ванну для води і два електроприводи 5 і 10. У процесі роботи коренеплоди завантажувальним транспортером подаються в бункер і потрапляють у воду, де відбувається відмокання часток землі. Шнек забирає коренебульбоплоди і транспортує вгору до подрібнювача. При цьому коренебульбоплоди інтенсивно труться об стрічку і трубу шнека та між собою. Крім того, в процесі транспортування вони обмиваються чистою водою із зрошувача.

Вимиті коренебульбоплоди потрапляють у подрібнювач під удари шарнірно підвішених молотків, які взаємодіють із зубчастою декою. Завдяки високій коловій швидкості барабана продукти подрібнення викидаються по напрямному кожуху. Машина налагоджена на одержання пасти з частинками розмірами від 2 до 60 мм і не має пристрою для широкого регулювання ступеня подрібнення коренеплодів. Часткове регулювання ступеня подрібнення продукту можливе шляхом знімання деки.

У машині передбачено багаторазове використання води, що значно знижує її втрати на миття коренебульбоплодів. Із ванни 11 через фільтр 9 вода засмоктується насосом 8 і подається у зрошувач 4 для розбризкування у гвинтовій мийці назустріч коренеплодам. Після миття брудна вода знову надходить у ванну, де перед повторним використанням частково відстоюється. У міру забруднення воду випускають через люки 12 у відстійник і далі в каналізацію. Каміння чи інші предмети, що потрапляють у бункер разом з коренебульбоплодами і мають питому вагу більшу ніж у води, при обертанні шнека потрапляють у заглиблення, з якого періодично вибираються вручну.

У разі потреби машину можна використовувати як гвинтову мийку. При цьому барабан-подрібнювач її деку знімають.

Привод гвинтової мийки здійснюється від електродвигуна 10 потужністю 1,5 кВт через черв'ячний редуктор і ланцюгову передачу, а

барабана-подрібнювача та водяного насоса – від електродвигуна 5 потужністю 7 кВт через клинопасову передачу.

**Подрібнювач-каменеуловитель ИКМ-Ф-10** (рис 3.5) призначено для очищення коренебульбоплодів від каміння, їх миття і подрібнення на частинки розміром до 10 мм (для свиней) або скибочки товщиною до 15 мм (для великої рогатої худоби). Подрібнювач агрегатується з транспортерами-живильниками ТК-5 або ТК-5Б, а також може бути використаний як самостійна машина при установці в утеплених приміщеннях, обладнаних водопроводом і найпростішою системою каналізації.

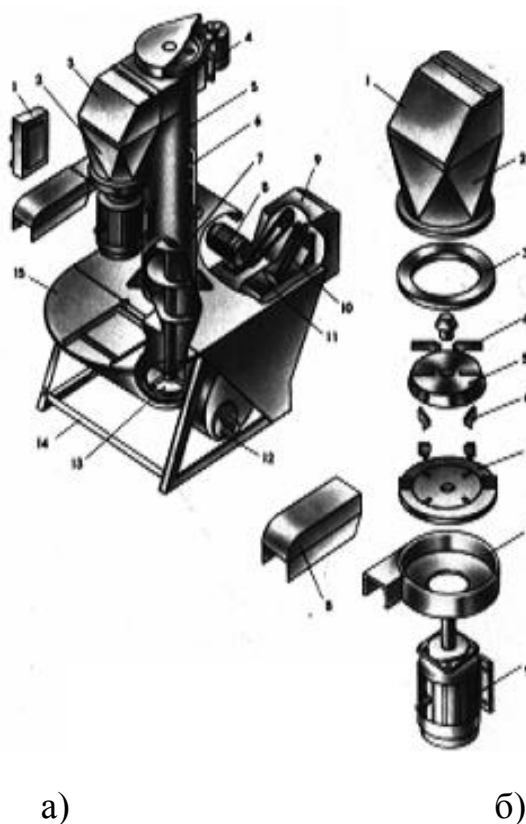


Рис. 3.5. Подрібнювач-каменевловлювач ИКМ-Ф-10.

а) загальний вигляд машини:

- 1 – шафа керування; 2 – подрібнювач; 3 – кришка; 4 – електродвигун;  
5 – корпус шнека; 6 – патрубки; 7 – шнек; 8 – мотор-редуктор;  
9 – кожух;  
10 – транспортер; 11 – кожух транспортера; 12 – люк; 13 – крилач; 14 – рама;  
15 – ванна.

б) ріжучий апарат:

- 1 – кришка; 2 – перехідник; 3 – дека; 4 – горизонтальні ножі; 5 – диск верхній;  
6 – вертикальні ножі; 7 – диск нижній; 8 – лоток; 9 – електродвигун.

**Подрібнювач кормів ИКВ-Ф-5А («Волгарь-5А»)** (рис. 3.6) складається з подаючого 8 і ущільнюючого 3 транспортерів, апаратів первинного і вторинного різання, натягача 9, натяжних зірочок 5, 6, 7 і автомата відключення 11. Потужність приводу складає 22 кВт.

Корм, що подається з кормоприйомника-живильника розташовується (або укладається уручну) рівним шаром на подаючому транспортері 8, ущільнюється транспортером 3, а потім прямує в апарат первинного різання. Ножовий барабан 2 заздалегідь подрібнює масу на частинки до розмірів різання 20-80 мм. Спіральні ножі барабана в перетині мають Г-подібну форму, їх леза описують коло діаметром 450 мм. На барабані встановлено 6 ножів, зазор між якими і протиріжучою пластиною встановлюють в межах 0,5-1 мм.

Подрібнений ріжучим барабаном корм падає на шнек 1 і прямує по ньому в апарат вторинного різання 10, що складається з 9 рухомих і 9 нерухомих ножів. Цей апарат подрібнює корм на фракції розміром 2-10 мм. Готовий корм викидається через нижнє вікно в корпусі подрібнення на транспортер, розташований нижче.

Апарат вторинного різання влаштований таким чином. В жолобі по всій ширині корпусу подрібнення розташований шнек діаметром 440 мм, по кінцях якого передбачені консольні вали. На консольний вал з шпонковою канавкою з боку виходу продукту надіта втулка з шліцьовою зовнішньою поверхнею. На шліцьову частину цієї втулки надіті по чергово рухомі (з шліцами) і нерухомі (без шліців) ножі. Зовнішні кінці останніх прикріплені нерухомими планками до корпусу.

Таким чином, багатоножовий дисковий ріжучий апарат щілистого типу здійснює двохопорне різання ножами з П-подібною ріжучою кромкою і кутами заточування, рівними 90°. Цей апарат більш енергоємний в порівнянні з соломосилосорізкою, але він дозволяє отримати тонке подрібнення і більш рівномірний гранулометричний склад частинок.

Машина ИКВ-Ф-5А може працювати за трьома технологічними схемами – подрібнення корму для великої рогатої худоби, свиней і птиці. При

подрібненні грубих і соковитих кормів для великої рогатої худоби в роботу включають тільки апарат первинного різання. Необхідна крупність частинок для свиней і птиці досягається зміною кута установки леза першого рухомого ножа апарату вторинного різання щодо кінця витка шнека. При подрібненні корму для птиці цей кут повинен бути  $9^\circ$  (по напрямку обертання ножів), а для свиней -  $54^\circ$  (проти напрямку обертання). Всі подальші ножі розташовують по спіралі через  $72^\circ$  проти напрямку обертання ножів.

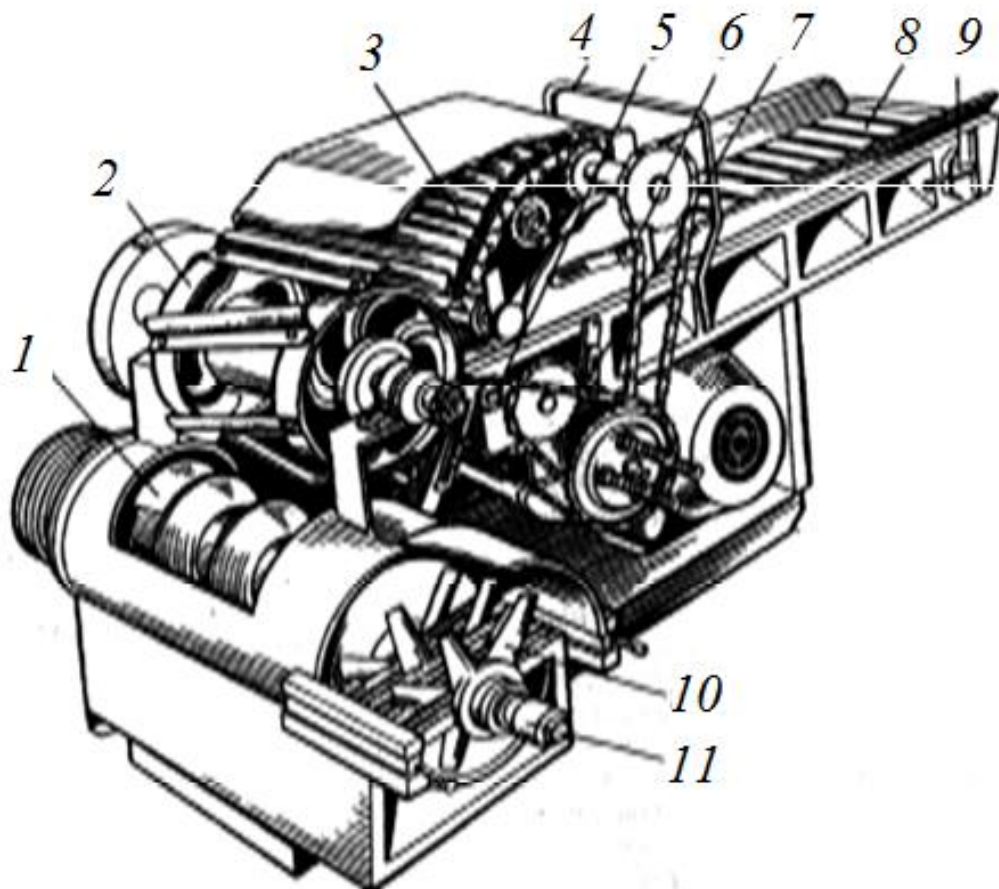


Рис. 3.6. Подрібнювач ИКВ-Ф-5А: 1 – шнек; 2 – ножовий барабан; 3, 8 – ущільнюючий і подаючий транспортери; 4 – скоба керування; 5, 6, 7 – натяжні зірочки; 9 – нтяжний пристрій; 10 – апарат вторинного різання; 11 – автомат відключення.

Мийка коренерізка ИКМ-5 (рис. 3.7) має три робочі органи: мийний шнек 400 мм з електродвигуном потужністю 2,2 кВт; подрібнюючий апарат дискового типу з електродвигуном потужністю 7,5 кВт; транспортер, що

приводиться в роботу від мотора-редуктора з електродвигуном потужністю 0,8 кВт.

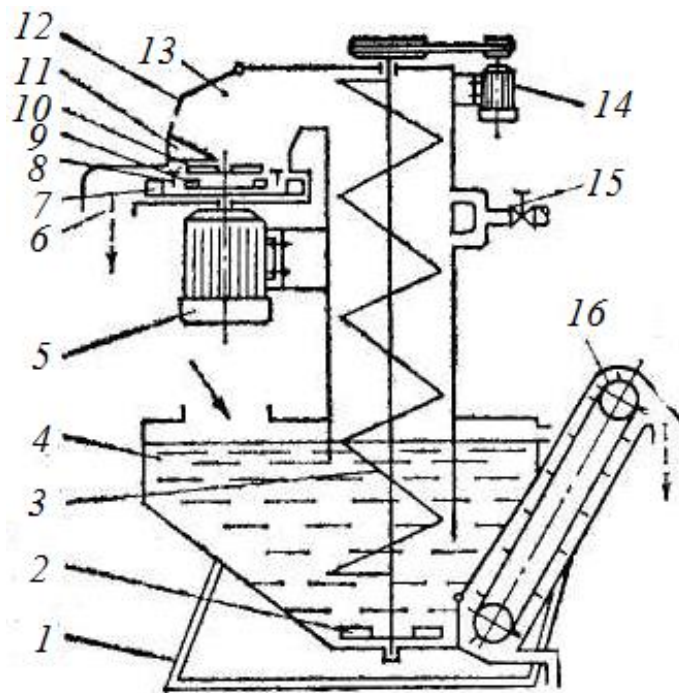


Рис. 3.7. Конструктивно-функціональна схема мийки-коренерізки ИКМ-  
5: 1 – рама; 2 – диск-активатор; 3 – гвинтова мийка;  
4 – ванна; 5, 14 – жувальні лопаті; 8 – дека; 9 – вертикальні ножі;  
10 – горизонтальні ножі; 11 – проти різальний елемент; 12 – кришка;  
13 – горизонтально-дискова коренерізка; 15 – зрошувач; 16 –  
транспортер для видалення каміння.

Робочий процес протікає наступним чином. Ванну заповнюють водою до рівня, який підтримується зливним патрубком на кожусі вивантажного транспортера. Коренебульбоплоди транспортером-живильником подають в мийну ванну, де їх відмивають вихровими потоками води, створюваними крилачем, і звільняють від каміння. Далі коренебульбоплоди поступають на шнек і повторно відмиваються від бруду стрічним потоком води, потім по відкидному направляючому кожуху відкидаються в камеру подрібнення. Подрібнюючий апарат складається з литого корпусу і двох дисків. На верхньому диску закріплено два горизонтальні ножі, а на нижньому – чотири вертикальних. Обидва диски встановлено на валу електродвигуна. Перехідник

(коробка), сполучаючий шнек з подрібненням, має кришку, яка у разі забивання подрібнення кормів відхиляється і оберігає шнек від поломок.

Ступінь подрібнення регулюють зміною частоти обертання ріжучих дисків. З цією метою подрібнення обладнано двоступінчатим електродвигуном, який має частоту обертання  $465 \text{ хв}^{-1}$  при потужності 3,8 кВт і  $920 \text{ хв}^{-1}$  при потужності 7,5 кВт. Перемикач частоти обертання розташований в шафі управління.

Для більш тонкого подрібнення необхідно поставити перемикач на високу частоту обертання ріжучих дисків і встановити в ріжучому апараті рифлену деку. Для отримання крупних фракцій частоту обертання дисків слід зменшити, а деку зняти.

У разі переробки мерзлих коренебульбоплодів опір різанню зростає, тому подрібнення слід вести на високій частоті обертання дисків за наявності вертикальних ножів і деки (тонке різання); при крупному різанні вертикальні ножі і деку знімають.

При митті картоплі без подрібнення деку і верхній диск знімають, подрібнення працює з одним нижнім диском на зниженій частоті обертання.

Скребковий транспортер призначений для вивантаження з ванни каміння, піску і бруду. Він складається з кожуха, транспортера з шістьма шкребками і приводу, що коливається. На кожусі встановлений люк з клапаном для очищення і зливу води з ванни.

В залежності від принципу дії і конструкції робочих органів показники роботи подрібнювачів різні. Оберемо для порівняння подрібнювачі зі способом подрібнення рубкою (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Показники роботи подрібнювачів коренебульбоплодів при подрібненні цукрових буряків вологістю 77...79%

| Марка       | Спосіб подрібнення | Швидкість робочих органів, м/с | Продуктивність, т/год. | Вміст часток 3...15 мм, % | Енергоємність, кДж/кг                    |
|-------------|--------------------|--------------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------------------------|
| МРК-5       | рубкою             | 4,3                            | 3,4                    | 35,0                      | 2,5                                      |
| КПИ-4       | рубкою             | 4...25                         | 4,1                    | 84,0                      | 3,6                                      |
| ИКМ-5       | рубкою             | 4...25                         | 6,7                    | 86,0                      | 4,1<br>(включаючи роботу шнекової мийки) |
| ИКМ-Ф-10    | рубкою             | 4,3                            | 4,1                    | 84,0                      | 3,6                                      |
| «Волгарь-5» | рубкою             | 17,6                           | 3,8                    | 70,0                      | 4,3                                      |

Порівняння якості роботи подрібнювачів показує, із машин з рубаючими робочими органами найбільш ефективна ИКМ-5, яку і буде прийнято до модернізації в даному дипломному проєкті.

При обробці коренебульбоплодів застосовують наступні схеми:

- 1) миття;
- 2) миття – подрібнення;
- 3) миття – подрібнення – дозування – змішування;
- 4) миття – запарювання (варка) – розминання – дозування; змішування.

### **3.5. Загальна будова, принцип роботи, технічна характеристика і регулювання машини та пропозиції по її модернізації.**

Мийка-коренерізка коренеплодів ИКМ-5 (рис. 3.8) призначений для очищення коренебульбоплодів від каміння, їх миття та подрібнення на частки розміром до 10 мм (для свиней) або шматочки товщиною до 15 мм (для

великої рогатої худоби). Подрібнювач агрегується з транспортерами-живильниками ТК-5 або ТК-5Б, а також може бути використаний як самостійна машина при установці в утеплених приміщеннях, оснащених водопроводом і простою системою каналізації.

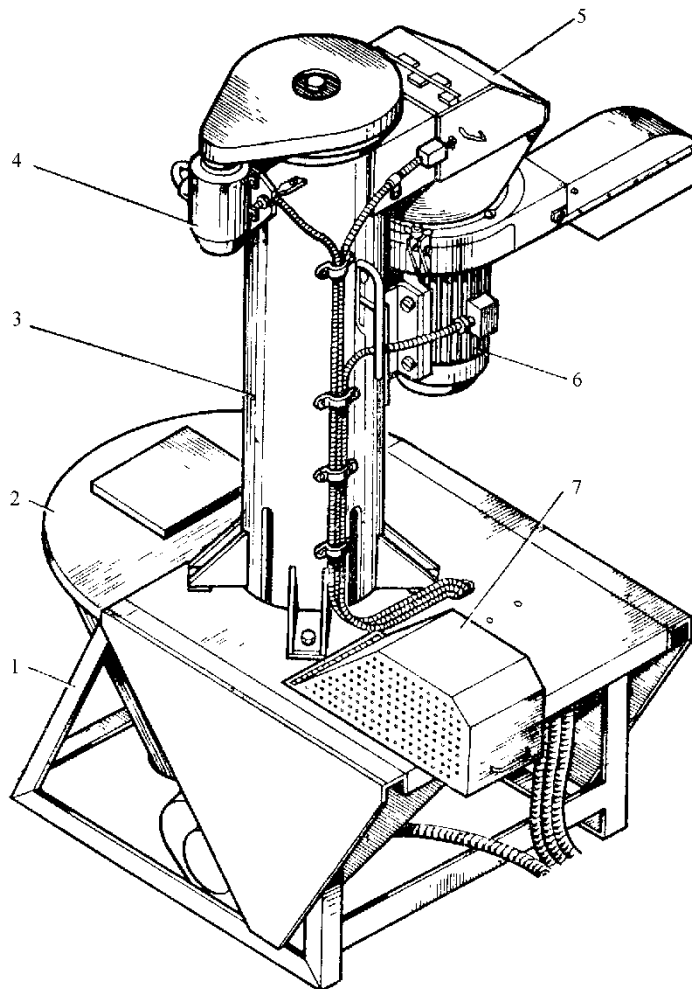


Рис. 3.8. Подрібнювач-каменевловлювач-мийка коренеплодів ИКМ-5:  
1 – рама; 2 – мийна ванна; 3 – шнекова мийка; 4 – електродвигун привода шнекової мийки; 5 – подрібнювач; 6 – електродвигун привода подрібнювача; 7 – транспортер-каменевловлювач.

Привод шнека складається із електродвигуна і клинопасової передачі. Подрібнювач встановлений у верхній частині шнекової колони. Представляє собою апарат типу, який має два горизонтально розміщених в чавунному корпусі диски, на яких закріплені ножі. У верхньому дискові закріплені чотири горизонтальні ножі, в нижньому два вертикальні ножі. По периферії

ножових дисків установлюється з'ємна дека, яка має продовгуваті отвори. Кожух подрібнювача закривається верхньою кришкою, яка відкриває доступ до ножових дисків і до деки. У корпусі є вікно для виходу подрібненого корму назовні через відвідний лоток з козирком.

Скребковий транспортер призначений для видалення каменів піску і бруду і встановлений під кутом  $45^{\circ}$  до горизонту. Він складається із кожуха, транспортера, який коливається, з шістьма скребками і привода. У нижній частині його кожух сполучається з ванною. Транспортер має індивідуальний привод, який складається із мотор-редуктора і ланцюгової передачі [5].

### **Робочий процес.**

Заповнюють ванну водою до рівня переливної труби і вмикають послідовно електродвигуни шнека, транспортера і подрібнюючого апарату. Потім завантажують транспортером ТК-5 коренеплоди у ванну. Тут вони підхоплюються потоком води, попередньо відмиваються від бруду і потрапляють на шнек. Каміні і інші важкі предмети, опускаючись на дно ванни, відкидаються крилачем в кожух транспортера, де підхоплюються скребками і виносяться із машини. Піднімаючись по шнековій колонні, коренебульбоплоди остаточно відмиваються від бруду чистою водою і потрапляють в подрібнюючий апарат. Тут вони потрапляють на верхній диск, подрібнюються на пластинки горизонтальними ножами і відцентровою силою відкидаються до нерухомої деки, де повторно подрібнюються вертикальними ножами. Подрібнена маса лопатками нижнього диска вивантажується через направляючий лоток в накопичувач або на приймальний транспортер.

При необхідності мийку-коренерізку ИКМ-5 використовують для миття картоплі або коренеплодів без подрібнення. Для цього знімають з подрібнювача деку і верхній диск, а на його місце ставлять стопор нижнього диска [5].

## Технічна характеристика подрібнювача ИКМ-5

| Параметри                                                                             | Одиниці вимірювання | Показник                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| Продуктивність,                                                                       | т/год.              | 6...9                          |
| Спосіб миття продукту                                                                 | Проточний           |                                |
| Установлена потужність                                                                | кВт                 | 10,5                           |
| Місткість ванни для води                                                              | м <sup>3</sup>      | 1,5                            |
| Місткість бункера для коренеплодів                                                    | м <sup>3</sup>      | 0,7                            |
| Витрати води на митті 1 т коренеплодів при первісному забрудненні 8...10%             | м <sup>3</sup>      | 0,16...0,27                    |
| Залишкова забрудненість                                                               | %                   | 0,5/0,62                       |
| Висота вивантаження подрібненої маси                                                  | мм                  | 2050                           |
| Частота обертання вала подрібнювача                                                   | об/хв               | 190                            |
| Частота обертання вала подрібнювача                                                   | об/хв               | 465; 952                       |
| Якість подрібнення:<br>0...5,0 мм<br>5,1...15,0 мм<br>15,1...50,0 мм<br>50,1 і більше | %                   | 96,8/90,5<br>3,2/9,5<br>—<br>— |
| Габаритні розміри<br>довжина<br>ширина<br>висота                                      | мм                  | 2200<br>1360<br>2860           |
| Маса                                                                                  | кг                  | 950                            |

чисельник – значення для кормових буряків

знаменник – значення для цукрових буряків

### Підготовка до експлуатації та технічне обслуговування.

Для мийки необхідно обладнати горизонтальну бетоновану площадку під корпус машини, стічний жолоб і брудозбірник з решіткою для змитого ґрунту. Висота фундаменту повинна пов'язана з висотою завантаження

коренеплодів і вивантажування подрібненої маси. Після 6-7 днів заливки фундаменту мийку встановлюють горизонтально, від водопроводу підводять воду до корпусу шнека трубою. На стіні встановлюють шафу керування і в металевій трубі прокладають провід від шафи до коробки зажимів подрібнювача. Всі двигуни повинні обертатися проти годинникової стрілки (зі сторони торця вала). Перевіряють кріплення болтових з'єднань обертаючих деталей і збірних одиниць. Особливу увагу звертають на кріплення ножового диска, який повинен обертатися без заїдання і стуків при обертанні його рукою. Після цього треба підготувати подрібнювач до роботи:

а) зняти захисний кожух і, переміщуючи електродвигун за допомогою натяжних гвинтів, відрегулювати натяг клинових пасів шнека (при натисканні на середину паса із зусиллям 30 Н прогин паса має бути в межах 15... 20 мм);

б) змастити верхні підшипники шнека (солідол С за ГОСТ 4366-76);

в) встановити на місце захисний кожух; г) перевірити і в разі потреби долити до рівня мастило в мотор-редуктор (М=8Б, за ГОСТ 17479-72), змастити підшипники ведучого вала транспортера;

д) переміщуючи ведучий вал, натягти транспортер так, щоб його скребки

не торкалися днища кожуха;

е) заповнити ванну водою;

є) подати у ванну коренеплоди і закрити її кришкою;

ж) встановити в подрібнюючий апарат деку з довгастими отворами;

з) під викидний рукав встановити місткість для подрібнених коренеплодів;

і) встановити перемикач шафи керування в положення "1000 об/хв". Перевірити подрібнювач на митті і подрібненні коренеплодів, для чого ввімкнути подрібнювальний апарат, подачу води до шнека, вивантажувальний транспортер, шнек. Зупиняти машину потрібно в зворотному порядку. Електродвигун скребкового конвеєра виключають і включають незалежно від включення шнека і подрібнювача,

Перш ніж приступити до роботи подрібнювач треба обкатати на протязі 30 хвилин на холостому ході при заповненій водою ванні. Обкатка і робота машини без води недопустима, так як нижній підшипник шнека повинен працювати тільки у водяному середовищі.

Коренеплоди подрібнюються горизонтальними і вертикальними ножами. Ступінь подрібнення залежить від частоти обертання електродвигуна подрібнювача. Так, для отримання невеликих фракцій необхідна частота обертання 1000 об/хв при потужності 7,5 кВт, а для крупних фракцій знімають деку і встановлюють частоту обертання електродвигуна 500 об/хв при потужності 3,8 кВт [6]. Перемикач частоти обертання розташований в шафі керування.

При переробці мерзлих коренеплодів продуктивність подрібнювача зменшують до 5 т/год. і встановлюють запасні горизонтальні ножі з зубчастими лезами. При митті картоплі без подрібнення знімають деку і верхній диск та встановлюють частоту обертання електродвигуна 500 об/хв.

В процесі експлуатації мийки-коренерізки коренеплодів ИКМ-5 проводять щоденне технічне обслуговування і періодичне технічне обслуговування №1 (один раз в місяць або через 50 годин роботи подрібнювача). При щоденному технічному обслуговуванню подрібнювача проводять зовнішній огляд, очищення залишків корму, бруду і каміння зовнішньої і внутрішньої поверхні. Перевірити кріплення скребків транспортера, ножів подрібнювача і натягу ланцюгів. При необхідності усунути недоліки.

Якщо завантаження коренеплодів проводиться транспортером ТК-5,0Б, треба перевірити його працездатність, надійність кріплення скребків, натяжних ланцюгів і пасів, відсутність підтікання мастил з робочих вузлів і її наявність в точках змащування. Очистити транспортер від залишків корму і бруду.

Періодичне технічне обслуговування подрібнювача ИКМ-5 передбачає виконання операцій щоденного технічного обслуговування і, крім того, перевірити технічний стан робочих органів і вузлів. Провести змащування

робочих органів згідно з таблицею і схемою змащування, затягування гайок, натяг ланцюгів і пасів. Контролюють стан ізоляції електродвигунів, її опір (не менше 0,5 МОм).

Привід шнека та крилача в машині здійснюється від двигуна 6 через клинопасову передачу. Виходячи з умов навантаження, в приводі використовується двохстрічкова клинопасова передача. Але в процесі роботі паси зношуються та розтягуються неоднаково. Це приводить до того, що навантаження сприймається пасами нерівномірно. Тому пропонується замінити двохстрічкову клинопасову передачу на передачу поліклиновим пасом, що підвищить ефективність передачі та її надійність і довговічність.

### 3.6. Технологічні розрахунки.

#### Процес різання коренеплодів

Робочий орган коренерізок – різець, який має форму клина.

У відповідності з теорією клина процес утворення стружки (різання) при різанні коренебульбоплодів протікає наступним чином. У перший момент клин з кутом  $\alpha$  (рис. 3.9) впроваджується в матеріал під дією сили  $P$ , стискаючи його на шляху  $a$ . В наступний момент, коли сила  $P$  досягає деякої межі, виникає сколювання елемента стружки по довжині  $l$ , яка завжди на шляху  $a$  стискання.

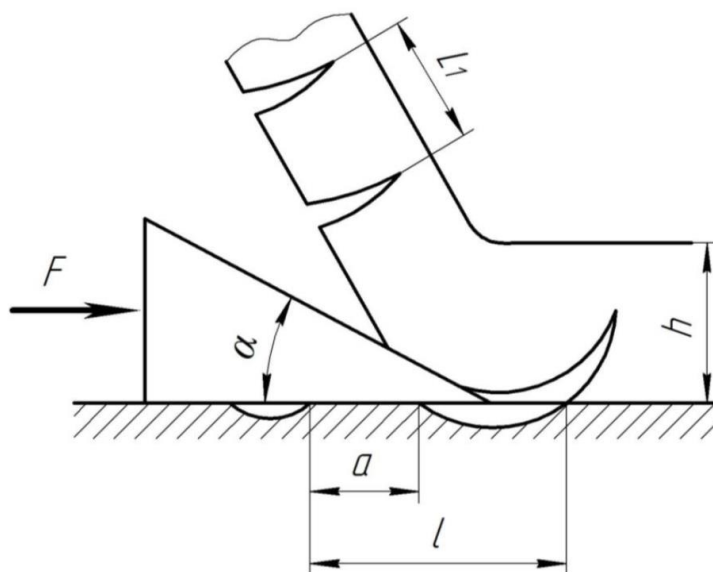


Рис. 3.9. Схема впровадження клина, утворення стружки при куті  $\alpha=17^\circ$ .

У перший момент клин з кутом  $\alpha$  входить у матеріал під дією сили  $P$  і стискає його на шляху  $a$ . У наступний момент, коли напруга в матеріалі досягне межі, проходить сколювання стружки на довжині  $l$ , яка буде перевищувати відрізок стискання  $a$ . Сколювання дещо випереджає лезо клина. Спочатку проходить заглиблення в товщі матеріалу, а потім воно йде в напрямку поверхні під деяким кутом, але до кінця не доходить. У цей час опір на входження клина практично зникає. Клин проходить далі відрізком  $l$  і знову входить в матеріал. Процес повторюється. Таким чином утворюється стружка із сколами. Академік В.П. Горячкін запропонував  $a$  визначати за формулою:

$$a = \frac{h \cos \varphi \sin^2 \left[ \left( \frac{90^\circ - \varphi}{2} \right) \right] \cos \left[ \frac{(\varphi + \varphi_1 - \alpha)}{2} \right]}{\cos^3 \left[ \frac{(\varphi + \varphi_1 + \alpha)}{2} \right]}, \quad (3.1)$$

де  $h$  – товщина стружки, м;

$\alpha$  – кут різання, град;

$\varphi$  – кут тертя матеріалу на гранях клина, град;

$\varphi_1$  – кут тертя в площині, град.

Оскільки сколювання стружки проходить практично без ковзання по площині сколювання, то можна вважати, що  $\varphi_1 = 0$ . Формула (3.1) буде мати вигляд:

$$a = \frac{0,5h \cos \varphi \cos \left[ \frac{(\varphi - \alpha)}{2} \right]}{\cos^3 \left[ \frac{(\varphi + \alpha)}{2} \right]}, \quad (3.2)$$

При цьому відношення  $a$  до  $l$  визначається таким чином:

$$\lambda_{\text{ст}} = \frac{a}{l} = \frac{0,5 \cos \varphi \cos \left[ \frac{(\varphi - \alpha)}{2} \right]}{(0,34 + 0,026\alpha + 0,5h) \cdot \cos^3 \left[ \frac{(\varphi - \alpha)}{2} \right]}. \quad (3.3)$$

Отримані формули та дослідні дані показують, що довжини  $a$  і  $l$  залежать від товщини стружки  $h$  і кута різання  $\alpha$ , а також кута тертя  $\varphi$  і майже не залежать від швидкості різання і товщини ножа.

При різанні коренебульбоплодів використовується 1-й спосіб – нормальне різання (рубка). Це пояснюється тим, що значну частину шляху в процесі різання ( $l - a$ ) лезо взагалі не навантажене. Окрім цього, встановлення леза під деяким кутом  $\tau$  призводить до ускладнення конструкції подрібнювача без особливих енергетичних переваг.

Для визначення загального зусилля різання коренебульбоплодів можна використати раціональну формулу акад. В.П. Горячкіна:

$$P = P_0 + kbh + ebhv^2, \text{ Н} \quad (3.4)$$

де  $P_0$  – деякий загальний опір, Н;

$k$  і  $\epsilon$  - коефіцієнти пропорційності;

$b$  і  $h$  – ширина і товщина стружки, м;

$v$  – швидкість різання, м/с.

Складові формули розділяють загальний опір на три частини: деякий постійний опір, який не залежить від перерізу стружки; опору деформації матеріалу; опору, який залежить від швидкості різання і відкидання стружки. У загальному вигляді формула має вигляд:

$$P = P_0 + P_y + P_v, \text{ Н} \quad (3.5)$$

За даними Г.І. Новикова, опір різанню лезом  $P_0$  залежить головним чином від механічної міцності матеріалу, параметрів ножа (товщини леза і кута різання  $\alpha$ ) і товщини стружки  $h$ .

$$P_0 = P A L t^m A_{\alpha}, \text{ Н} \quad (3.6)$$

де  $p$  – коефіцієнт, який залежить від міцності матеріалу (для буряків  $p = 10,4$ , для моркви  $p = 7,5$  і картоплі  $P = 6,5$ );

$AL$  – довжина навантаженої частини леза ножа, см;

$t$  – товщина леза ножа ( $t = 0,003 \dots 0,01$  см);

$m$  – показник ступеня (для буряка  $m = 0,53$ , моркви  $m = 0,5$  і картоплі  $m = 0,55$ ).

Другий член формули визначається за виразом:

$$P_g = \frac{k}{\xi} \Delta L h, \quad \text{Н} \quad (3.7)$$

При цьому

$$\xi = \frac{1}{h} = 0,34 + 0,026a + 0,5h, \quad (3.8)$$

$$k = \frac{0,2k_4 \sin(\alpha + 2\varphi) \cos\left(\frac{\varphi - \alpha}{2}\right)}{\cos^5\left(\frac{\varphi + \alpha}{2}\right)} \quad (3.9)$$

де  $k_4$  – межова напруга сколювання (для буряків  $k_4 = 9,3-10$ , моркви –  $5,1 \cdot 10^4$  і картоплі –  $3,8 \cdot 10^4$  Н/м<sup>2</sup>).

Третій член формули визначається за виразом:

$$P_v = 0,025ALh\nu^2, \quad \text{Н} \quad (3.10)$$

де  $\nu$  – швидкість різання, Н.

В інженерних розрахунках використовують простішу формулу для розрахунків:

$$P = \Delta L \cdot q, \quad \text{Н} \quad (3.11)$$

де  $q$  – середнє питоме зусилля різання ( $q = 0,17 \dots 0,20$  Н/м).

Значення питомого зусилля різання для різних коренебульбоплодів різне. Воно також залежить від кута установки і товщини леза, стану робочої поверхні тощо.

Для подрібнення коренебульбоплодів використовуються ножі різної форми: плоскі з прямим і гребінчастим лезом, плоскі з криволінійним лезом і совкоподібні. Кут заточки ножів  $25^\circ$ . Вони виготовляються з інструментальної сталі У9 або з маргацевої сталі 65Г і 70Г.

Проведені експерименти дозволили встановити, що лінія сколювання дещо випереджає лезо клина; спочатку вона заглиблюється в товщу матеріалу, а потім направляється під деяким кутом вверх. Однак, до поверхні розрив не доходить і сколювані елементи виходять зв'язаними між собою (стружка сколювання). Усадки або укорочення елемента стружки при різання коренебульбоплодів не спостерігається, тобто  $\ell = \ell_1$ .

Шлях стискання  $a$  і довжина елемента стружки  $\ell$  залежать від фізико-механічних властивостей матеріалу і геометрії різця.

Таблиця 3.4

Основні фізико-механічні властивості кормів

| Найменування кормів       | Вологість, % | Об'ємна маса, т/м <sup>3</sup> | Кут природного відкосу, град. |
|---------------------------|--------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Кормові буряки (корені)   | 86...88      | 0,570...0,650                  | 30...40                       |
| Кормові буряки подрібнені | 86...88      | 0,670...0,740                  | 35...40                       |
| Цукрові буряки (корені)   | 74...76      | 0,580...0,670                  | 32...45                       |
| Стружка буряків           | 11...15      | 0,280...0,350                  | 65...68                       |
| Морква                    | 86...88      | 0,500...0,600                  | 35...45                       |
| Картопля (бульби)         | 75...78      | 0,620...0,730                  | 28...43                       |

При різанні коренеплодів різцем ковзаючий рух матеріалу по лезу відсутній, тобто різання йде по принципу «рубки». Це пояснюється тим, що кут  $\varphi$  тертя коренебульбоплодів по грані металевго клина складає  $35...40^\circ$ , що значно більше, ніж у інших матеріалів. При даних умовах для полегшення різання прийшлося б значно збільшити кут ковзання, що конструктивно виконати дуже складно. Крім того, на значну частину шляху в процесі різання різцем лезо опиняється взагалі ненавантаженим.

Для подрібнення коренебульбоплодів застосовуються ножі різної форми: плоскі з прямим суцільним або гребінчастим лезом і совкоподібні. Ножі виготовляють із інструментальної вуглецевої сталі У9 або марганцевої сталі 65Г і 70Г, кут заточки їх складає  $25^\circ$ .

Значення питомого зусилля різання для різних коренебульбоплодів різне.

Воно також залежить від кута установки і товщини леза, стану робочої поверхні тощо.

На рис. 3.10 представлений графік, який показує залежність загального опору  $P$  різанню від товщини стружки при куті різання  $\alpha=17^\circ$ , і вказані також значення складових  $P_0$ ,  $P_{\text{деф}}$  і  $P_{\text{скор}}$ . Як видно із графіка, третій член формули (3.4) має дуже мале значення. Слід відмітити, що при зміні кута  $\alpha$  різання від  $17$  до  $30^\circ$  сумарний опір майже не змінюється.

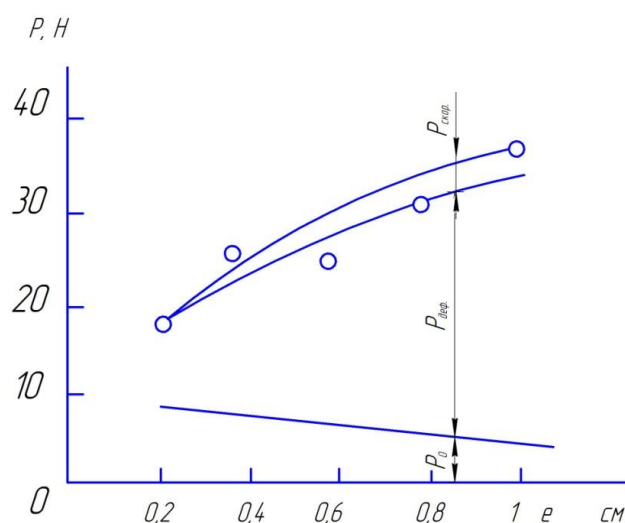


Рис. 3.10. Схема розподілу зусилля різання по складовим опорам при куті  $\alpha=17^\circ$

З рис. 3.10 можна зробити висновок, що процес різання коренеплодів клином протікає з перемінним успіхом: в перший момент перед врізанням зусилля дорівнює нулю, потім при ущільненні по мірі просування ножа по шляху стискання воно досягає максимуму і в момент сколювання знову падає до нуля.

### Розрахунок шнекової коренемийки

Для запобігання заклинюванню коренебульбоплодів між валом гвинта та кожухом діаметр шнека  $D$  (рис. 3.11) приймають не менше 0,3 м, а діаметра вала гвинта

$$d = (0,15 \dots 0,25)D, \quad (3.12)$$

$$d = 0,2 \cdot 0,3 = 0,06 \text{ м}$$

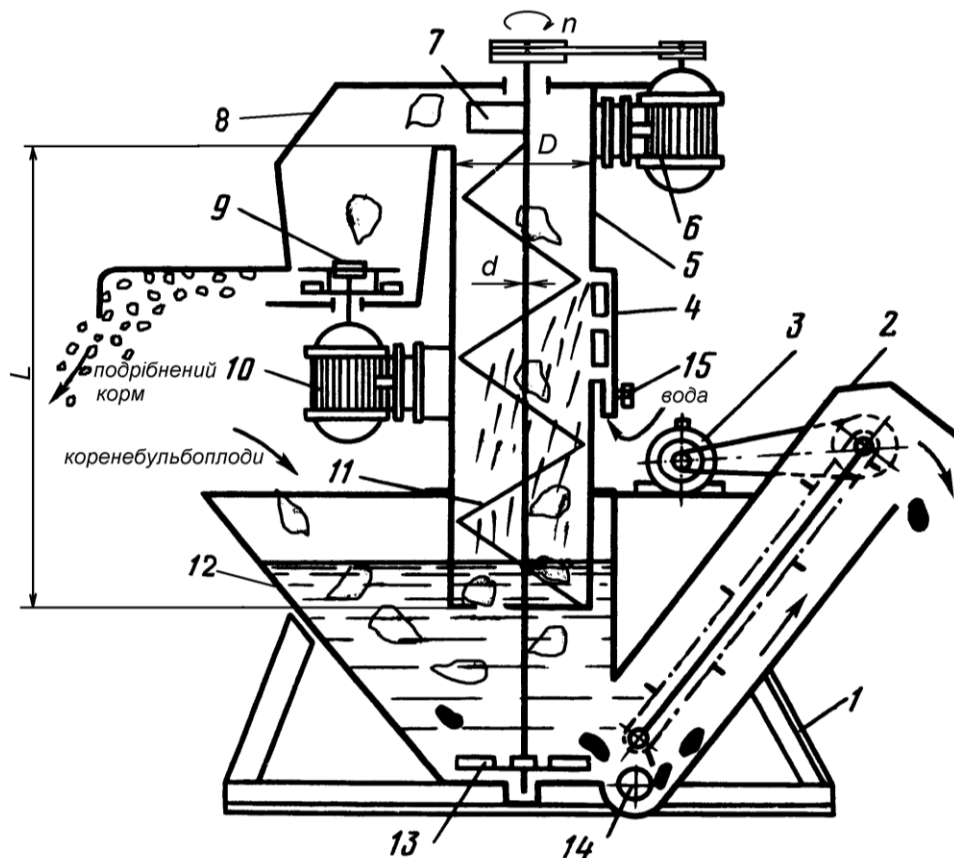


Рис. 3.11. Схема шнекової мийки-коренерізки: 1 – рама; 2 – транспортер; 3, 6, 10 – електродвигуни; 4 – гребінка підвода води; 5 – кожух; 7 – викидач; 8 – кришка; 9 – подрібнювач; 11 – шнек; 12 – ванна; 13 – крилач; 14 – люк; 15 – вентиль.

З урахуванням розмірів коренебульбоплодів крок шнека

$$S = \pi \cdot D \operatorname{tg} \alpha, \quad (3.13)$$

де  $\alpha$  – кут підйому гвинтової лінії ( $\alpha=10\dots20^\circ$ ).

$$S=3,14 \cdot 0,3 \cdot \operatorname{tg} 15^\circ=0,806$$

Довжину шнека вибирають з урахуванням часу миття

$$L = n \cdot S \cdot \tau_m \quad (3.14)$$

де  $n$  – частота обертання шнека,  $\text{с}^{-1}$ ;

$\tau_m$  – час миття,  $\text{с}$ .

$$L=2,0 \cdot 0,806 \cdot 10=16,12 \text{ м}$$

Подача шнекової коренемийки ( $\text{кг/с}$ )

$$Q = \pi(D^2 - d^2) \frac{\rho k_3 k_0}{4}, \quad (3.15)$$

де  $\rho$  – насипна щільність коренебульбоплодів,  $\text{кг/м}^3$  ( $\rho=(600\dots650)$   $\text{кг/м}^3$ );

$k_3$  – коефіцієнт заповнення робочого простору шнека продуктом

( $k_3 \approx 0,25\dots0,35$ );

$k_0$  – коефіцієнт, який враховує зменшення площі поперечного перерізу продукту внаслідок нахилу шнека до горизонту (коли вісь шнека перпендикулярна до горизонту,  $k_3=1$ ).

$$Q = 3,14 \cdot (0,3^2 - 0,06^2) \cdot \frac{0,806 \cdot 2,0 \cdot 600 \cdot 0,3 \cdot 1}{4} = 19,68 \text{ кг/с}.$$

Маса коренеплодів, які перебувають у завантажувальній ванні

$$m_{зав} = Q \tau_{від}, \quad (3.16)$$

де  $\tau_{відм}$  – час відмокання, с ( $\tau_{відм} = 60 \dots 90$  с).

$$m_{зав} = 19,68 \cdot 70 = 1,378 \cdot 10^3 \text{ кг.}$$

Місткість ванни

$$V_{зав} = \frac{m_{зав}}{\rho} \quad (3.17)$$

$$V_{зав} = \frac{1,378 \cdot 10^3}{600} = 2,297$$

### 3.7. Кінематичний розрахунок.

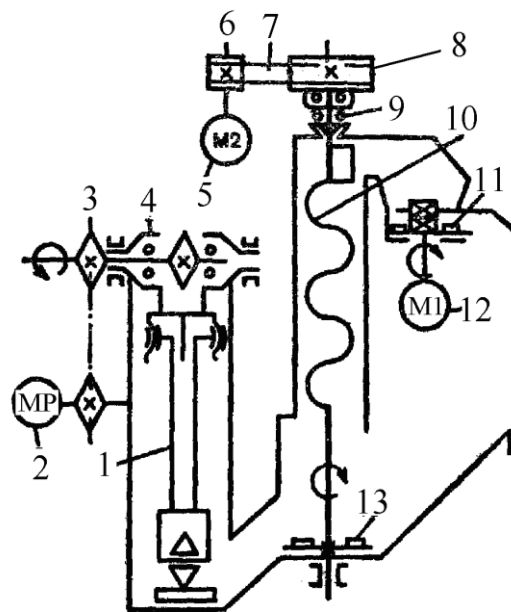


Рис. 3.12. Кінематична схема подрібнювача-мийки ИКМ-5: 1 – скребковий транспортер; 2 – мотор-редуктор; 3 – ланцюг; 4, 9 – шарики-підшипники;

5, 12 – електродвигуни; 6 – шків ( $\varnothing 120$  мм); 7 – клинові паси; 8 – шків ( $\varnothing 500$  мм); 10 – шнек; 11 – ножовий диск; 13 – диск активатора.

Кінематичний розрахунок поліклинової передачі приводу шнеку та крилача виконано за допомогою пакету Mathcad і приведено в дод. 1.

### 3.8. Енергетичний розрахунок

Потужність, необхідна для привода шнекової коренемийки, витрачається на підйом продукту, подолання сил тертя продукту об внутрішню поверхню жолоба, сил тертя коренеплодів об гвинтову поверхню шнека, на перемішування та перетирання їх під час миття і на подолання сил тертя у підшипниках і передаточних механізмах

$$N = \frac{(N_1 + N_2)W_0}{\eta}, \quad (3.18)$$

де  $N_1$  – потужність, яка витрачається на подолання тертя, Вт;

$N_2$  – потужність, яка витрачається на підйом продукту, Вт;

$W_0$  – коефіцієнт, який враховує переміщення та перетирання продукту (для коренеплодів, забруднених ґрунтом,  $W_0 = 1,5 \dots 1,7$ );

$\eta$  – ККД підшипників вала шнека ( для одного підшипника  $\eta = 0,96$ )

Потужність на подолання сил тертя

$$N_1 = F \cdot v, \quad (3.19)$$

де  $F$  – сила тертя, яка виникає при русі продукту по кожуху, Н;

$v$  – абсолютна швидкість руху продукту в середині кожуха шнека, м/с.

Сила тертя продукту по кожуху

$$F = f(F_b + mg \cdot \cos\lambda \cdot \cos\psi), \quad (3.20)$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя продукту по кожуху;

$F_b$  – відцентрова сила, яка притискає продукт до кожуха, Н;

$m$  – маса продукту, який знаходиться всередині шнека під час руху,  
кг,

$$m = \pi(D^2 - d^2)L \cdot K_3 \cdot \frac{\rho}{4}, \quad (3.21)$$

$$m = 3,14(0,3^2 - 0,06^2) \cdot 16,12 \cdot 0,3 \cdot \frac{600}{4} = 196,79$$

$g$  – прискорення сили тяжіння, м/с<sup>2</sup> ( $g=9,8$  м/с<sup>2</sup>);

$\lambda$  – кут нахилу шнека, град. ( $\lambda=90^\circ$ );

$\psi$  – кут природного укусу у русі, град. ( для коренеплодів  $\psi=25^\circ$ ).

Абсолютна швидкість руху продукту всередині кожуха шнека

$$v = \frac{v_{oc}}{\cos\epsilon}, \quad (3.22)$$

де  $v_{oc}$  – швидкість руху продукту вздовж осі шнека, м/с

$$v_{oc} = Q \cdot \frac{L}{m}, \quad (3.23)$$

$$v_{oc} = 19,68 \cdot \frac{16,12}{196,79} = 1,612$$

$\varepsilon$  – кут нахилу абсолютної траєкторії часток продукту відносно осі шнека, град. ( $\varepsilon=65^\circ$ )

$$v = \frac{1,612}{\cos 62} = 2,86$$

Відцентрова сила, яка притискає продукт до кожуха

$$F_b = 2m \cdot \frac{v_k^2}{D}, \quad (3.24)$$

де  $v_k$  – колова швидкість руху продукту по спинці кожуха, м/с.

$$v_k = v_{oc} \cdot \operatorname{tg} \varepsilon, \quad (3.25)$$

$$v_k = 1,612 \cdot \operatorname{tg} 65^\circ = 2,37 \text{ м/с.}$$

Тоді

$$F_b = 2 \cdot 196,79 \cdot \frac{2,37^2}{0,3} = 7,369 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

$$F = 0,35 \cdot (3,369 \cdot 10^3 + 196,79 \cdot \cos 90^\circ \cos 25^\circ) = 2,593 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

Отже,

$$N_1 = 2,593 \cdot 10^3 \cdot 2,86 = 7,416 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

Потужність на підйом продукту

$$N_2 = (P_n D_0 + P_{тр} D) \cdot (\omega - \omega_{np}), \quad (3.26)$$

де  $P_n$  – сила, необхідна для підйому продукту, Н;

$D_0$  – діаметр витка шнека по центру маси шару продукту, який лежить на ньому, м;

$$D_0 = 0,8 \cdot D, \quad (3.27)$$

$$D_0 = 0,8 \cdot 0,3 = 0,24 \text{ м},$$

$P_{\text{тр}}$  – сила, необхідна для подолання тертя продукту по кожуху, Н;

$$P_{\text{тр}} = F(\cos \varepsilon \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \sin \varepsilon), \quad (3.28)$$

$\omega$  і  $\omega_{\text{пр}}$  – кутові швидкості відповідно обертання шнека і переміщення матеріалу всередині кожуха,  $\text{с}^{-1}$

$$\omega = 2\pi n, \quad (3.29)$$

$$\omega = 2 \cdot 3,14 \cdot 2,0 = 12,56 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega_{\text{пр}} = 2 \frac{V_k}{D}, \quad (3.30)$$

$$\omega_{\text{пр}} = 2 \frac{2,37}{0,3} = 15,8 \text{ с}^{-1}$$

Сила, необхідна для підйому продукту,

$$P_n = mg[\sin \lambda \cdot \operatorname{tg}(\alpha_1 + \varphi) + \cos \lambda \cdot \sin \psi], \quad (3.31)$$

де  $\alpha_1$  – кут підйому витків шнека по центру маси шару продукту, який лежить на ньому, град.

$$\alpha_1 = \operatorname{arctg} \frac{S}{\pi \cdot D_0}, \quad (4.32)$$

$$\alpha_1 = \operatorname{arctg} \frac{0,806}{3,14 \cdot 0,24} = 0.831$$

де  $\varphi$  – кут тертя продукту при русі по поверхні кожуха, град.

$$\begin{aligned} \varphi &= \operatorname{arctg} f, \\ \varphi &= \operatorname{arctg} 0,35 = 0,337 \end{aligned} \quad (3.33)$$

Тоді

$$P_{\text{тр}} = 2,593 \cdot 10^3 (\cos 65 \cdot \operatorname{tg}(0,831 + 0,337) + \sin 65) = 2,196 \cdot 10^3$$

$$P_n = 196,79 \cdot 9,8 \cdot [\sin 90 \cdot \operatorname{tg}(0,831 + 0,337) + \cos 90 \cdot \sin 25] = 404.38.$$

Тоді

$$N_2 = (404,38 \cdot 0,24 + 2,196 \cdot 0,3) \cdot (12,56 - 15,8) = 316,58$$

Потужність для привода шнекової коренемийки

$$N = \frac{(7,416 \cdot 10^3 + 316,58) \cdot 1,6}{0,96} = 1,289 \cdot 10^4.$$

### **3.9. Силовий аналіз механізмів машин і розрахунок деталей та вузлів на міцність.**

Розрахунок поліклинової передачі виконано за допомогою пакету Mathcad (дод. 1).

### **3.10. Висновки.**

У науковій частині магістерської роботи розглянуто існуючі технології подрібнення кормів, проведено аналіз машини для очищення і подрібнення коренебульбоплодів, наведено агрозоотехнічні та технологічні вимоги до машин по обробці коренеплодів.

Приведено загальну будову, принцип роботи, технічну характеристику і регулювання мийки-коренерізки ИКМ-5.

З метою підвищення надійності та довговічності роботи машини в конструкцію приводу шнеку та крилача запропоновано внести наступну зміну: замість двох клинових пасів, що передають крутний момент до привідного валу шнека, встановлюємо один поліклиновий пас. Для цього слід змінити ведучий і ведомий шків для поліклинової передачі.

Виконано відповідні розрахунки на міцність, кінематичні та енергетичні розрахунки. Розраховано параметри мийки-коренерізки ИКМ-5, проаналізовано процес різання коренеплодів.

Запропонована модернізація та проведені розрахунки підтверджують якість, функціональність та надійність роботи модернізованої машини.

## **4. ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **4.1. Загальні вимоги по техніці безпеки при подрібненні кормів**

1. Дробарки, вальцові верстати, жорна і інші подрібнювачі встановлюються на фундаментах згідно документації на устаткування. У випадку використання цих машин у складі комплексу устаткування комбікормового або кормоприготувального цеху або відділення їх місце і спосіб установки визначаються проектом.
2. При підготовці подрібнювача до роботи необхідно перевірити балансировку робочого органу, кріплення ножів, молотків і протирижучої пластини, справність і надійність кріплення кришки дробильної камери наявність огорож на передачах.
3. Не допускається робота подрібнень з незбалансованим ротором і незакріпленими ножами і молотками.
4. При підготовці до роботи живильників, подрібнювачів необхідно перевірити кріплення болтових з'єднань, натяг ременів і ланцюгів. Рухомі і нерухомі ножі подрібнювачів повинні бути закріплені болтами з контргайками, а зазори між ними відповідати значенням, вказаним у паспорті.
5. Перед пуском подрібнювача необхідно переконатися у відсутності сторонніх предметів усередині нього і на живильниках.
6. Подача продукту в подрібнювач здійснюється тільки після виходу його ротора на робочий режим. Продукт слід подавати в машину рівномірно, використовуючи для його подачі спеціальні подавачі-проштовхувачі з довжиною ручки не менше 1 м.
7. Подрібнювачі, що мають реверсивні пристрої для пуску транспортера, спочатку включають на зворотний хід, щоб переконатися у відсутності сторонніх предметів на транспорті, зупиняють, а потім переключають на робочий хід.

8. При завантаженні подрібнювачів необхідно стежити за тим, щоб в них не потрапляли сторонні предмети і мерзлі грудки.
9. Очищати від забивання робочі органи (подрібнювачів, живильників і ін.) допускається тільки при вимкненому і повністю зупиненому устаткуванні з вживанням заходів, що виключають випадковий пуск машини (зняття приводних ременів, відключення муфти, навішування на пусковий пристрій таблички «Не включати!» і т.д.).
10. Забороняється знаходитися при роботі живильника на його платформі; перебувати в зоні викиду подрібненої маси. Знаходження людей всередині ям і траншей допускається тільки при установці на подрібнювачах дефлектора і направляючого рукава. Розрівнювання і ущільнення силосної маси в зоні її викиду проводити після установки подрібнювача.
11. Приміщення, в якому встановлена мийка-коренерізка повинно мати бетонні поли, стіни, які миють, в ньому повинно бути опалення, водопровід і сток для відводу брудної води.
12. Робоче місце і приміщення, де встановлено подрібнювач, необхідно щоденно очищати від бруду і пилу.

#### **4.2. Безпека праці при роботі на приготуванні кормів**

Робочі органи живильних організмів (транспортери, вальці), здатні піддаватися забиванню, забезпечують пристроями автоматичного відключення або запобіжними пристроями (муфти, шпильки, штифти і ін.) і автоматичною сигналізацією (звуковою або світловою). Так, в конструкції подрібнювача кормів «Волгарь-5» запобіжний пристрій виконаний у вигляді автомата-відключателя і шпильки, що зрізається. При попаданні в апарат стороннього предмету спочатку зрізається шпилька, а потім спрацьовує замковий пристрій, що блокується з кінцевими вимикачами, і двигун відключається від електромережі. Окрім огорож і запобіжних пристроїв, привід живлячих механізмів повинен бути забезпечений реверсом.

У кормоприготувальних машинах матеріал повинен прямувати до ріжучих і подрібнюючих органів тільки подавачами, які забезпечують рівномірність поступання матеріалу, без додаткового ручного розрівнювання.

При обслуговуванні дробарки кормів аварія може відбутися через погане балансування робочого диска, ненадійного кріплення ножів і молотків до диска. Статичне і динамічне балансування барабана проводять на балансировочних станках. Для виключення залягання кормів і утворення зводів в конструкції бункерів-накопичувачів передбачають спеціальні пристрої (ворошулки і ін.). При забезпеченні рівномірної подачі зелених і грубих кормів з бункерів-накопичувачів обслуговуючий персонал повинен знаходитися на допоміжних площадках, які мають огорожі висотою не менше 1 м.

Для запобігання обпечення обслуговуючого персоналу всі роботи по запарюванню грубих кормів, навантаженні і транспортуванні їх виконують тільки в спецодязі і окулярах. Відкриті частини викидної труби запарника огорожують, а саму трубу відводять в безпечне місце.

Для безпечного обслуговування запарювальних чанів великої висоти і ємкості необхідно застосовувати драбини з перилами і захисні огорожі люків.

#### **4.3. Розробка заходів з пожежної профілактики.**

Тваринницькі ферми і комплекси, а також кормоцехи небезпечні в пожежному відношенні. На кожній фермі наказом повинен бути призначений працівник, який відповідає за протипожежну безпеку. Звичайно це покладається на завідуючого. Протипожежні заходи тісно пов'язані з положеннями охорони праці і техніки безпеки.

Основні причини виникнення пожежі на виробництві: недбале поводження з вогнем (куріння в недозволених місцях, кидання сірників); несправність електроустаткування і електропроводки; переповнювання приміщення пилоподібними частинками, небезпечними в пожежному відношенні при несправній вентиляції (особливо в цехах подрібнення

концкормів, зерна, соломи і сіна); користування відкритим вогнем (відігрівання трубопроводів взимку і т.п.).

Відповідно до діючих правил і санітарних норм кормоцехи і кормокухні на фермах розміщують в окремих будівлях, розташованих не ближче 25 м від тваринницьких і інших будов, або в приміщенні ферми за цегляними стінами. Ферми і кормоцехи характеризуються підвищеною вогкістю, а тому вся електроустаткування швидко покривається корозією. Якщо не контролювати роботу електроустановок, то вони можуть з'явитися джерелом пожежі.

Пожежа може виникнути через коротке замикання, перевантаження електромережі і електроустаткуванню, великі перехідні опори і іскріння.

Часто короткі замикання відбуваються унаслідок неправильного вибору марки і перетину електропроводів; установки електроустаткування, не призначеного до даного середовища; через неправильний монтаж електромережі і устаткування; унаслідок механічних пошкоджень і зносу ізоляції електроустаткування.

Якщо в електромережі виникає перевантаження, на яке не розрахована електроустаткування, то електроустановка сильно нагрівається, знижуються діелектричні властивості її ізоляції, і вона запалала.

Унаслідок нещільних контактів в електромережі, різко зростає перехідний опір, при цьому виділяється велика кількість тепла і часто спалахує ізоляція. Іскріння звичайно відбувається у момент роз'єднання що знаходяться під напругою дротів, вимикачів або запобіжників. Щоб попередити виникнення пожежі від електромереж, необхідно перевірити міцність кріплення роликів, ізоляторів і дротів до них.

Електромережі повинні бути добре натягнуті і не торкатися яких-небудь предметів і частин будівлі. Потрібно обережати проводку від попадання на неї рідин при проведенні дезинфекції.

Під час знаходження худоби в літніх таборах живлення електромережі в тваринницьких приміщеннях повинно бути відключено.

При зберіганні грубих кормів в безпосередній близькості від тваринницьких ферм, повинні дотримуватися встановлені протипожежні відстані між скиртами і тваринницькими спорудами (30-50 м) і між скиртами (20 м). В тваринницьких приміщеннях дозволено зберігати сіно і солому не більш змінної потреби.

При гасінні пожежі необхідно одночасно з подачею води організувати евакуацію тварин, яких потрібно замкнути в загороді або відігнати від місця пожежі на безпечну відстань. Якщо зажеврило сіно, його гасять струменями води, розбирають вилами і відносять в безпечне місце. Електроустаткування і електроосвітлення повинно бути відключене.

У виробничих приміщеннях повинні бути бочки з водою, розміщені одна від одної на відстані 25 м, біля бочок – відро і швабра.

На тваринницькій фермі необхідно мати пожежний насос, щит з баграми, лопатами і сокирами, пісок, переносні сходи. Для подачі води до місць загоряння на виробничих ділянках слід встановлювати пожежні водопровідні крани і шланги до них. Кожний робітник повинен знати розташування пожежних кранів біля свого робочого місця і уміти сполучати рукави між собою і з краном. Для гасіння вогнищ загоряння часто користуються піском, вогнегасниками і водою. При цьому потрібно пам'ятати, що гасіння пожежі, що виникла через несправність електромережі або електроустановок, компактним струменем води небезпечно, оскільки струм, пройшовши по струменю води, може уразити людину, що тримає шланг. Простий і ефективний засіб гасіння невеликих вогнищ пожежі (особливо якщо джерело вогню – горюча рідина) – пісок. Його треба зберігати в сухому вигляді в спеціальних ящиках, забарвлених в червоний колір. Біля ящика повинен бути совок або совкова лопата.

## 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1. Розрахунок балансової вартості обладнання свиноферми

Таблиця 5.1

Розрахунок балансової вартості  
засобів механізації комплексу машин для свиноферми

| № п/п | Найменування технологічних процесів                      | Запропонована технологія                                  |                        |
|-------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------|
|       |                                                          | Тип машини і обладнання                                   | Ціна, грн.             |
| 1     | 2                                                        | 3                                                         | 4                      |
| 1     | Вододобування і подача води до споживачів                | Насосна станція ЕЦЛ-6, бурова скважина БР 15У, водопровід | 6815<br>23900<br>11110 |
| 2     | Напування тварин водою                                   | Металеві корита                                           | 850                    |
| 3     | Транспортування кормів до місця зберігання до приміщень  | 2ПТС-4М<br>МТЗ-80                                         | 24120<br>92000         |
| 4     | Завантажування транспортних засобів                      | ПЕ-0,8<br>МТЗ-80                                          | 17240<br>92000         |
| 5     | Транспортування кормів до кормоцеху                      | 2ПТС-4М<br>МТЗ-80                                         | 24120<br>92000         |
| 6.    | Транспортування від кормоцеху і роздавання кормів        | вручну                                                    | —                      |
| 7     | Приготування кормів                                      | Обладнання кормоцеху                                      | 138000                 |
| 8     | Утримання тварин: холості і супоросні свиноматки і кнури | Дерев'яні групові станки                                  | 2100                   |
|       | глибокосупоросні і підсисні свиноматки                   | дерев'яні індивідуальні станки                            | 2700                   |
|       | поросята-відйомиші                                       | дерев'яні групові станки                                  | 1200                   |
|       | молодняк ремонтний і на відгодівлі                       | дерев'яні групові станки                                  | 1200                   |

Продовження табл. 5.1

| 1  | 2                                                                  | 3                                                | 4              |
|----|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------|
| 9  | Видалення гною                                                     | КГС-7                                            | 69000          |
| 10 | Транспортування гною у<br>гноєсховище                              | 2ПТС-4М<br>МТЗ-80                                | 24120<br>92000 |
| 11 | Догляд за тваринами                                                | Вручну                                           | –              |
| 12 | Створення мікроклімату                                             | Приточні і витяжні<br>канали                     | –              |
| 13 | Проведення санітарних міро-<br>приємств, лікування,<br>запліднення | Вручну                                           | –              |
| 14 | Технічне обслуговування і<br>ремонт засобів механізації            | Вручну, комплект<br>інструменту та<br>обладнання | 1500           |
| 15 | Зважування тварин                                                  | Платформенний<br>зважувач РП-600 Ц13Б            | 3860           |
| 16 | Разом<br>Балансова вартість                                        |                                                  | 719835         |

### Результати розрахунків

Таблиця 5.2

#### Техніко-економічні показники

| №<br>з/п | Показники                                 | Одиниці<br>вимірювання | Механізація |
|----------|-------------------------------------------|------------------------|-------------|
| 1        | Поголів'я                                 | гол.                   | 600         |
| 2        | Капітальні вкладення                      | грн./ц                 | 1845,73     |
| 3        | Виробництво продукції на 1 гол.           | кг/гол.                | 130         |
| 4        | Валова продукція                          | ц                      | 390         |
| 5        | Собівартість валової продукції            | грн.                   | 2830928,6   |
| 6        | Собівартість одиниці валової<br>продукції | грн./ц                 | 7258,79     |
| 7        | Вартість валової продукції                | грн.                   | 3159000     |
| 8        | Рентабельність                            | %                      | 11,6        |
| 9        | Річний ефект                              | грн.                   | 220096,15   |
| 10       | Прибуток                                  | грн.                   | 328071,4    |

## **6. ВИСНОВКИ**

У магістерській роботі розроблено механізацію приготування кормових сумішей з модернізацією мийки-коренерізки ИКМ-5.

Запропонована технологія складена на основі вивчення досягнень науки та передового досвіду по ефективному використанню техніки в кормоцехах тваринницьких комплексів.

У технологічній частині визначено зоотехнічні вимоги й способи підготовки кормів до згодовування, визначено основні схеми кормоприготування, вибрано і обгрунтовано технологію переробки кормів і приготування вологої кормосуміші для свиней з обгрунтуванням потокових ліній у кормоцеху.

Наведено технологічну схему кормоцеху, описано послідовність виконання і призначення технологічних операцій, їх тривалість. Визначено продуктивність обраного обладнання, кількість і ефективність його використання у кормоцеху господарства, що забезпечує рентабельність виробництва м'яса свинини.

Вибрано обладнання для виконання подрібнення і миття коренебульбоплодів, визначення продуктивності вибраного обладнання, кількості і ефективності його використання. Визначено необхідні машини для використання у кормоцеху господарства.

За прийнятими засобами комплексної механізації і автоматизації технологічних процесів і проведеними розрахунками їх потреби розроблено технологічну карту виробництва запланованої продукції і визначено затрати.

У науковій частині розглянуто мийку-коренерізку ИКМ-5, задіяну у технології виготовлення кормосуміші для відгодівлі свиней. Визначено агрозоотехнічні та технологічні вимоги до машини.

З метою підвищення надійності та довговічності роботи машини в конструкцію приводу шнеку та крилача запропоновано внести наступну зміну: замість двох клинових пасів, що передають крутний момент до привідного

валу шнека, встановлюємо один полікліновий пас. Для цього слід змінити ведучий і ведомий шків для поліклінової передачі.

Виконано відповідні розрахунки на міцність, енергетичні розрахунки. Розраховано параметри мийки-коренерізки, проаналізовано процес різання коренеплодів.

У розділі «Охорона праці» проведено аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів при роботі на приготуванні кормів і визначено заходи для покращення умов праці і усуненню небезпечних та шкідливих виробничих факторів при подрібненні кормів.

У магістерській роботі представлено розрахунок балансової вартості засобів механізації комплекту машин для свиноферми, економічно обґрунтовано комплексну механізацію виробництва м'яса свинини.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технологія виробництва продукції тваринництва: підруч. / [Бусенко О.Т., Скоцик В.Є., Маценко М.І, та ін.]; за ред. О.Т. Бусенка. – К.: «Агроосвіта», 2013. – 492 с.
2. Машини і обладнання для тваринництва: підручник для студентів аграрних навчальних закладів I-II рівнів акредитації / І.І. Ревенко, В.С. Хмельовський, О.О. Заболотько та ін. – Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., – 2017. – 304 с.
3. Устименко Г.В. и Щербаков М.И. Основы агротехники полевых культур./Под ред. Г.В. Устименко. Изд. 4-е перераб. – М.: Просвещение, – 1978. – 224 с.
4. Машини та обладнання для тваринництва [Бойко І.Г., Науменко О.А., Бойко І.Г., Нанка О.В. та ін.]; за ред. І.Г. Бойко. Харків: ХНТУСГ, – 2006. – 225 с.
5. Механизация работ на животноводческих фермах и комплексах / Л.И. Грачева, Г.Н. Назаров, Ю.Б. Гербер и др.; Под ред. Л.И. Грачевой. – К.: Урожай, 1987. – 280 с.
6. Завражнов А.И., Николаев Д.И. Механизация приготовления и хранения кормов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 336 с.
7. Технологія виробництва продукції тваринництва: підруч. / [Бусенко О.Т., Скоцик В.Є., Маценко М.І, та ін.]; за ред. О.Т. Бусенка. – К.: «Агроосвіта», 2013. – 492 с.
8. Механізація приготування кормів. Колектив авторів, К.: Урожай, 1975. – 144 с.
9. <http://www.chapinlivestocksupplements.com>
10. Годівля свиней у господарствах промислового типу. / За ред. І.С. Трончука. – К.: Урожай, 1979
11. <http://agrolife.info/systema-tehnolohij-6>.

12. Зафрен С.Я. Технология приготовления кормов. – М.: Колос, 1977.
13. Устименко Г.В. и Щербаков М.И. Основы агротехники полевых культур./Под ред. Г.В. Устименко. Изд. 4-е перераб. – М.: Просвещение, – 1978. – 224 с.
14. Механизация работ на животноводческих фермах и комплексах / Л.И. Грачева, Г.Н. Назаров, Ю.Б. Гербер и др.; Под ред. Л.И. Грачевой. – К.: Урожай, 1987. – 280 с.
15. Кулаковский И.В., Кирпичников Ф.С. Машины и оборудование для обработки зерна и корнеклубнеплодов. (Б-чка механизатора-животновода). – М.: Россельхозиздат, 1986. – 55 с.
16. Шелковников Н.П. Монтаж, эксплуатация и ремонт машин и оборудования животноводческих ферм: Учеб. пособие. – М.: Высш. школа, 1979. – 368 с.
17. Брандт Г. Проектирование животноводческих комплексов / Пер. с нем. К.Ф. Плитта; Под ред. А.Г. Иванкова. – 2-е изд., доп. – М.: Стройиздат, 1985. – 256 с.
18. Охрана труда в сельском хозяйстве: Справочник / Сост. В.Н. Михайлов и др. – М.: Агропромиздат, 1989. – 543 с.

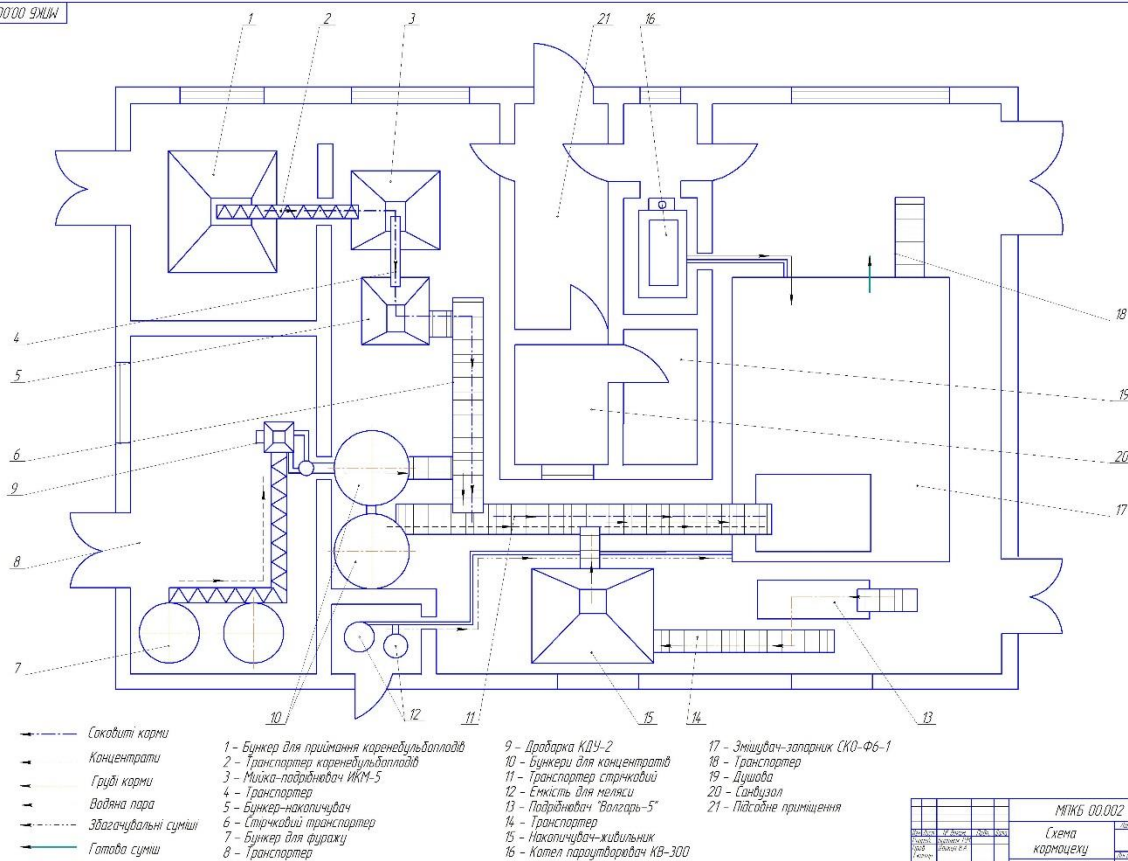
# ДОДАТКИ

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА НА ВИРОБНИЦТВО КОРМОСУМІШІ

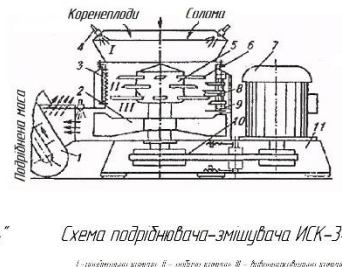
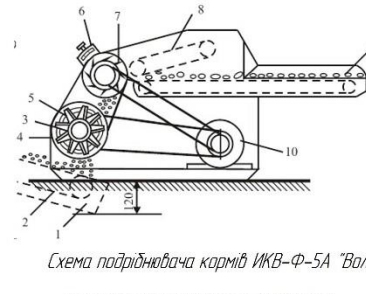
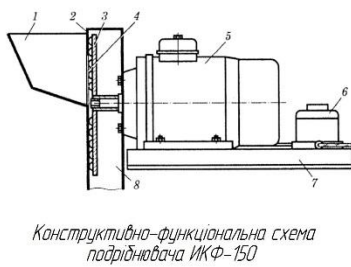
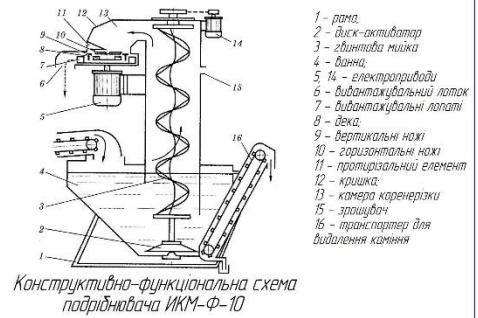
| №<br>п/п | Найменування технологічних операцій                              | Кількість днів за рік | Обсяг робіт    |         | Технічні засоби |                              | Тривалість робочого часу за добу, год. | Кількість обслугову-ючого пер-соналу, чол. люд.-год. | Затрати праці за добу, год. | Затрати праці за рік, люд.-год. |            |
|----------|------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------|---------|-----------------|------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|------------|
|          |                                                                  |                       | одиниця виміру | за добу | за рік          | тип і марка                  |                                        |                                                      |                             |                                 | кіль-кість |
| 1        | Забантаження бункера коренеплодами                               | 90                    | т              | 2.1     | 18.9            | Бункер ПК-6                  | 1                                      | 0.3                                                  | -                           | -                               | -          |
| 2        | Подача кореневульдоплодів в подрібнювач                          | 365                   | т              | 2.1     | 766.5           | Транспортер ТК-3             | 1                                      | 2.3                                                  | -                           | -                               | -          |
| 3        | Подрібнення кореневульдопло-дів і їх транспортування             | 365                   | т              | 2.1     | 766.5           | Мийка-коренерізка ИКМ-5      | 1                                      | 2.3                                                  | 1                           | 0.10                            | 38.36      |
| 4        | Транспортування подрібне-них кореневульдоплодів в бункер-дозатор | 365                   | т              | 2.1     | 766.5           | Транспортер ТК-3             | 1                                      | 2.3                                                  | -                           | -                               | -          |
| 5        | Забантаження фіражу в дробарку                                   | 365                   | т              | 0.99    | 361.4           | Норія НЦГ-10                 | 1                                      | -                                                    | -                           | -                               | -          |
| 6        | Подрібнення і подача зерна в бункер                              | 365                   | т              | 0.99    | 361.4           | Дробарка НЦГ-10              | 1                                      | 0.26                                                 | 1                           | 0.63                            | 234.0      |
| 7        | Подрібнення соломи і силосу в подрібнювачі                       | 365                   | т              | 0.9     | 328.5           | Транспортер ТК-3             | 1                                      | 0.26                                                 | -                           | -                               | -          |
| 8        | Транспортування в кормоагрегат                                   | 365                   | т              | 0.9     | 328.5           | Подрібнювач "Волгарь-5"      | 1                                      | 0.2                                                  | 1                           | 1.75                            | 638.7      |
| 9        | Подача подрібненої маси в змішувач                               | 365                   | т              | 3.99    | 1456.4          | Транспортер ТК-55            | 1                                      | 2                                                    | -                           | -                               | -          |
| 10       | Приготування розчину м'яса                                       | 365                   | т              | 0.68    | 248.2           | Транспортер ТК-55            | 1                                      | 0.15                                                 | 1                           | 0.25                            | 91.25      |
| 11       | Змішування кормів                                                | 365                   | т              | 3.99    | 1456.4          | Резервуар для м'яса          | 1                                      | 0.88                                                 | 1                           | 1                               | 0.56       |
| 12       | Вибантаження готової продукції                                   | 365                   | т              | 3.99    | 1456.4          | Змішувач-запарник СКО-Ф6-01  | 1                                      | 0.14                                                 | -                           | -                               | -          |
| 13       | Отримання теплоти                                                | 120                   | кВт            | -       | -               | Транспортер скреповий ТС-40М | 1                                      | 20                                                   | -                           | -                               | -          |
| 14       | Вентиляція приміщення                                            | -                     | кВт            | -       | -               | Паровий котел КВ-300         | 1                                      | 10                                                   | -                           | -                               | -          |
|          |                                                                  |                       |                |         |                 | Вентилятор ЭВР               | 1                                      |                                                      | -                           | -                               | -          |

[illegible]

MIKE 00.002 TH

[illegible]

## ОГЛЯД ПОДРІБНЮВАЧІВ КОРМІВ

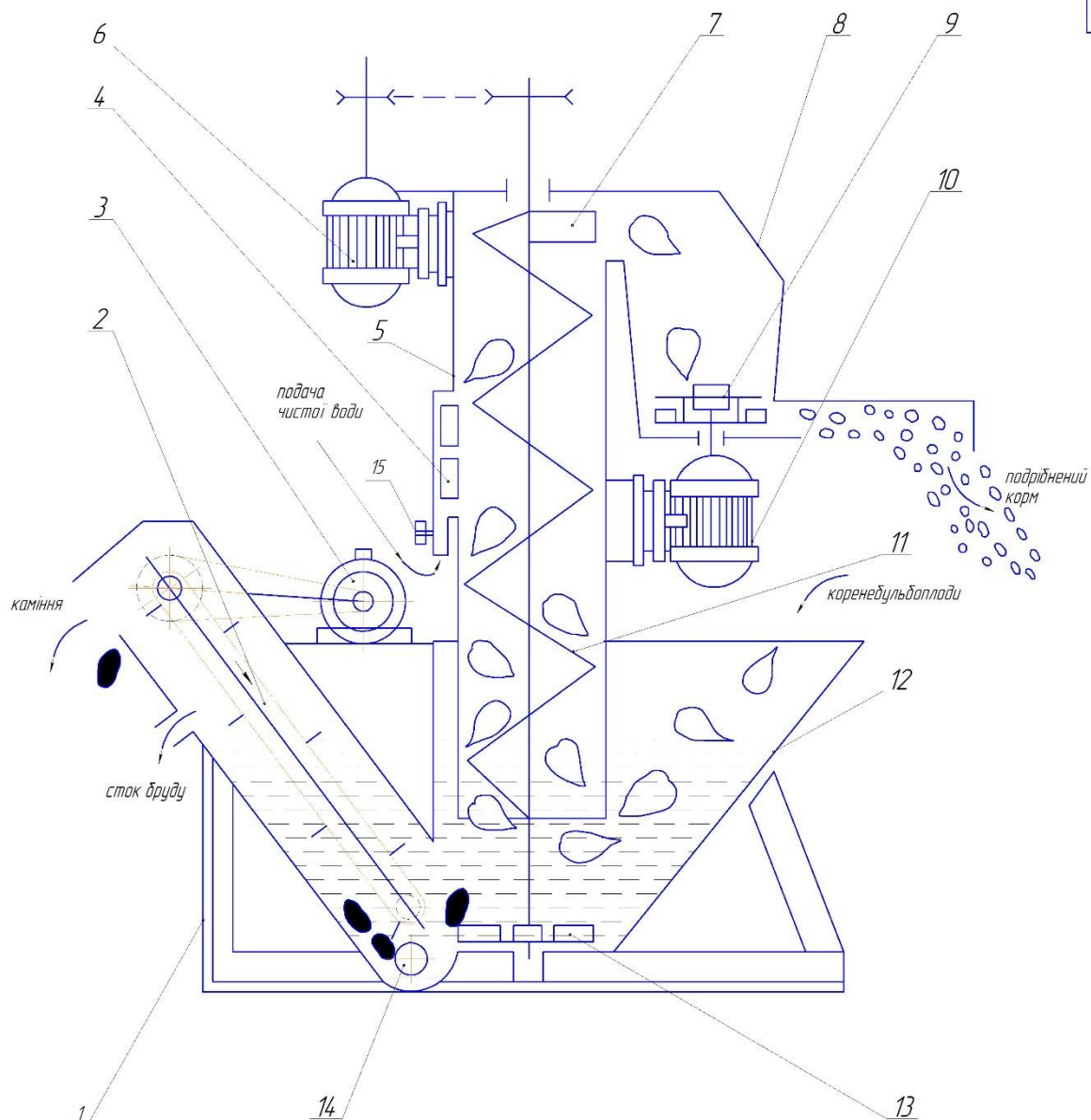


- 1 – завантажувальний бункер  
2 – корпус  
3 – тертяковий диск  
4 – приймальне вікно  
5 – електропривід  
6 – пусковий пристрій  
7 – рама  
8 – розвантажувальна горловина

- Схема измельчителя кормів ІКВ-Ф-5А «Волгарь»:  
1 – приймач;  
2 – транспортер завантаження подрібнених кормів  
3 – апарат подвійного різання;  
4 – нижнє вікно корпусу; 5 – шнек;  
6 – загострювальний пристрій;  
7 – рухомий доріжок; 8 – пресувачий транспортер;  
9 – живильний транспортер; 10 – електропривід

- 1 – приймальний бункер; 2 – корпус; 3 – тертяковий диск; 4 – приймальне вікно; 5 – електропривід; 6 – пусковий пристрій; 7 – рама; 8 – розвантажувальна горловина; 9 – шнек;  
10 – живильний транспортер; 11 – люк

|                              |                              |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| МІКБ 00.001.114              |                              |                              |                              |
| Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер |
| Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер |
| Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер |
| Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер |
| Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер |
| Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер |
| Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер |
| Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер |
| Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер | Видатковувальний транспортер |



- 1 – рама  
 2 – транспортер шнековий  
 3 – мотор-редуктор  
 4 – колектор підведення води  
 5 – кожух шнекової мийки

- 6, 10 – електродвигуни  
 7 – викидач  
 8 – кришка подрібнювача  
 9 – подрібнювач  
 11 – шнек

- 12 – ванна  
 13 – крилач  
 14 – люк  
 15 – вентиль

|                |        |     |      |     |   |                   |  |  |  |
|----------------|--------|-----|------|-----|---|-------------------|--|--|--|
| МПКБ 00.000 С2 |        |     |      |     |   |                   |  |  |  |
| Виробник       | М.В.В. | Год | 2014 | Вид | С | Мийка-коренерезка |  |  |  |
| Виробник       | М.В.В. | Год | 2014 | Вид | С | ИЖМ-5             |  |  |  |
| Виробник       | М.В.В. | Год | 2014 | Вид | С | ---               |  |  |  |
| Виробник       | М.В.В. | Год | 2014 | Вид | С | ЦНТУ              |  |  |  |
| Виробник       | М.В.В. | Год | 2014 | Вид | С | гр. АІ-19МЗ-14    |  |  |  |
| Виробник       | М.В.В. | Год | 2014 | Вид | С | Виробник          |  |  |  |



