

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-енергетичний факультет  
Кафедра агроінженерії

## **МАШИНИ І ОБЛАДНАННЯ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В ТВАРИННИЦТВІ**

### *Методичні рекомендації*

до виконання лабораторних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти  
«бакалавр» напрямку:

6.100102 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва»  
денної форми навчання



МИКОЛАЇВ  
2016

УДК 637.02

ББК 40.729

М38

Друкується за рішенням науково-методичної комісії інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 р., протокол № \_\_\_.

Укладачі:

О. А. Горбенко – канд. техн. наук, доцент кафедри агроінженерії, Миколаївський національний аграрний університет.

М. С. Храмов – асистент кафедри агроінженерії, Миколаївський національний аграрний університет.

А. С. Пастушенко – канд. техн. наук, старший викладач кафедри агроінженерії, Миколаївський національний аграрний університет.

В. В. Стрельцов – асистент кафедри агроінженерії, Миколаївський національний аграрний університет.

О. І. Норинський – асистент кафедри агроінженерії, Миколаївський національний аграрний університет.

Н. І. Кім – асистент кафедри агроінженерії, Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензент:

В. І. Гавриш – д-р. екон. наук, професор кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації та технічного сервісу. Миколаївський національний аграрний університет.

В. Г. Богза – канд. техн. наук, доцент, директор науко-дослідного інституту нових агропромислових об'єктів та учбово-інформаційних технологій. Миколаївський національний аграрний університет.

©Миколаївський національний аграрний університет, 2015

## *Зміст*

<b>Передмова</b> .....	4
<b>Лабораторна робота №1</b> <i>Машини для обробки коренебульбоплодів</i> .....	5
<b>Лабораторна робота №2</b> <i>Машини для переробки стеблових кормів</i> .....	10
<b>Лабораторна робота №3</b> <i>Молоткові подрібнювачі</i> .....	17
<b>Лабораторна робота №4</b> <i>Агрегати для приготування вітамінного борошна</i> ...	24
<b>Лабораторна робота №5</b> <i>Кормоприготувальні агрегати</i> .....	30
<b>Лабораторна робота №6</b> <i>Бункери-живильники та бункери дозатори</i> .....	40
<b>Лабораторна робота №7</b> <i>Машини для запарювання та змішування кормів</i> ....	47
<b>Лабораторна робота №8</b> <i>Обладнання для пресування кормів</i> .....	53
<b>Література</b> .....	61

## *Передмова*

Існуюча система машин включає близько 1000 найменувань різних технічних засобів, при виготовленні достатньої кількості яких можна забезпечити комплексну механізацію тваринництва та птахівництва. Загальновідомо, що комплексну механізацію більш вигідно впроваджувати на великих спеціалізованих підприємствах з добре відпрацьованою стабільною технологією виробництва. У таких випадках капіталовкладення в засоби механізації окуплюються швидше і забезпечують більш високий економічний ефект. Разом з тим не менш важливою є механізація виробничих процесів і на підприємствах малих форм (підрядних, орендних, приватних), особливість яких – дефіцит робочої сили.

В умовах високомеханізованого виробництва із широким застосуванням складної техніки різко зростає роль інженерно-технічної служби, яка повинна здійснювати матеріально-технічне забезпечення виробництва необхідними машинами, обладнанням, запасними частинами до них та паливно-мастильними матеріалами, а також виробничу експлуатацію техніки, її ремонт, технічне обслуговування та зберігання; створювати безпечні умови праці; організовувати підвищення кваліфікації механізаторських кадрів, роботу по винахідництву та раціоналізації тощо. Все це вимагає від спеціалістів інженерно-технічної служби аграрного виробництва знань сучасної техніки, в тому числі фермерської.

Одним із головних напрямків підвищення продуктивності праці є потоковий метод, при якому відбувається безперервна передача об'єкту дії від однієї машини до іншої. Такий підхід є характерним для індивідуальних методів виробництва продукції тваринництва.

Стосовно механізації малих тваринницьких підприємств особливо важливе значення мають підвищення економічності машин та обладнання, здешевлення їх проектування і виробництва, використання стандартних та уніфікованих вузлів і деталей, зниження маси і зменшення габаритів машини, потужності привода. Такий підхід сприятиме підвищенню якості сільськогосподарської техніки, інтенсифікації виробничих процесів і зниженню собівартості продукції тваринництва. Вирішення перелічених завдань і вимог можливе лише на основі спеціальних знань.

## Лабораторна робота №1

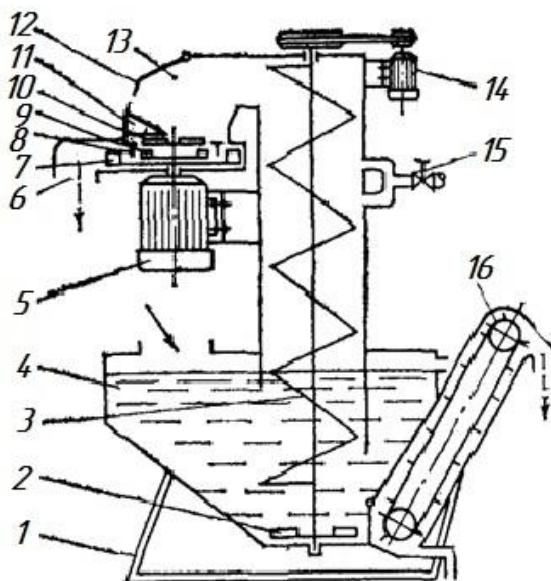
**Тема: Машини для обробки коренебульбоплодів.**

**Мета роботи: Вивчити будову, процес роботи і правила експлуатації машин для миття, подрібнення, запарювання коренебульбоплодів.**

*Зміст роботи:*

1. Призначення машин.
2. Конструктивно-технологічні схеми.
3. Технологічні регулювання та заходи технічного обслуговування машин.
4. Основні технічні данні машин.
5. Розрахунок основних параметрів.

**Подрібнювач-каменевловлювач ИКМ-5** (рис. 1.1) призначений для відокремлення каміння від коренебульбоплодів, їх миття і подрібнення на частки розміром до 10 мм (для свиней) або 15 мм (для великої рогатої худоби). Він складається з ванни **4**, гвинтової мийки **3** з диском-активатором **2**, транспортера **16** для видалення каміння, горизонтально-дискової коренерізки **13** і рами **1**. Робочі органи машини приводяться в дію від окремих електроприводів. Електропривод коренерізки має дві швидкості обертання, що дозволяє регулювати ступінь подрібнення коренеплодів.



**Рис 1.1 Конструктивно-функціональна схема подрібнювача-каменевловлювача ИКМ-5:**

1 – рама; 2 – диск-активатор; 3 – гвинтова мийка; 4 – ванна; 5, 14 – електродвигуни; 6 – лотік; 7 – вивантажувальні лопаті; 8 – дека; 9 – вертикальні ножі; 10 – горизонтальні ножі; 11 – протиризальний елемент; 12 – кришка; 13 – горизонтально-дискова коренерізка; 15 – зрошувач; 16 – транспортер для видалення каміння.

До початку роботи машини ванну **4** заповнюють водою. Коренебульбоплоди подають у ванну через завантажувальне вікно. Там вони відмива-

ються від землі вихровим потоком води, що створюється диском-активатором. Каміння та інші важкі предмети, що потрапляють у ванну, тонуть у воді і опускаються на диск-активатор. Із нього відцентровою силою поступово закидаються в приймальну горловину транспортера-каменевловлювача **16** і виносяться ним за межі мийки. З ванни коренебульбоплоди захоплюються шнеком **3** і піднімаються вгору, де додатково обмиваються водою із зрошувача **15**. Забруднена вода зливається патрубком у відстійник каналізації. Вимиті коренеплоди надходять до камери подрібнювача. Горизонтальними ножами верхнього диска коренеплоди розрізаються на стружку, яка надходить на середній диск і відцентровою силою відкидається до нерухої протиризальної деки. Під дією вертикальних ножів **9** і деки відбувається подальше подрібнення корму. Подрібнений продукт через деку потрапляє на нижній диск і його лопатями видаляється з машини.

Зубчасту деку **8** використовують у випадку переробки коренебульбоплодів для свиней. При цьому електродвигун переключають на 1000 об/хв. У разі подрібнення коренеплодів для великої рогатої худоби електродвигун переключають на 500 об/хв, знімають деку, а при необхідності і вертикальні ножі, що знаходяться на середньому диску.

При переробці мерзлих коренебульбоплодів на верхньому диску встановлюють зубчасті горизонтальні ножі і частоту обертання електродвигуна 1000 об/хв. Для одержання крупних фракцій знімають зубчасту деку і всі вертикальні ножі.

Машину використовують також як мийку. Для цього знімають верхній диск та зубчасту деку, на їх місце ставлять стопор нижнього диска, а електродвигун переключають на 500 об/хв.

При перевантаженні шнека або подрібнювача відкривають кришку **12** для запобігання виникненню поломок машини.

Таблиця 1.1

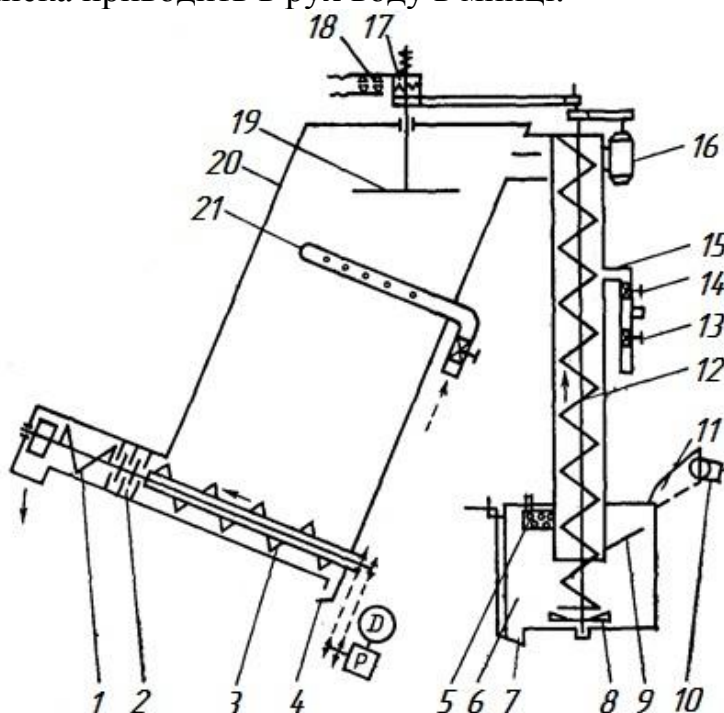
**Технічна характеристика мийок-подрібнювачів**

Показники	КПИ-4	ИКС-5М	ИКМ-5	ИКМ-Ф-10
Продуктивність, т/год	4	5	7	10-12
Частота обертання диска-подрібнювача, об/хв	1440	2070	500, 1000	465
Встановлена потужність, кВт	4,5	8,5	10,5	14,3
Витрата води на миття 1 кг коренебульбоплодів, кг	–	0,1–0,2	0,2–0,6	1,5
Розмір частинок подрібненого продукту, мм:				
шматочки	7–10	–	5–15	5–15
паста	1–5	2–60	2–5	2–5
Маса машини, кг	157	1200	950	940

**Агрегат ЗПК-4** (рис. 1.2) призначений для миття, відокремлення каменів і плаваючих домішок, запарювання, розминання та вивантаження картоплі в кормозмішувачі і кормороздавачі на свинарських фермах, а також для силосування картоплі у запареному вигляді. Для роботи запарника необхідна наявність пароутворювача та ковшового конвеєра ТК-3.

Агрегат має мийку **6** із завантажувальним шнеком **12**, запарювальну камеру **20**, паропровід, вивантажувальні шнеки **1** і **3** з м'ялкою **2**, механізм привода та шафу керування.

Перед початком роботи агрегату через верхній та нижній крани водопроводу зливають воду в мийку. Потім перекривають нижній кран і включають завантажувальний шнек та конвеєр подачі картоплі. Диск-активатор завантажувального шнека приводить в рух воду в мийці.



**Рис 1.2 Конструктивно-функціональна схема запарювального агрегату ЗПК-4:**

1, 3 – вивантажувальні шнеки; 2 – м'ялка; 4 – отвір для конденсату; 5 – збиральний щиток; 6 — мийка; 7 – каменевловлювач; 8 – диск-активатор; 9 – розподільний щиток; 10 – конвеєр; 11 – щілинний лотік; 12 – завантажувальний шнек; 13, 14 – нижній та верхній крани; 15 – зрошувач; 16 – привод шнека мийки; 17 – кулачкова муфта; 18 – кінцевий вимикач; 19 – диск; 20 – запарювальна камера; 21 – колектор паропроводу.

Картопля подається на щілинний лотік **11**, де крізь щілини земля та пісок відокремлюються, а картопля потрапляє на розподільний щиток **9**, а з нього рівномірно в мийку, де також приводиться в рух і миється.

Каміння та інші предмети, важчі за воду, тонуть і відкидаються диском-активатором в уловлювач **7**, з якого періодично видаляються відкриванням на 3-6 с кришки. Солому та інші домішки також періодично спрямовують щитками **5** у зливне вікно.

Для кращого забирання картоплі шнек **12** мийки розміщений ексцентрично відносно її циліндра. Попередньо вимита картопля піднімається шнеком і додатково миється водою, яка надходить із зрошувача **15**. Потім картопля потрапляє на розподільний пристрій **19**, з якого рівномірно заповнює запалювальну камеру **20**.

Розподільний пристрій (диск, що обертається), крім рівномірного завантаження запарювальної камери, вимикає привод **16** шнека мийки при заповненні її картоплею. Це здійснюється в результаті гальмування диска **19** і спрацювання кулачкової муфти **17**.

Спеціальним колектором **21** в камеру подається пара. Конденсат, що утворюється при запарюванні картоплі, стікає у нижню частину кожуха вивантажувального шнека і через отвір зливається в каналізацію. Після 10-20 хв запарювання знову включають завантажувальний шнек на 5-7 хв і звільняють мийку від залишків картоплі, потім процес запарювання картоплі продовжують. Закінчення запарювання характеризується виходом пари із зливного отвору конденсату. При цьому припиняють подачу пари і роблять витримку 5-10 хв, щоб залишки пари перетворились у конденсат, який зливається у каналізацію.

Запарена картопля шнеком подається на ножі м'ялки **2**, розминається ними і далі шнеком вивантажується безпосередньо в змішувач або проміжні транспортні засоби.

Технічне обслуговування запарника ЗПК-4 включає щозмінні, а також періодичні заходи.

При щозмінному ТО виконують такі операції. Перед роботою перевіряють натяг клинопасових і ланцюгової передач, надійність різьбових кріплень і болтових з'єднань. Перевіряють і при необхідності регулюють систему автоматичного виключення електродвигуна мийки. Після роботи очищають машину від залишків кормів, пилу та бруду. Виявлені несправності усувають.

Технічне обслуговування ТО-1 (через кожні 100 год роботи) починають з операцій ЩТО. Крім того, змащують всі підшипники і приводні ланцюги, перевіряють рівень масла в редукторі і при необхідності доливають його до верхньої мітки, очищають від пилу і бруду електродвигун та пульт керування, перевіряють їх кріплення та приєднання контурів заземлення, а також надійність контактів. Розбирають, зачищають і змащують технічним вазеліном окислені контакти.

Таблиця 1.2

### Технічна характеристика запарника ЗПК-4

Показники	
Продуктивність, т/год	0,95
Місткість запарювального чану, т	1,6
Потужність електродвигунів, кВт	4,4
Витрата пари на 1 кг картоплі, кг	0,16-0,19
Висота вивантажування корму, м	2,05
Маса, кг	1180



### **Контрольні запитання:**

1. Де і з якою метою використовують машини ИКМ-5, ЗПК-4?
2. Основні елементи машин, їх призначення.
3. Поясніть робочий процес машин.
4. Як регулюють крупність продукту?
5. За яким принципом та якими пристроями відокремлюються важкі домішки (каміння і метал)?
6. Які фактори обумовлюють якість миття коренебульбоплодів?
7. Як контролюють готовність запарювання картоплі (ЗПК-4)?
8. У результаті чого спрацьовує механізм зупинки шнека мийки (ЗПК-4)?
9. Чому шнеки до і після м'ялки (ЗПК-4) мають різну частоту обертання?

## Лабораторна робота №2

**Тема: Машини для переробки стеблових кормів.**

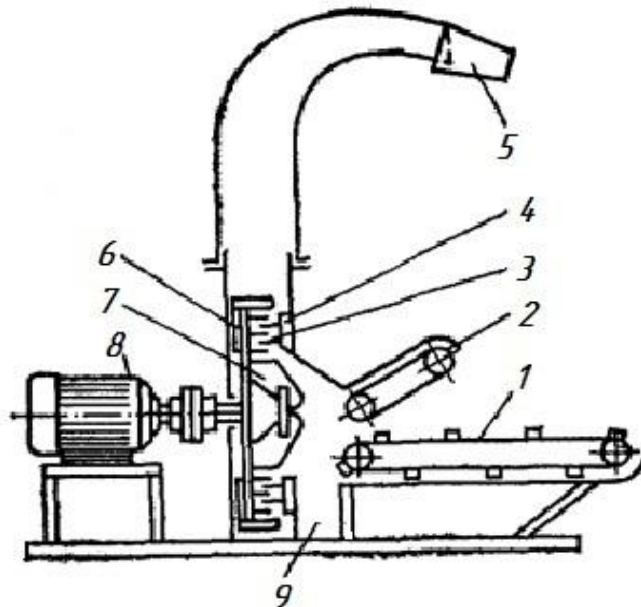
**Мета: Вивчити будову, процес роботи і правила експлуатації машин для подрібнення грубих кормів і зеленої маси.**

*Зміст роботи:*

1. Призначення машин.
2. Конструктивно-функціональна схема подрібнювачів.
3. Технологічні регулювання та заходи по технічному обслуговуванню машин.
4. Основні технологічні характеристики машин.
5. Розрахунок основних параметрів.

**Подрібнювач грубих кормів ИГК-30Б** (рис. 2.1) призначений для подрібнювання соломи, сіна та інших грубих кормів у розсипному стані вологістю до 25 %. Виготовляється у двох модифікаціях – з приводом від ВВП трактора класу 1,4 (ИГК-30Б-1) та з приводом від електродвигуна потужністю 30 кВт (стаціонарний варіант, ИГК-30Б-П). Він складається з живильника, подрібнювального апарата, кожуха ірамі. Живильник має горизонтальний **1** і похилий **2** ущільнювальні транспортери. Він забезпечує відокремлення каміння та інших важких включень, які випадають із соломи через спеціальне вікно знизу приймальної камери.

Подрібнювальний апарат складається з двох рядів нерухомих і двох рядів рухомих штифтів **3**, розміщених відповідно на нерухомому **4** і рухомому **6** дисках. Кожух подрібнювального апарата має дефлектор **5**, яким відводиться готовий продукт, і люк для огляду подрібнювального апарату.



**Рис 2.1 Конструктивно-функціональна схема подрібнювача ИГК-30Б:**

1 – приймальний транспортер; 2 – похилий транспортер; 3 – штифти; 4 – нерухомий диск; 5 – дефлектор; 6 – рухомий диск; 7 – лопаті вентилятора; 8 – електропривод; 9 – отвір для випадання важких включень.

Солома подається горизонтальним транспортером **1**, ущільнюється похилим транспортером **2**, надходить до приймальної камери, захоплюється лопатями вентилятора **7** і спрямовується до подрібнювального апарата. Пройшовши між штифтами, подрібнена солома потоком повітря по трубопроводу виводиться з машини. Під дією штифтів подрібнювання (розривання, розбивання, перетирання) соломи здійснюється не тільки вздовж, але і впоперек волокон, в результаті одержана маса стає м'якою, легко змочується і добре поїдається тваринами. Розмір частинок становить 10-70 мм. Ефективність роботи подрібнювача залежить від вологості сировини. Збільшення вологості соломи підвищує питомі витрати енергії, знижує продуктивність машини і погіршує якість продукту.

Ступінь, подрібнення продукту в ИГК-30Б регулюють за допомогою симетричної зміни кількості штифтів на роторі або корпусі подрібнювального апарата. При переробці соломи або сіна вологістю понад 20 % для зменшення швидкості подачі навал редуктора встановлюють зірочку з кількістю зубів  $z=13$ , а на проміжний вал  $z=2-20$ .

При ЩТО очищають установку від залишків корму та бруду, перевіряють, і при необхідності підтягують різьбові з'єднання, приділяючи особливу увагу кріпленню штифтів. Погнуті або поломані-штифти замінюють.

ТО-1 виконують через кожні 50-60 год роботи. Спочатку виконують всі операції ЩТО. Крім того, змащують вузли відповідно до схеми і таблиці мащення, регулюють зазори в підшипниках (ротор повинен легко повертатись від руки і не мати осевого люфту).

**Подрібнювач кормів «Волгарь-5»** (рис. 2.2) призначений для подрібнювання соковитих і грубих кормів (солома, коренебульбоплоди, баштанні культури, зелена маса, сінаж, сіно, а також риби. Його можна використовувати як в потокових лініях кормоцехів, так і окремо.

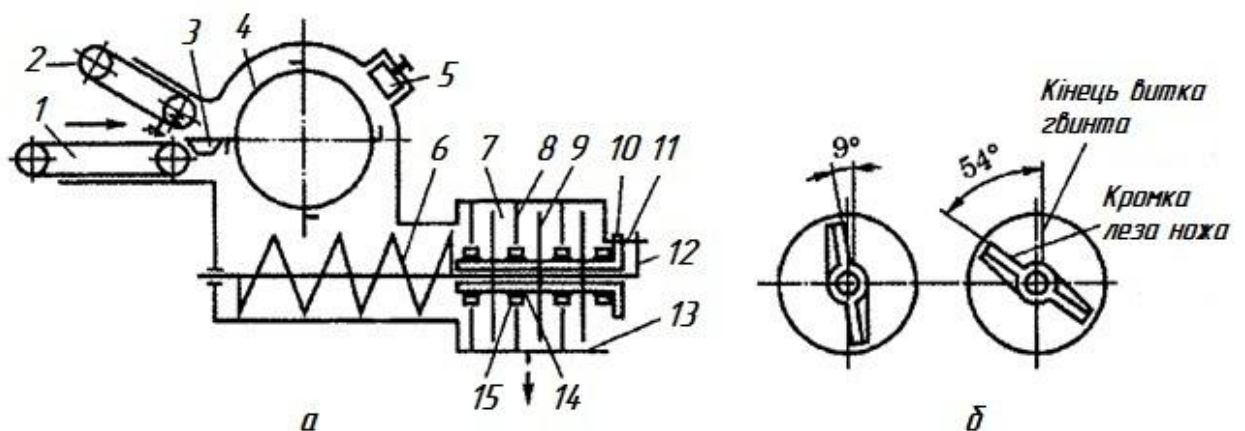
Подрібнювач складається з горизонтального **1** і похилого **2** транспортерів, ножового барабана **4** першого ступеня подрібнювання, протирізальної пластини **3**, заточувального пристрою **5**, шнека **6**, подрібнювального апарата другого ступеня **7** і електропривода.

Сировина, що підлягає переробці, подається на горизонтальний транспортер **1**, який разом з похилим транспортером **2** ущільнює її і спрямовує до різального барабана першого ступеня, де відбувається попереднє подрібнення. Після цього шнеком **6** проміжний продукт подається до апарата другого ступеня **7**. Тут здійснюється додаткове подрібнення і розвантаження готового продукту через нижнє вікно корпусу.

Регулювання крупності продукту здійснюється зміною положення першого рухомого ножа відносно кінця витка шнека, а також кількості ножів у апараті другого ступеня. При подрібненні корму для птиці перший рухомий ніж встановлюють так, щоб кут між кінцем витка шнека і його лезом становив  $9^\circ$ , а для свиней –  $54^\circ$ . Для цього на зовнішні шліци втулки **10** набирають рухомі ножі по спіралі один відносно одного через  $72^\circ$  проти напрямку руху,

встановлюють втулку з ножами в потрібне положення, одівають хомут на шліци вала і з'єднують його з хомутом втулки зрізним штифтом **11**.

При подрібненні корму для великої рогатої худоби рухомі і нерухомі ножі другого ступеня знімають. У деяких випадках їх знімають через один. На барабані першого ступеня подрібнювання є шість ножів Г-подібної форми, заточування яких здійснюють безпосередньо на машині. Для цього до барабана, що обертається на холостому ходу штурвалом підводять наждак і, переміщаючи його вздовж барабана, заточують ножі. Після заточування наждак відводять у верхнє положення і фіксують. Пристрій для заточування ножів другого ступеня являє собою невеликий наждачний круг, який приводиться в дію від шківів ножового барабана через фрикційний ролик. Ножі другого ступеня для заточування знімають, а потім знову встановлюють на місце.



**Рис. 2.2** Конструктивно-функціональна схема (а) і схема регулювання крупності продукту (б) подрібнювача **ИКВ-5А «Волгарь-5»**:

1 – горизонтальний транспортер; 2 – похилий транспортер; 3 – протиризальна пластина; 4 – ножовий барабан; 5 – заточувальний пристрій; 6 – шнек; 7 – подрібнювальний апарат другого ступеня; 8 – нерухомий ніж; 9 – рухомий ніж; 10 – втулка; 11 – зрізний штифт; 12 – фланець вала шнека; 13 – опора нерухомих ножів; 14 – прокладка; 15 – кільце.

Зазор між лезами ножів барабана першого ступеня і протиризальною пластиною (0,5-1 мм) регулюють переміщенням барабана разом з підшипниками за допомогою регулювальних гвинтів.

Зазор між лезами рухомих і нерухомих ножів другого ступеня (0,05-0,7 мм) забезпечується за рахунок товщини, кілець та прокладок **14**, а також, шляхом переміщення опор **13** разом з нерухомими ножами **8**.

Привод робочих органів подрібнювача здійснюється від електродвигуна потужністю 22 кВт і частотою обертання вала 1400 об/хв.

Для запобігання поломкам на подрібнювачі встановлені запобіжні (захисні) пристрої. Наприклад, привод горизонтального і похилого транспортерів здійснюється ланцюговою передачею через роздавальну коробку з фри-

кційною муфтою, яка пробуксовує при перевантаженні транспортерів. Шківни шнека і ножового барабана оснащені зрізними штифтами.

Привод рухомих ножів другого ступеня також має зрізний штифт **11**. При потраплянні твердого предмета між рухомими і нерухомими ножами штифт **11** зрізається, рухомі ножі разом з втулкою **10** зупиняються, а вал шнека з хомутом продовжує обертатись. При цьому палець виходить із зачеплення, пружина в стакані розпрямляється і останній натискає кнопку вимикача приводного електродвигуна. Після усунення несправності пружину та палець повертають у вихідне положення і встановлюють новий зрізний штифт.

При ЩТО прокручують машину вхолосту протягом 2-3 хв, очищають від бруду та залишків корму робочі органи, перевіряють стан основних вузлів, при переробці риби і хвої перед відключенням машини промивають всі робочі органи.

ТО-1 (через 100 год роботи) починають із виконання операцій ЩТО. Крім того, змащують всі підшипники і приводні ланцюги, перевіряють рівень масла в редукторі і при необхідності доливають його до верхньої мітки, регулюють натяг приводних пасів і ланцюгів.

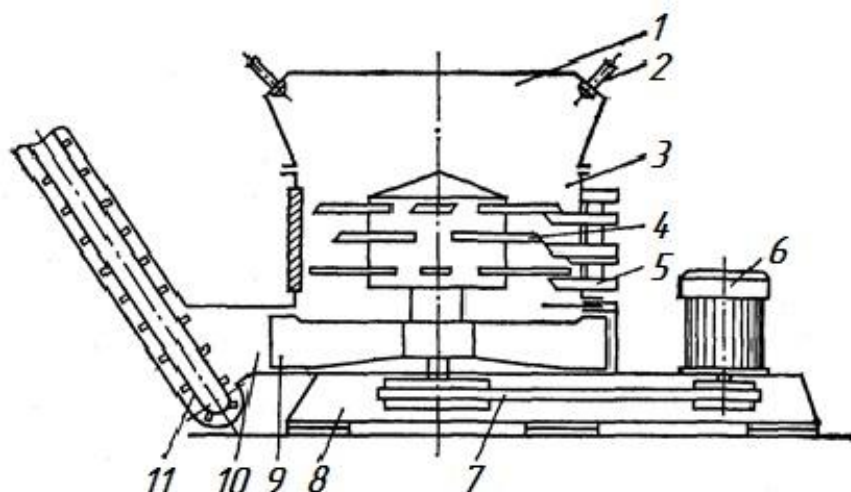
ТО-2 (через 240 год роботи) включає всі операції попередніх заходів. Додатково очищають апаратуру блока керування від пилу, перевіряють затягування клемних з'єднань і стан ізоляції (опір у вторинних мережах не менше 1 МОм, в силових мережах не менше 0,5 МОм).

**Подрібнювач-змішувач ИСК-3А** призначений для подрібнювання і змішування соломи, сіна і качанів кукурудзи з іншими компонентами раціону на фермах великої рогатої худоби. Подрібнювач входить до комплексу обладнання кормоцеху КОРК-15, а також ліній переробки соломи ЛИС-3 та ЛОС-3.

Подрібнювач складається з приймальної **1**, робочої **3** і розвантажувальної **10** камер, рами та електропривода **6** (рис. 2.3). На внутрішній поверхні робочої камери розміщені-протирізи **5** або деки, а всередині її змонтовано ротор з набором ножів **4**. Для внесення рідких добавок встановлено дві форсунки **2** в приймальній і дві в розвантажувальній камерах.

Розвантажувальна камера подрібнювача-змішувача разом з електродвигуном привода змонтована на рамі. У корпусі робочої камери є люки для монтажних робіт і технічного обслуговування привода. Готова суміш розвантажують кидалкою **9** на транспортер.

Машина ИСК-3А може працювати в режимах змішування, подрібнювання, а також змішування з доподрібнюванням.



**Рис. 2.3 Конструктивна схема подрібнювача-змішувача кормів ИСК-3А:**

1 – приймальна камера; 2 – форсунка; 3 – робоча камера; 4 – ротор з ножами; 5 – нерухомі ножі (протирізи); 6 – електродвигун; 7 – клинопасова передача; 8 – рама; 9 – кидалка; 10 – розвантажувальна камера; 11 – транспортер.

У режимі змішування ИСК-3А комплектується деками (6 шт.), зміщеними на  $60^\circ$ . На ротор встановлюють чотиривкорочених ножі в першому (відносно подачі корму) ряді, два довгих ножі в третьому і два зубчастих ножі в четвертому рядах. При цьому вихідні компоненти корму (особливо солома і силос) мають бути завчасно добре подрібнені. У варіанті доподрібнювання в робочій камері розміщують три протирізи і три деки так, щоб вони чергувались між собою.

У режимі подрібнювання ИСК-3А комплектується пакетами протирізів (6 шт.). Ця схема використовується при подрібнюванні одного виду корму (наприклад, соломи) або при додатковому подрібнюванні кількох видів кормів. На роторі машини встановлюють чотири вкорочених ножі в першому ряді, два або чотири довгих ножі у другому ряді і два або чотири зубчастих ножі в третьому і четвертому рядах. Збільшення кількості ножів рекомендується при зростанні в раціоні дози соломистих кормів.

Технологічний процес при режимі змішування здійснюється так. Дозовані компоненти подаються в приймальну камеру 1 подрібнювана, а з неї надходять у робочу камеру. Під дією відцентрованих сил і ножів верхнього та нижнього ярусів корм рівномірно розподіляється вздовж стінок, змішується і по спіралі опускається в розвантажувальну камеру, звідки однорідна кормосумішка кидалкою подається на транспортер.

При роботі в режимі подрібнювання корми з приймальної камери 1 потрапляють у зону взаємодії ножів верхнього ярусу, де частково подрібнюються. Під дією сили тяжіння корм опускається в зону дії довгих ножів і протирізів. У зоні виходу з робочої камери частки корму зустрічають на своєму шляху зубчасті грані ножів і різальні елементи нижнього ярусу. В цій зоні проходить інтенсивне подрібнювання кормів з руйнуванням вздовж і поперек стебел.

Ступінь рівномірності змішування кормових компонентів на всіх режимах роботи повинна бути не менше 80-90 %.

У разі потрапляння в робочу камеру твердих предметів складені в пакети і підпружинені протирізи повертаються і предмети проходять у розвантажувальну камеру. Після цього протирізи автоматично знову займають своє робоче положення.

Якість змішування і подрібнення корму в ИСК-3А регулюють трьома способами: підбиранням кількості і типу ножів; вибором кількості протирізів і дек; тривалістю перебування продукту в робочій камері за допомогою зміни положення шибера, встановленого перед кидалкою.

Технічне обслуговування подрібнювача-змішувача ИСК-3А передбачає виконання щозмінних, а також періодичних (після кожних 240 год роботи) заходів.

При ЩТО перед роботою перевіряють натяг клинопасової передачі, надійність різьбових кріплень і болтових з'єднань. Після роботи очищають машину від решток кормів, пилу та бруду. Виявлені несправності усувають.

При періодичному ТО виконують всі операції ЩТО і крім того, знімають форсунки, промивають їх і встановлюють на місце. Перевіряють стан клинопасової передачі, лопатей кидалки, ножів ротора, протирізалних елементів і зубчастих дек, їх пружин, а також роботу заслінки і кінцевого вимикача. Товщина леза ножів не повинна перевищувати 1 мм. При виконанні операцій у робочій камері ротор стопорять.

Одночасно проводять технічне обслуговування електрообладнання: очищають від пилу і бруду електродвигун та пульт керування, перевіряють їх кріплення та приєднання контурів Заземлення, надійність контактів. Розбирають, зачищають і змащують технічним вазеліном окислені контакти.

Технічна характеристика машин для подрібнення грубих кормів наведена в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

**Технічна характеристика машин для подрібнення грубих кормів і зеленої маси**

Показники	ИГК-30Б	«Волгарь-5»	ИСК-3А
Тип робочого органа	Дисковий Штифтовий	Барабанний Ножовий	Роторний Ножовий
Кількість робочих органів			
активних	105	6/9*	10
пасивних	96	1/9*	6
Частота обертання вала подрібнювального апарата, об/хв	1124	730/1000*	1250

продовження таблиці 2.1

Продуктивність, т/год, при подрібненні:			
соломи	3	1	5
зеленої маси	–	5	20**
Довжина часток, мм	20–70	20–80/2–10*	20–100
Потужність електропривода, кВт	30	22	40

\* У знаменнику наведені показники, що характеризують апарат другого ступеня подрібнювання.

\*\* Продуктивність при змішуванні кормів.

### Контрольні запитання:

1. Де і з якою метою використовують подрібнювачі ИГК-30Б, ИКВ-5А, ИСК-3А?
2. Основні елементи подрібнювача і їх призначення.
3. Робочий процес подрібнювача.
4. Як регулюють ступінь подрібнення продукту?
5. Чим пояснюється обмеження вологості грубих кормів, що переробляються на ИГК-30Б?
6. Як відокремлюються важкі домішки від грубих кормів на ИГК-30Б?
7. З якою метою і як регулюють зазори між ножами та протирізальними елементами в ИКВ-5А?
8. Порядок заточування робочих органів ИКВ-5А?
9. Які захисні пристрої і з якою метою використовують у подрібнювачах?
10. У чому полягає переналагодження ИСК-3А на той чи інший режим роботи?
11. Як регулюють якість змішування в ИСК-3А?



### *Лабораторна робота №3*

**Тема:** Молоткові подрібнювачі.

**Мета:** Вивчити будову, процес роботи і правила експлуатації молоткових подрібнювачів кормів.

*Зміст роботи:*

1. Призначення машин.
2. Конструктивно-функціональна схема молоткових подрібнювачів.
3. Технологічні регулювання та заходи по технічному обслуговуванню машин.
4. Основні технологічні характеристики машин.
5. Розрахунок основних параметрів.

**Кормодробарка «Українка» КДУ-2** призначена для подрібнювання всіх видів зерна, качанів кукурудзи, сіна, зеленої маси, силосу і коренеплодів. Крім того, на ній можна готувати суміші з двох-трьох компонентів і збагачувати їх рідкими добавками.

Дробарка складається із завантажувального бункера **13** (рис. 3.1), ротора **1**, решіт **2**, ножового барабана **4**, горизонтального **7** та похилого **8** транспортерів живильного механізму, циклона **10**, шлюзового затвору **9** і вентилятора **6**.

Різальний апарат складається з барабана **4**, на якому закріплено три криволінійні ножі, і протиризальної пластини **5**. Протиризальна пластина має додаткову пластинку для регулювання зазора відносно робочої поверхні стрічки транспортера для запобігання затягуванню корму в щілину між ними.

Ротор дробарки складається з несучих дисків, встановлених на валу на спеціальній шпонці і розділених втулками. Крізь отвори дисків проходять пальці, на яких шарнірно підвішені молотки. У камері подрібнення встановлено змінне решето **2** і дека **3**.

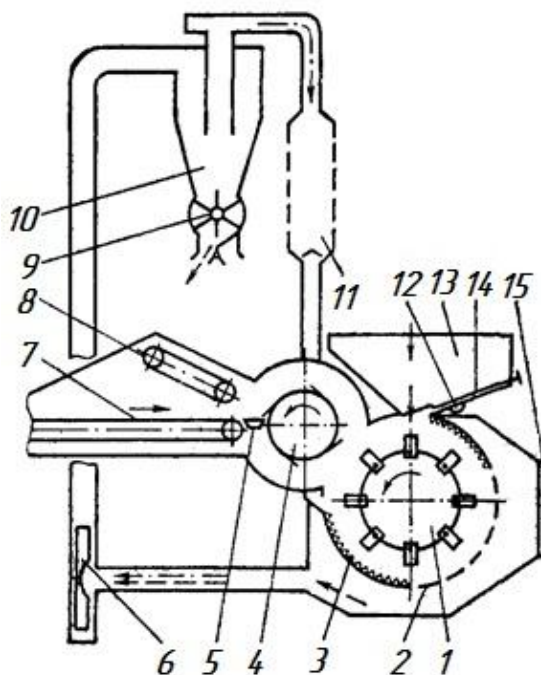
Привод дробарки здійснюється від електродвигуна потужністю 30кВт. Для полегшення умов пуску в приводному шківі є відцентрова фрикційна муфта.

Для досягнення максимальної продуктивності дробарки необхідно механізувати подачу сировини і відведення готової продукції. При використанні дробарки в кормоцеху для подрібнення зернофуражу рекомендується здійснювати завантаження його із спеціальних бункерів, а розвантаження продукту – транспортерами безпосередньо із циклона.

При подрібненні зернових та інших сипких кормів транспортери-живильники **7** і **8** та ножовий барабан **4** відключаються. Для цього знімають приводні паси. Подачу зерна в камеру подрібнювання із завантажувального бункера регулюють заслінкою **14**, а контролюють за показами амперметра-індикатора. Сила струму при цьому не повинна перевищувати 55-60 А.

Для одержання необхідної крупності продукту перед пуском дробарки встановлюють, відповідне змінне решето.

Під горловиною бункера перед камерою подрібнювання є магнітний сепаратор **12**, який затримує металеві домішки. У робочій камері зерно подрібнюється молотками і разом з потоком повітря крізь отвори решета продукти подрібнювання виносяться в зарешітний простір, а звідти відсмоктуються вентилятором **6** і подаються в циклон **10**. У циклоні частинки подрібненого корму під дією відцентрової сили притискаються до стінок, за рахунок сил тертя втрачають швидкість, відокремлюються від потоку повітря, опускаються вниз і ротором шлюзового затвору розвантажуються в мішки. Повітря з циклона разом з пилевидними частками зворотним трубопроводом повертаються в робочу камеру дробарки. При цьому частина повітря крізь фільтр із тканини виходить у навколишнє середовище. Таким чином, у дробарці реалізується напівзамкнутий цикл використання повітря.



**Рис 3.1** Конструктивно-функціональна схема універсальної дробарки КДУ-2:

1 – ротор; 2 — змінне решето; 3 – дека; 4 – ножовий барабан; 5 – проти-різальна пластина; 6 – вентилятор; 7 – горизонтальний транспортер; 8 – похи-лий транспортер; 9– шлюзовий затвор; 10 – циклон; 11 – зворотний повітро-провід; 12 – магнітний очисник; 13 – завантажувальний бункер; 14 – заслінка; 15 – кришка.

При подрібненні, кукурудзяних качанів, сіна на борошно та інших стеблових чи кускових кормів включають транспортерний живильник і ножовий барабан. Для цього до податку роботи на шків валів електродвигуна і ножового барабана одівають клинові паси і натягують їх за допомогою ролика. Горловину зернового бункера закривають заслінкою. Пуск дробарки здійснюють при відключеному транспортері-живильнику (для зниження пуско-вого моменту).

Після досягнення номінальної частоти обертання ротора дробарки включають транспортер-живильник. Корми завантажуються на горизонтальний транспортер, ущільнюються похилим транспортером і подаються до ножового барабана. Попередньо подрібнені ножами частки корму захоплюються потоком повітря і надходять до молоткової камери, де подрібнюються до кінцевих розмірів, просіваються крізь решето і вентилятором подаються в циклон.

Для збільшення якісного різання сіна та інших стеблових кормів ножі мають бути завжди гострими, а зазор між лезом ножа і протирізальною пластиною – не перевищувати 0,3-0,5 мм. Для зручного доступу до ножів знімають пружини похилого транспортера і піднімають його вгору, повертаючи відносно верхнього ведучого валика. Для регулювання зазору між лезом ножа і протирізальною пластиною послаблюють болти, якими ніж кріпиться до хрестовин, контргайки регулювальних болтів і ними встановлюють необхідний зазор. Після регулювання зазору кріпильні болти міцно затягують, а регулювальні гвинти фіксують контргайками.

При подрібненні зеленої маси, коренеплодів та інших кормів з високою вологістю робота дробарки здійснюється за прямоточним варіантом. Транспортером корм подається до ножового барабана, попередньо подрібнюється і надходить до молоткової камери, де додатково подрібнюється і розвантажується через вставну горловину і боковий люк у кришці камери. До початку роботи виймають решето, встановлюють розвантажувальну горловину і відкривають люк у кришці дробильної камери. Всмоктувальний патрубок вентилятора знімають, а на вхідному вікні вентилятора встановлюють сітку.

Після подрібнення соковитих кормів робочу камеру очищають від залишків корму і промивають водою, подаючи її через спеціальний колектор (у лівій кришці камери) при включеному роторі. Магнітні сепаратори знімають, очищають і сушать.

У процесі експлуатації дробарки молотки спрацьовуються. Для забезпечення якісного подрібнювання кормів і зниження витрат енергії молотки дробарки періодично переставляють на нові робочі грані. При переставлянні або заміні молотків відкривають кришку дробильної камери, знімають шплінт у середній частині осі молотків, відкривають лючок у боковині камери під циклоном і, повертаючи ротор, суміщують вісь молотків з лючком, через нього закручують спеціальний штир у торцевий отвір осі молотків і виймають її. При заміні або переставлянні необхідно зберігати рекомендовану схему розміщення молотків і дотримувати рівноваги ротора.

**Дробарка ДКМ-5** призначена для подрібнення зерна і грубих кормів у технологічних лініях приготування кормів на тваринницьких фермах або зерноскладах. Вона має корпус, в якому розміщена камера подрібнювання з молотковим ротором, живильник грубих кормів, зерновий бункер, пиловідокремлювач з фільтрувальним рукавом, шнеки та електрообладнання.

Живильник грубих кормів складається з приймального лотка, нерухомого внутрішнього і рухомого зовнішнього конічних шнеків. Він прикріпле-

ний до корпусу камери подрібнювання **7** за допомогою двох петель і відкидного замка, що дає змогу повертати живильник на  $90^\circ$  при транспортуванні та обслуговуванні дробарки. Зовнішній шнек живильника обертається мотор-редуктором через ланцюгову передачу.

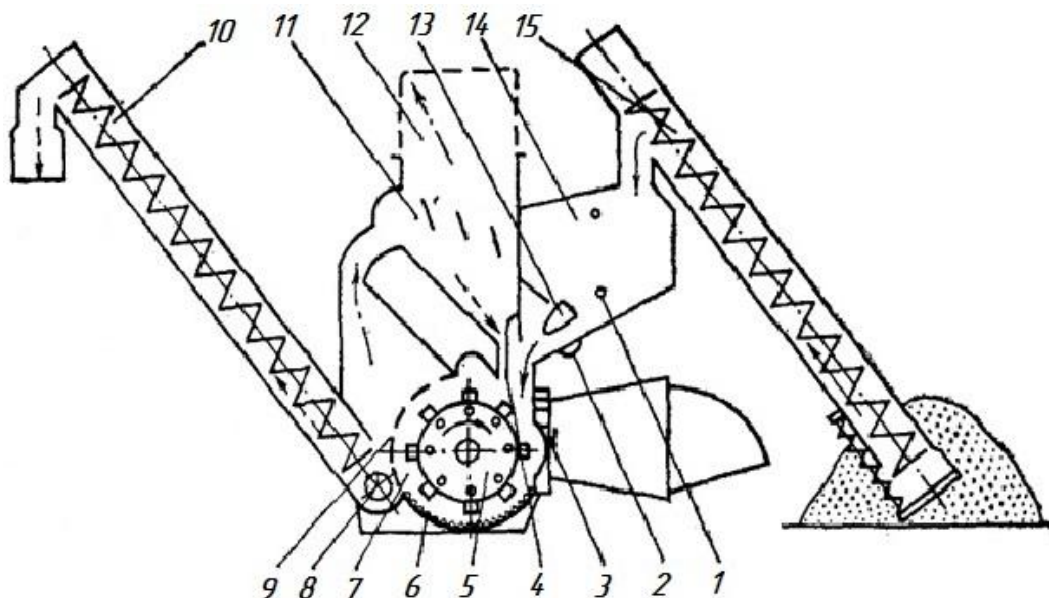
Шнек **15** призначений для подачі зернового матеріалу в бункер **14**. Для забезпечення безперервної подачі є додатковий шнек, привод якого здійснюється через ланцюгову передачу від основного шнека **15**.

Камера подрібнювання **7** виготовлена у вигляді сталюого зварного корпусу, в середині якого встановлено молотковий ротор **5**. Внутрішня поверхня камери має секторні деки, положення яких відносно молоткового ротора (зазор 1,5-2 мм) регулюють за допомогою ексцентрикового механізму. Для цього послаблюють болти кріплення секторів, провертанням ексцентриків підводять сектори до упирання їх у диски, повертають ексцентрики проти годинникової стрілки на кут  $10-20^\circ$  і затягують болти кріплення.

Для вивантажування подрібненого корму з підрешітного простору в нижній частині корпусу встановлено шнек **8**, який за допомогою рухомого фланця з'єднаний з похилим шнеком, що дозволяє змінювати положення похилого шнека залежно від висоти приймання готового корму.

Для зміни решіт у камері подрібнення передбачена відкидна кришка. На корпусі камери розміщено кінцевий вимикач, який блокує систему пуску при відкритій кришці. Над камерою знаходиться бункер **14** з горловиною для подачі зерна. У середині бункера на його бокових стінках змонтовані датчики **1** нижнього та верхнього рівнів, а на нижній похилій стінці – магнітний сепаратор **2** для вловлювання із зернового потоку випадкових металевих предметів. Дозована подача зернового матеріалу із бункера в дробильну камеру здійснюється щілиною горловини, поперечний переріз якої можна регулювати вручну (тим самим регулюється і завантаження електродвигуна за показами амперметра-індикатора) або в автоматичному режимі. У шафі керування встановлено амперметр-індикатор для контролю роботи дробарки. Він підтримує номінальний режим завантажування і роботи, припиняє подачу матеріалу при аварійних перевантаженнях. Регулятор також забезпечує повторне включення подачі зерна або живильника грубих кормів у разі зниження навантаження до номінального рівня. В автоматичному режимі роботи механізм привода заслінки включає сирену при припиненні подачі зерна в бункер. Додатково передбачена електромагнітна муфта, що дозволяє в разі відключення електроенергії миттєво переключити заслінку під дією власної ваги.

Для роботи дробарки на зерні (рис. 3.2) забірну частину завантажувального шнека опускають у приямок із зерном або на бурт зерна. У камері подрібнювання встановлюють решето відповідно до крупності кінцевого продукту. Вікно для подачі грубих кормів перекривають кришкою з декою в бік камери подрібнювання. Кришку щільно притискають до корпусу дробарки фланцем живильника грубих кормів (привід живильника при цьому повинен бути відключеним).



**Рис 3.2 Конструктивно-функціональна схема дробарки ДКМ-5  
(при роботі на зерні):**

1 – датчик рівня; 2 – магнітний сепаратор; 3 – кришка; 4 – регульовальна заслінка; 5 – молотковий ротор; 6 – дека; 7 – камера подрібнювання; 8 – шнек дробарки; 9 – решето; 10 – розвантажувальний шнек; 11 – пиловідокремлювач; 12 – фільтр; 13 – заслінка; 14 – бункер; 15 – завантажувальний шнек.

Зерно завантажувальним шнеком подається у зерновий бункер, а з нього тонким шаром просипається у щілину між заслінкою та похилою стінкою бункера, очищається магнітним сепаратором від випадкових металевих домішок і потрапляє в камеру подрібнювання. Під дією молотків ротора, що обертається, зерно подрібнюється. Продукти подрібнення просіваються крізь решето в зарешітний простір і потрапляють у горизонтальний шнек. Він подає подрібнений, продукт у похилий розвантажувальний шнек, а останній – у бункер-нагромаджувач або транспортні засоби.

Надмірний потік повітря, що створюється швидкохідним молотковим ротором, із зарешітного простору з'єднувальним каналом спрямовується у пиловідокремлювач, з якого частково виходить через фільтрувальний рукав у навколишнє середовище, а решта повітря та пиловидні фракції продукту повертаються завантажувальною горловиною в камеру подрібнювання.

При подрібненні зерна ячменю та пшениці рекомендується використовувати решета з розмірами отворів 4,6,8 мм, вівса і качанів кукурудзи – 8 та 16, сіна і соломи – 16 мм. Вологість зерна не повинна перевищувати 14 %, грубих кормів – 17%.

У разі роботи дробарки на грубих кормах з камери подрібнювання видаляють кришку з декою і перекривають заслінку подачі зерна. Грубі корми механізовано або вручну подаються в лотік живильника дробарки і витками його шнека спрямовуються до камери подрібнювання. Продукти подрібнення просіваються крізь решето в зарешітний простір, звідки шнеком дробарки, а потім похилим шнеком розвантажуються.

При переробці сіна чи соломи на січку (без решета), остання видаляється з камери подрібнювання горловиною з дефлектором, встановленими замість решета. При цьому завантажувальний і розвантажувальний шнеки відключають. Шнек дробарки відключають, знявши приводний пас. Приготування січки можна здійснювати і при вологості корму більше 17 %

Зупиняють дробарку після закінчення роботи і припинення подачі сировини та повного виходу продукту з камери подрібнювання і розвантажувального шнека.

Технічне обслуговування дробарок КДУ-2 і ДКМ-5 передбачає виконання ЩТО, ТО-1 (через кожні 120 год роботи) та ТО-2 (один раз на рік, наприклад, перед зимовим періодом експлуатації).

ЩТО (перед початком роботи) включає перевірку надійності встановлення решета і кришки камери подрібнювання, а також натягу клинопасових і ланцюгових передач (прогин паса в середній його частині від зусилля 12 Н повинен становити 2-4 мм; стріла прогину ланцюга привода завантажувального шнека – 1-8 мм, а привода живильника грубих кормів – 3-8 мм). Після роботи зовнішні поверхні машини очищають, від залишків корму та пилу. Витрушують фільтрувальний рукав і очищають пиловідокремлювач.

ТО-1 починають з проведення операцій ЩТО. Додатково ще перевіряють надійність кріплення різьбових з'єднань (зусилля затягування гайок повинно становити 40-60 Н); радіальний зазор між диском ротора і секторами дек, який не повинен перевищувати 2,5 мм; стан спрацювання робочих кромок молотків (переставляння в інше положення або здійснюють заміну, якщо відстань між отвором молотка і його робочою кромкою 8-10 мм); надійність кріплення і стан проводів заземлення на дробарці і шафі керування; стан контактних з'єднань електроапаратури.

ТО-2 передбачає виконання всіх операцій попередніх заходів. Крім того, перевіряють стан ізоляції електродвигунів (опір її повинен бути не менше 0,5 мОм) та контуру повторного заземлення (опір не більше 10 мОм). Здійснюють повну заміну мастил з промиванням корпусів підшипників (при потребі розбирають їх).

Таблиця 3.1

### Технічна характеристика дробарок кормів

Показники	КДУ-2	ДКМ-5
Продуктивність, т/год, при подрібненні:		
зерна	2,0	3,5
сіна на борошно	0,5	0,6
зеленої маси	3,0	–
коренеплодів	7,0	–
Потужність електродвигуна, кВт	30	30
Частота обертання вала ротора, об/хв	2725	2940

продовження таблиці 3.1

Кількість молотків на роторі, шт.	90	80
Діаметр отворів змінних решіт, мм	4, 6, 8, 10	4, 6, 8, 16
Маса дробарки, кг	1290	1280

**Контрольні запитання:**

1. Для чого використовують подрібнювачі КДУ-2, ДКМ-5?
2. Основні елементи молоткового подрібнювача і його призначення.
3. Як регулюють ступінь подрібнення продукту?
4. Назвіть пристрої, що застосовуються в подрібнювачах для полегшення пуску машини.
5. Як регулюють і контролюють подачу сировини в робочу камеру сировини?
6. У чому суть переналагодження дробарок ДКМ-5 та КДУ-2 на подрібнення фуражного зерна, грубих кормів, зеленої маси та силосу?
7. Що означає замкнений, напівзамкнений та відкритий цикли повітря і які їх переваги та недоліки?
8. Коли, з якою метою і як замінюють або переставляють молотки на барабані?

#### Лабораторна робота №4

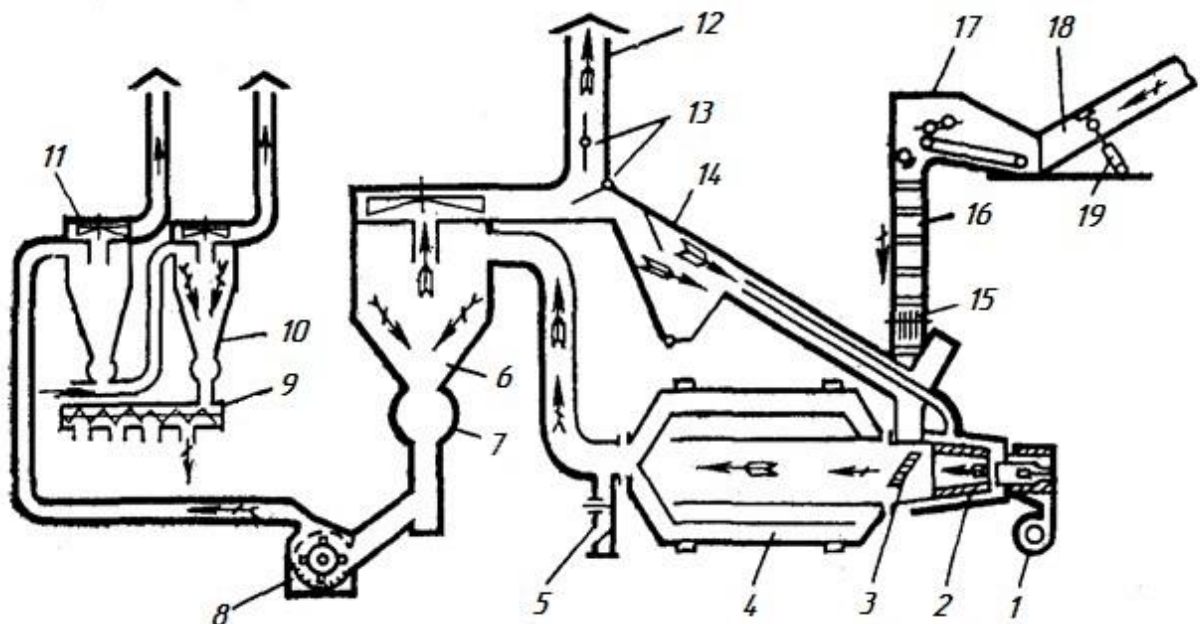
**Тема:** Агрегати для приготування вітамінного борошна.

**Мета:** Вивчити будову, процес роботи і правила експлуатації молоткових подрібнювачів кормів.

**Зміст роботи:**

1. Призначення агрегатів для приготування вітамінного борошна.
2. Конструктивно-функціональна схема агрегату для приготування вітамінного борошна.
3. Технологічні регулювання та заходи по технічному обслуговуванню агрегату.
4. Основні технологічні характеристики агрегатів.
5. Розрахунок основних параметрів.

Для виробництва кормів шляхом штучного сушіння застосовують високотемпературні пневмобарабанні агрегати АВМ-0,65Р та АВМ-1,5Р, призначені для сушіння трав і приготування з них білково-вітамінного борошна, а також для сушіння і подрібнення всього біологічного врожаю зернових культур, гички та жому цукрових буряків, виноградних та інших вичавок, соломи тощо.



**Рис. 4.1** Конструктивно-функціональна схема агрегату АВМ-0,65Р:

1 – система підігрівання і подачі палива; 2 – теплогенератор; 3 – завантажувальний лотік; 4 – сушильний барабан; 5 – уловлювач важких включень; 6 – циклон сухої маси; 7 – шлюзовий затвор; 8 – молоткова дробарка; 9 – розподільний шнек; 10 – циклон охолодження борошна; 11 – циклон відведення борошна; 12 – вихлопний трубопровід; 13 – регулятор кратності рециркуляції; 14 – пристрій рециркуляції; 15 – регульовальний бітер; 16 – завантажувальний конвеєр; 17 – живильник зеленої маси; 18 – приймальний лотік; 19 – гідросистема піднімання.



Сучасне сільськогосподарське машинобудування випускає вказані агрегати у трьох виконаннях, що працюють на рідкому (АВМ-0,65Ж та АВМ-1,5Ж), газоподібному (АВМ-0,65Г та АВМ-1,5Г) і твердому (АВМ-0,65Т та АВМ-1,5Т) паливі.

До складу агрегатів входять бункер-живильник (рис. 4.1), завантажувальний транспортер, теплогенератор, сушильний барабан, циклон висушеної маси, молоткова дробарка (в агрегаті АВМ-1,5 їх дві), система відведення і затарювання готового борошна, електрообладнання. Агрегати додатково обладнані також системою часткової рециркуляції вихлопних газів до сушильного барабана та теплогенератора (утилізації тепла). Завдяки цьому досягається зниження витрат палива залежно від вологості сировини на 10-30 %.

Бункер-живильник приймає і нагромаджує попередньо подрібнену сировину, а також забезпечує рівномірну подачу її в сушильний барабан. Величина подачі залежить від початкової вологості сировини і регулюється зміною швидкості руху завантажувального транспортера та товщиною шару сировини на ньому (положенням зчісувального бітера).

Теплогенератор включає топку, камеру газифікації, форсунку і вентилятор. Він призначений для підігрівання теплоносія за рахунок спалювання палива в топці. подача рідкого або газоподібного палива регулюється автоматично електромагнітним клапаном залежно від температури вихлопних газів. Теплогенератор оснащений пристроєм, що відключає подачу палива в разі загасання факела або при зупинці головного вентилятора. Теплогенератор через ущільнювальне кільце з'єднаний з сушильним барабаном, який обертається в процесі роботи.

Сушильний барабан різних агрегатів виконаний з конструктивними відмінностями: в АВМ-0,65Р він являє собою єдину систему із трьох концентрично розміщених циліндрів, на внутрішній поверхні кожного з яких приварені вигнуті лопаті; АВМ-1,5Р має прямоточний барабан, а комбінована лопатева насадка і лопатева хрестовина встановлені по центру барабана. Зовнішньою поверхнею барабан опирається на чотири котки. На виході сушильний барабан за допомогою трубопроводу з'єднаний з циклоном сухої маси.

Циклон забезпечує відокремлення від потоку відпрацьованого теплоносія висушеної маси за рахунок зниження її швидкості. Верхньою частиною через центральну трубу циклон сполучається з вентилятором, що відсмоктує відпрацьовані гази; нижньою частиною – із шестилопатеvim шлюзовим затвором, який перекриває вихід для відпрацьованих газів і здійснює рівномірну подачу сухої маси на молоткову дробарку. Між циклоном і дробаркою розміщений інерційний уловлювач важких домішок, який являє собою підпружинений клапан.

Молоткова дробарка подрібнює висушену масу на борошно. Ступінь подрібнення регулюють змінними решетами. Дробарка комплектується решетами з діаметром отворів 4; 6 та 8 мм.

Система відведення і затарювання борошна складається з трубопроводу, циклона з вентилятором та шлюзовим затвором і розвантажувального шнека, в кожусі якого є чотири люки для підвішування мішків.

До електрообладнання агрегату входять електродвигуни, підігрівальний елемент та пульт керування з пусковою, контролюючою та захисною апаратурою.

Технологічний процес приготування вітамінного борошна відбувається у такій послідовності.

Включають приводи механізмів, циклонів борошна, молоткової дробарки, циклона сухої маси, сушильного барабана та вентилятора теплогенератора і перевіряють на холостому ходу роботу всіх конструктивно-функціональних елементів агрегату. Після цього подають паливо через електродігрівник у топку. Вентилятор теплогенератора нагнітає повітря в кільцевий простір газифікації, де воно змішується з паливом, що впорскується за допомогою форсунки. Паливна суміш запалюється від електричної свічки або газового пальника. Одночасно повітря засмоктується димовідсмоктувачем у топку, де змішується з продуктами горіння і досягає температури 400-1000 °С.

Теплоносій з топки надходить до сушильного барабана. Сюди ж з бункера-живильника завантажувальним транспортером подається попередньо подрібнена до 10-30 мм зелена маса. Величину подачі регулюють товщиною шару зеленої маси, змінюючи положення бітера транспортера. За рахунок обертання барабана зелена маса безперервно перевертається лопатями і переміщується в напрямку відсмоктування теплоносія вентилятором-димовідсмоктувачем. При цьому забезпечується відбірковий принцип сушіння. Части, що висихають раніше (наприклад, листя), стають легшими і швидше виносяться теплоносієм з сушильного барабана, інші ж (стебла) знаходяться в ньому до повного висихання.

Суха маса разом з теплоносієм потрапляє до великого циклона, в якому відокремлюється від теплоносія і через шлюзовий затвор надходить до молоткової дробарки. Відпрацьований теплоносій видаляється з циклона в атмосферу вентилятором-димовідсмоктувачем. У молотковій дробарці висушена маса подрібнюється до розмірів, що визначаються встановленим решетою. Одержане борошно по пневмопроводу надходить до малого циклону, відокремлюється в ньому від повітря, через шлюзовий затвор потрапляє в шнековий розподільник і затарюється в мішки або подається на гранулювання.

Для брикетування висушену січку подають з великого циклона поза дробаркою на прес-брикетувальник.

Пристрій рециркуляції включається при досягненні температури відпрацьованого теплоносія 50-80 °С. Залежно від початкової вологості сировини, що подається до сушильного барабана, в систему рециркуляції подають від 25 до 60 % відпрацьованого теплоносія, залежно від положення заслінки регулятора кратності рециркуляції, розміщеного у вихлопній трубі великого циклона. За допомогою заслінки регулятора подачі відпрацьованих газів ре-

гулюють співвідношення їх потоків, що повертаються до теплогенератора (близько 70%) і сушильного барабана (близько 30%).

Для підтримання номінального технологічного режиму і ефективної роботи в агрегатах типу АВМ передбачено ряд автоматичних і ручних регулювань. Температуру теплоносія і експозицію сушіння маси встановлюють із таким розрахунком, щоб вологість висушеної маси була в межах 10-14 % при подрібненні її на вітамінне борошно або 15-18 % для вітамінної січки, а температуру відпрацьованих газів підтримують на оптимальному рівні залежно від виду і вологості сировини, що переробляється. Це досягається регулюванням подачі палива в топку за допомогою змінних донець форсунки та автоматичного електромагнітного клапана, а також швидкості обертання барабана.

Таблиця 4.1

**Оптимальна температура теплоносія на виході із сушильного барабана, °С (за даними ЛитНДІМЕСГ)**

	<i>АВМ-0,65</i>	<i>АВМ-1,5</i>
Трава	110-115	160-175
Солома	40-80	60-120
Зерно	75-80	110-120
Картопля	140-160	–
Морква	140-150	–

Таблиця 4.2

**Рекомендовані розміри отворів донець форсунки (за даними ЛитНДІМЕСГ), мм**

<i>Вологість сировини, %</i>	<i>АВМ-0,65</i>	<i>АВМ-1,5</i>
До 30	1	2,1
30-50	1-1,5	2,4
50-60	1,5	2,6
60-75	1,8-2	2,8
75-90	2-2,3	3,1

Таблиця 4.3

**Рекомендована частота обертання сушильного барабана, об/хв**

Показники	
Свіжоскошені конюшина та люцерна	3,5-5
Прив'ялені конюшина та люцерна	5-8
Злакові трави	5-9
Солома	7-9
Зерно	3-4
Картопля та морква	5-5,5

Швидкість конвеєра бункера-живильника вибирають такою, щоб датчики рівня зеленої маси завантажувального транспортера рідше виключали електропривод живильника. При збільшенні чи зменшенні подачі зеленої маси у барабан або палива в топку технологічний режим роботи агрегату стабі-

лізується не відразу, тому регулювати параметри режиму потрібно поступово, з контрольними перервами на 10-15 хв після кожного регулювання.

Агрегат виходить на сталий режим лише через 45-60 хв після початку роботи. Тоді остаточно регулюють параметри технологічного процесу і переводять агрегат на автоматичний режим керування.

Таблиця 4.4

**Технічна характеристика агрегатів для приготування вітамінного борошна**

Показники	АВМ-0,65	АВМ-1,5
Продуктивність, т/год	0,68	1,7
Встановлена потужність, кВт	92	190
Витрати палива:		
Рідкого, кг/год	До 120	До 450
Газу, м <sup>3</sup> /год	70-180	254-265
Питома енергоємність, кВт·год/т	130	120
Маса, кг	26300	38000

У процесі експлуатації обладнання типу АВМ виконують щоденне (ЩТО), а також періодичні ТО-1 (раз на місяць) і ТО-2 (один раз у шість місяців) технічне обслуговування.

До початку роботи перевіряють зовнішній стан обладнання і прямого жолоба, шамотних вставок, закоксованість топки і паливної апаратури, кріплення всіх вузлів огорожі, надійність з'єднань замкових пристроїв, закриття кришки та притискання решета дробарки, рівень масла в баці гідросистеми (масло повинно бути видне під сіткою фільтра) і її герметичність. Під час роботи стежать за показами приладів і стабільністю параметрів технологічного процесу; контролюють відсутність підтікання масла з редуктора привода барабана, ступінь нагрівання підшипників та електродвигунів (температура їх корпусів не повинна перевищувати температуру навколишнього середовища більш як на 60 °С). Після закінчення роботи очищають електрообладнання (двигуни, шафу керування) від забруднень, відібраних важких домішок, а в разі потреби також трубопровід системи відведення сухої маси і барабан. Знімають кришку оглядового вікна і перевіряють стан крилатки вентиляторів циклонів, при потребі їх очищають.

ТО-1 починають з виконання операцій ЩТО. Крім того, перевіряють стан електродів запалювання, фотоголівок приладу контролю полум'я (в разі потреби їх очищають або замінюють спалені фоторезистори, зазор між електродами повинен бути 5 мм), сегментів ущільнення топки і з'єднувальної труби за барабаном, решета і молотків дробарки, шлюзових затворів у циклонах, контактних з'єднань електроапаратури (потрібно, щоб вони не перекочувались, а в розімкненому положенні не торкалися один одного), заземлення агрегату; рівень масла в мотор-редукторах та в редукторах приводів (при необхідності доливають); кріплення скребків транспортера та конвеєра;

натяг клинопасових і ланцюгових передач, а також стрічки транспортера та конвеєра; герметичність закривання електромагнітного вентиля; бітери транспортера і конвеєра; живильник зеленої маси. Виконують контрольне регулювання частоти обертання сушильного барабана (від мінімального до максимального), зливають відстій з паливного фільтра, змащують вузли і механізми.

При ТО-2 спочатку виконують всі операції попередніх заходів. Додатково змащують приводні втулко-роликові ланцюги, промивають їх у дизельному паливі і проварюють протягом 30 хв у моторному маслі. Проводять змащування або заміну масла в деяких інших механізмах.

### **Контрольні запитання:**

1. Основні елементи агрегату для приготування вітамінного борошна і їх призначення.
2. Поясніть технологічний процес агрегату.
3. Що дає використання пристрою рециркуляції відпрацьованого теплоносія?
4. З якою метою і як регулюють температуру газів у теплогенераторі та швидкість обертання барабана?
5. Від яких факторів залежать витрати палива?
6. Як регулюють подачу сировини до сушильного барабана та ступінь подрібнення сировини?
7. З якою метою вітамінне борошно після дробарки послідовно - проходить через два циклони?
8. Чому необхідно, щоб барабан обертвся?
9. За яким принципом діє пристрій уловлювання важких домішок (після сушильного барабана)?

## *Лабораторна робота №5*

*Тема: Кормоприготувальні агрегати.*

*Мета роботи: Вивчити призначення, будову, принцип дії та основні регулювання кормоприготувальних агрегатів.*

*Зміст роботи:*

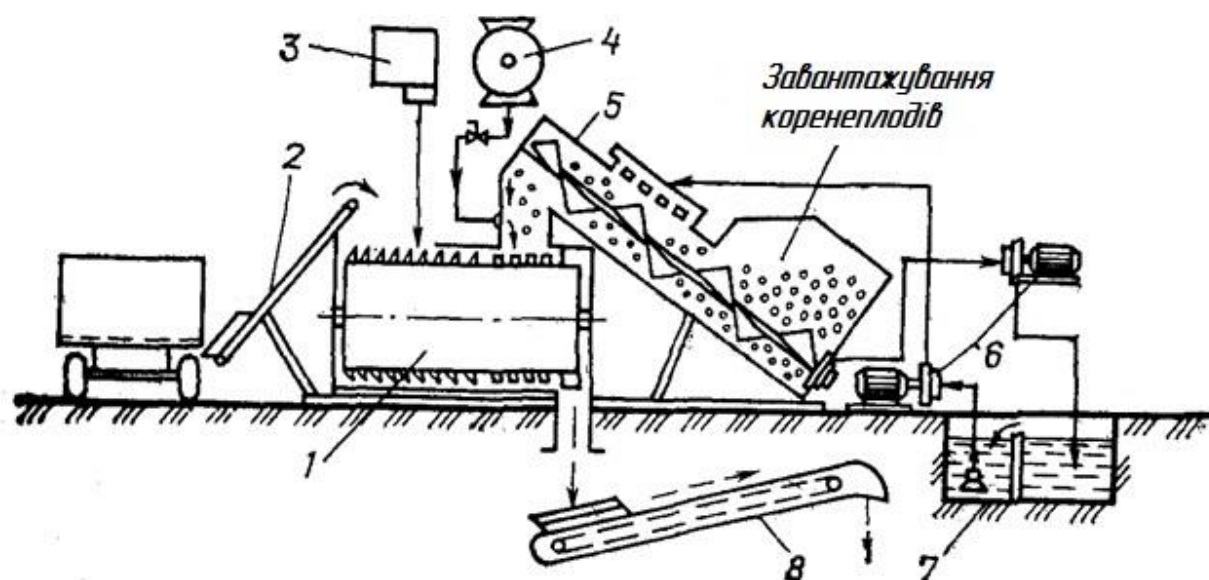
- 1. Призначення машин.*
- 2. Конструктивно-функціональна схема кормоприготувальних агрегатів.*
- 3. Технологічні регулювання та заходи по технічному обслуговуванню агрегатів.*
- 4. Основні технологічні характеристики машини.*
- 5. Розрахунок основних параметрів.*

**Агрегат для приготування кормосумішок АПК-10А** призначений для одночасного подрібнення і змішування силосу, коренебульбоплодів, сінажу, грубих та концентрованих кормів (останні подають попередньо подрібненими) з включенням різних розчинів-добавок. Крім того, агрегат можна використовувати для приготування комбінованого силосу, а також подрібнення грубих кормів будь-якої вологості або миття коренебульбоплодів без їх подрібнення.

У разі приготування повнораціонних кормових сумішок для великої рогатої худоби чи овець агрегат додатково комплектують бункерами-живильниками стеблових компонентів, дозаторами концентрованих кормів та змішувачем мікродобавок.

До складу агрегату входять шнекова мийка **5** (рис. 5.1), подрібнювач-змішувач **1**, стрічковий транспортер **2**, вивантажувальний стрічковий транспортер **8**, відцентровий та фекальний **6** насоси.

Шнекова мийка коренебульбоплодів має приймальний бункер та похилий циліндричний кожух з розміщеним у ньому шнеком. Зверху та з боків кожуха є три розбризкувачі води, а в нижній його частині – три ряди отворів для виходу забрудненої води у змивний лотік. Лотік має трубку для подачі води під тиском для змивання бруду. Внизу бункера знаходиться решітка, крізь яку стікає в піддон брудна вода. Піддон має патрубок, що сполучається гофрованим шлангом з фекальним насосом для відкачування брудної води.



**Рис.5.1 Конструктивно-функціональна схема кормоприготувального агрегату АПК-10А:**

1 – подрібнювач-змішувач; 2 – приймальний транспортер; 3 – дозатор концентрованих кормів; 4 – живильник мікродобавок; 5 – шнекова мийка коренебульбоплодів; 6 – насос; 7 – відстійник; 8 – вивантажувальний транспортер.

Шнек мийки приводиться в дію від мотор-редуктора через ланцюгові передачі і черв'ячний редуктор. Регулювання частоти обертання шнека здійснюється зміною вінців зірочок на маточинах валів мотор-редуктора та черв'ячного редуктора. Чотири зірочки забезпечують 12 варіантів передачі (табл. 5.1), змінюючи швидкість обертання шнека від 0,7 до 5,7 хв.

Подрібнювач-змішувач являє собою барабан, що знаходиться в циліндричному кожусі. Барабан складається з вала, на якому встановлено по десять дисків круглої та трикутної форми. На шести осях між круглими дисками жорстко встановлені ножі, а між трикутними дисками шарнірно підвішені молотки. У зоні завантаження на барабані є дві лопаті для очищення від корму передньої (торцевої) стінки кожуха, а в зоні розвантаження на кронштейнах закріплено три лопаті, які забезпечують видалення кормової сумішки з подрібнювача-змішувача.

На кожусі подрібнювача-змішувача є чотири вікна. Через перше з них у робочу камеру стрічковим транспортером завантажуються стеблові корми. Друге вікно перехідною горловиною з'єднане з шнековою мийкою коренебульбоплодів. Горловина має знімну кришку для доступу до барабана. Крім того, коли коренебульбоплоди миють безподрібнення, кришку встановлюють зворотним боком похило і закріплюють у такому положенні двома болтами. При цьому коренеплоди не надходять до подрібнювача-змішувача, а розвантажуються цілими.

**Варіанти встановлення змінних зірочок приводе шнекової мийки і її продуктивність**

Подача, т/год		Кількість зубців зірочки		Подача, т/год		Кількість зубців зірочки	
коренеплодів	бульбоплодів	на валу мотор-редуктора	на валу черв'ячного редуктора	коренеплодів	бульбоплодів	на валу мотор-редуктора	на валу черв'ячного редуктора
0,5	0,7	22	63	1,7	2,4	25	22
0,6	0,8	25	63	2,0	2,8	63	45
0,7	1,0	22	45	2,7	3,8	45	25
0,8	1,1	25	45	3,0	4,2	45	22
1,0	1,4	45	63	3,4	5,2	63	25
1,3	1,8	22	25	4,3	6,0	63	22

Із протилежного боку відносно кришки до горловини приварено розпилювач для подачі у подрібнювач-змішувач розчинених мікродобавок або інших рідких компонентів. Третє вікно – це розвантажувальна горловина, до якої кріпиться з'єднувальна камера скребкового транспортера ТС-40М. У четвертому вікні встановлена дека з двома пластинами, що взаємодіють з кормом при його обробці. Дека кріпиться у напрямних болтами. За допомогою чотирьох гвинтів регулюють положення деки (робочий зазор у зоні ножів барабана).

У торцевих стінках кожуха є отвори, закриті кришками. Крізь них виймають осі підвісу при переставлянні або заміні ножів та молотків. У подрібнювач-змішувач при необхідності можна подавати концентровані корми. Для цього замість кришки в пази потрібно встановити знімний лотік.

Привод подрібнювача-змішувача складається з електродвигуна, відцентрової муфти і клинопасової передачі. Відцентрова муфта полегшує розгін барабана. Вона має шків, хрестовину, колодки, пластинчасті пружини, підшипники та кришку.

Перед початком роботи заповнюють приймальний бункер водою (з водопровідної мережі або відстійника). Після включення всіх механізмів агрегату коренебульбоплоди порціями приблизно по 0,5 т завантажують до приймальної камери (бункера). Тут вони відмокають і попередньо очищаються, а потім шнеком транспортуються вверх і обмиваються струменями чистої води, що надходить з розбризкувача. Помиті коренебульбоплоди шнеком подаються в зону подрібнювача-змішувача, де подрібнюються молотками на частинки розміром 10-15 мм.



Стеблові корми (грубі, силос чи сінаж) з бункера живильника надходять на стрічковий транспортер і крізь приймальну горловину також завантажують у подрібнювач-змішувач. У першій зоні його стеблові корми спочатку подрібнюються ножами на частинки, а потім у другій зоні розщеплюються молотками вздовж волокон і змішуються з коренебульбоплодами, концентратами та поживними речовинами.

Концентровані корми та поживні розчини, що входять до складу кормосумішок, готують окремо.

Готова кормова сумішка лопатями кидалки із камери подрібнювача-змішувача подається на розвантажувальний скребковий конвеєр, а ним – у транспортні засоби.

Співвідношення компонентів у кормовій сумішці регулюють їх подачею, встановленням відповідних зірочок ланцюгової передачі привода шнека мийки коренебульбоплодів, за допомогою дозувальних пристроїв чи бункерів-живильників стеблових і концентрованих кормів, а також мікродобавок та поживних розчинів. При цьому дотримуються умов, щоб загальна подача всіх компонентів на подрібнювач-змішувач не перевищувала 15 т/год.

Ступінь подрібнення стеблових кормів регулюють, крім зміни кількості ножів на барабані, також зміною зазора між кінцями ножів і декою (за допомогою прокладок, які встановлюють або знімають під фланцями деки).

Перед початком роботи перевіряють кріплення всіх різьбових з'єднань та натяг ланцюгових і пасових передач, змащують агрегат відповідно до таблиці мащення.

Запускають агрегат на холостому ході і переконуються в його нормальній роботі. Виявлені несправності усувають.

Після закінчення роботи перевіряють ступінь нагрівання підшипників барабана стрічкового і скребкового конвеєрів та інших вузлів. Нагрівання редуктора та інших вузлів не повинно перевищувати температури навколишнього середовища більш ніж на 40 °С.

Перевіряють стан ножів, молотків, лопатей та інших деталей барабана. Затуплені до товщини 2 мм ножі заточують. Спрацьовані по довжині більш як на 15 мм ножі замінюють.

Якщо ширина верхньої частини робочих кромek молотків зменшилась до 40 мм, їх перевертають. При спрацьованні обох робочих кромek молотки замінюють.

Перевіряють надійність шплінтування осей ножів та молотків, рівень масла в редукторах (при потребі доливають або замінюють). Перевіряють стан заземлення та ізоляції обмоток електродвигунів.

Таблиця 5.2

## Технічна характеристика агрегату АПК-10А

Показники	
Продуктивність, т/год, у випадку:	
приготування кормових сумішок	До 15
подрібнення грубих кормів	До 5
миття коренеплодів	8
Тип подрібнювального апарата	Молотковий
Частота обертання барабана, об/хв	1800
Кількість молотків, шт.	27
Кількість ножів, шт.	54
Діаметр шнека, мм	500
Частота обертання шнека, об/хв	0,7-5,7
Маса, кг	3245

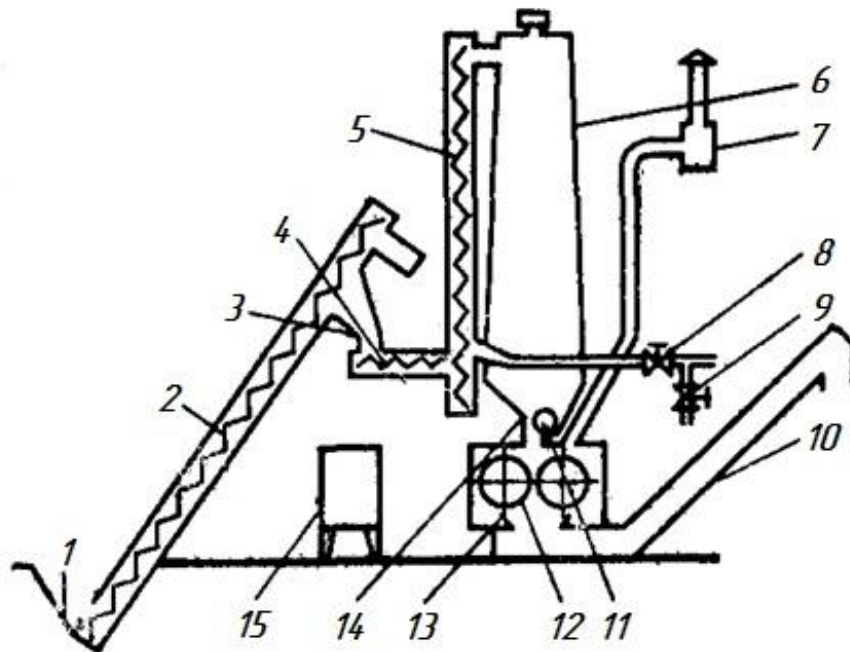
**Агрегат для плющення вологого зерна ПЗ-3А** призначений для приготування пластівців з фуражного зерна різних видів та зернових сумішок підвищеної вологості.

Агрегат для приготування пластівців із зерна ПЗ-3А застосовується в лініях переробки зернофуражу кормоприготувальних цехів або як самостійна машина на молочних та відгодівельних фермах великої рогатої худоби. Для його використання потрібно мати джерело пари – котли пароутворювачі продуктивністю 300 кг/год при тиску пари 130-170 кПа.

Агрегат складається із завантажувального конвеєра, магнітного сепаратора, пропарювача, плющилки, тички, перехідника, системи вентиляції, розвантажувального конвеєра і шафи керування (рис. ).

Завантажувальний конвеєр **2** шнекового типу забезпечує подачу зерна з приймальної ями чи бурта в магнітний сепаратор **3**. У нижній частині кожуха конвеєра є горловина, що прикривається заслінкою, за допомогою якої регулюють продуктивність як самого конвеєра, так і агрегату в цілому. Керування заслінкою здійснюється важелем, що фіксується на секторі маховичком. У верхній частині кожуха має горловину з решіткою для уловлювання і горловину для видалення каміння та інших включень. Решітка очищається за допомогою пруткової гребінки, привареної до витків шнека. Шнек приводиться в дію від електродвигуна через клинопасову передачу.

Сепаратор – це пристрій, у бокових кришках якого є набори постійних магнітів. Після кожної зупинки агрегату кришки сепаратора відкривають і видаляють з нього сторонні предмети. Магнітний сепаратор встановлюють на приймальній горловині горизонтального конвеєра **4** під розвантажувальною горловиною завантажувального конвеєра **2**.



**Рис. 5.2 Структурна схема агрегату для приготування пластівців ПЗ-3А:**

1 – бункер; 2 – завантажувальний конвеєр; 3 – магнітний сепаратор; 4 – шнековий живильник; 5 – вертикальний пропарювач; 6 – пропарювач; 7 – система вентиляції; 8, 9 – вентилі подачі пари; 10 – розвантажувальний конвеєр; 11 – дозатор; 12 – вальці; 13 – лотік; 14 – зернова тічка; 15 – шафа керування.

Пропарювач зерна має корпус із запобіжним клапаном, датчиком рівня і оглядовим вікном, горизонтальний 4 і вертикальний 5 шнеки, дозатор 11, а також вентиляційний патрубок 7. У вертикальному шнеку встановлене сопло для подачі пари. Тиск пари (130-170 кПа) контролюють за манометром. Запобіжний клапан регулюють на тиск 110-115 кПа. Температуру пари (в межах 105-130°C) контролюють за допомогою термометра.

Дозатор складається з корпуса з кришкою, ротора, заслінки і мотор-редуктора. Продуктивність агрегату регулюють заслінкою, що повертається на секторі. При закритому положенні (положення «0» на секторі) зазор між заслінкою і виступами ротора становить 0,1-0,2 мм. Регулюють його спеціальними болтами на кронштейнах ексцентрикового вала.

Рівень заповнення пропарювача зерном регулюють за допомогою заслінки і тягарця на її осі, що знаходяться в датчику рівня. Тягарець на осі фіксують стопорним болтом у такому положенні, щоб заслінка розміщувалась горизонтально. Завантаження зерна у пропарювач припиняється, коли маса його на заслінці датчика перевищує масу тягарця. При цьому заслінка опускається і повертає прапорець, який діє на лінійний вимикач привода завантажувального конвеєра.

Система вентиляції призначена для виведення відпрацьованої пари від плющильних вальців. Вентилятор цієї системи встановлюють на кронштейнах, що кріпляться до стіни зовні приміщення, і з'єднують за допомогою

всмоктувального трубопроводу і коліна з пропарювачем. Вихлопний трубопровід вентилятора оснащують захисним козирком.

Плющилка має два вальці, встановлені на загальній рамі. Один з них, за допомогою важеля гвинтового механізму можна переміщувати і фіксувати відносно іншого, регулюючи при цьому зазор між вальцями відповідно до заданої товщини пластівців. Корпуси підшипників другого вальця з'єднані з рамою через пружинні амортизатори. У випадку потрапляння твердого стороннього предмета цей валець відтискається, забезпечуючи його прохід. Якщо сторонній предмет має значні розміри, то валець, що відтискається, тисне на лінійний вимикач і зупиняє агрегат.

Нерівномірність зазора між вальцями (перекошування вальців) усувають провертанням гайок на гвинтах механізму переміщення вальців, після чого гайки стопорять. Чистики встановлюють без перекосів із зазором до 0,15 мм відносно вальців. Кожен валець приводиться в дію від індивідуального електропривода через клинопасову передачу.

Над пресувальними вальцями (під пропарювачем) встановлена тічка, виконана у вигляді коробчастого корпуса із знімною боковою кришкою. Вона призначена для спрямовування сформованого потоку зерна на вальці. Під пресувальними вальцями розміщений перехідний лотік, що спрямовує пластівці до розвантажувального конвеєра.

Шафа керування начеплена на стіні приміщення в зручному для обслуговування місці на відстані не більше 5 м від плющилки. У ній розміщено електрообладнання для керування механізмами агрегату, автоматичного їх відключення у випадку порушення технологічного режиму, коротких замикань і захисту електродвигунів від перевантаження.

Агрегат монтують у закритому приміщенні на спеціально підготовленому горизонтальному майданчику, що має приямки для встановлення конвеєрів. Плющилку прикріплюють до фундаменту болтами (нахил не повинен перевищувати 1 мм на кожен 1 м довжини). Фундаментними болтами закріплюють також шафу керування.

Зверху на плющилку встановлюють пропарювач, а також трубопровід вентиляційної системи. На зовнішній стіні приміщення за допомогою кронштейна закріплюють вентилятор, який з'єднують чохлам з трубопроводом вентиляційної системи плющилки. Знизу до пропарювача приєднують тічку, а до днища плющилки – перехідник, під який встановлюють розвантажувальний конвеєр.

На горизонтальному конвеєрі встановлюють магнітний сепаратор. У приямку розміщують завантажувальний конвеєр, за допомогою розтяжок кріплять його до стіни і верхньою частиною з'єднують з магнітним сепаратором. Після цього перевіряють зусилля на рукоятці керування заслінкою забірної горловини завантажувального конвеєра. При відсутності зерна воно не повинно перевищувати 20 Н, а при наявності – 60 Н.

Над забірною горловиною конвеєра встановлюють бункер для приймання і нагромадження зерна. Його виготовляють на місці із чотирьох похи-

лих стінок. У нижній частині він має отвір для надходження зерна до завантажувального конвеєра. Зверху бункер накривають знімною запобіжною решіткою.

Потім на пропарювачі встановлюють термометр і манометр, підключають агрегат до парогенератора. Паропровід покривають теплоізоляційним матеріалом і фарбують у червоний колір. На патрубки одівають гумові трубки для виходу конденсату.

Електрообладнання агрегату монтують відповідно до «Правил налагоджування електроустановок». Обладнання агрегату (плющилку, пропарювач, завантажувальний, горизонтальний, вертикальний та розвантажувальний конвеєри) заземлюють. Опір контура заземлення не повинен перевищувати 4 Ом.

Переміщенням підмоторних плит регулюють натяг клинопасових передач приводів плющилки (прогин паса від зусилля 22 Н повинен дорівнювати 7,5-8,5 мм), завантажувального, вертикального (стріла прогину при зусиллі на пас 12 Н – 2,8-3,2 мм) та горизонтального (стріла прогину при тому ж зусиллі – 3,8-4,2 мм) конвеєрів, натяг ланцюгів розвантажувального транспортера (провисання холостої вітки має становити 15-20 мм).

Подають пару у пропарювач і під тиском 170 кПа перевіряють герметичність його з'єднань та паропроводу. Перед обкаткою уважно оглядають агрегат, заміряють зазор між вальцями (повинен бути не більше 0,2 мм), пересвідчуються у відсутності сторонніх предметів. Потім перемикач режимів переводять у положення «Наладка» і протягом 30 хв обкатують агрегат на холостому ходу. Під час обкатки перевіряють правильність напрямку обертання механізмів, температуру нагрівання підшипникових вузлів (вона не повинна перевищувати температури навколишнього середовища більш ніж на 40 °С), відсутність підтікання масла.

Обкатку під навантаженням проводять при положенні перемикача режимів «Робота». Для нормального припрацювання механізмів перші 20 год роботи агрегат завантажують не більш як на 50 % його номінальної продуктивності.

Порядок роботи агрегату такий. При положенні перемикача режимів «Наладка» по черзі включають всі механізми агрегату (якщо завантажувальний конвеєр заповнений зерном, його не включають). Рукоятку заслінки дозатора встановлюють в положення «0» і відкривають крани для виходу конденсату. Повільно відкривають вентиль подачі пари, видаляють конденсат з паропроводу і прогрівають пропарювач. Потім закривають крани для виходу конденсату і регулюють подачу пари до тиску 150 кПа. Важіль заслінки завантажувального шнека переводять у середнє положення сектора і фіксують маховичком.

Після виконання вказаних операцій перемикач режимів встановлюють у положення «Робота» і включають конвеєри спочатку вертикальний і горизонтальний, а потім через 8-10 с завантажувальний. При заповненні пропа-

рювача зерном (тривалість заповнення 5 хв) сигналізатор рівня відключає конвеєри лінії завантаження.

Натискають кнопку «Пуск» лінії розвантаження. При цьому включають розвантажувальний транспортер і перший валик, а потім з проміжком 8-10 с – другий валик і дозатор. Поступово відкриваючи заслінку, доводять продуктивність плющилки до нормативного рівня. Сила струму в мережі електропривода (за показами амперметра на пульті керування) повинна бути не більше 30 А.

Рівень зерна у пропарювачі підтримується автоматично. Керування лінією завантаження здійснюється датчиком рівня. Часте його спрацювання свідчить про надмірну продуктивність завантажувального конвеєра. У такому випадку необхідно дещо прикрити заслінку на забірному кінці конвеєра. Відрегулювавши завантаження зерна у пропарювач, включають систему вентиляції.

Під час роботи агрегату стежать за показами манометра на пропарювачі (тиск пари повинен бути в межах 130-170 кПа) і амперметра на шафі керування.

Зупиняють агрегат у такій послідовності. Спочатку відключають завантажувальний конвеєр. Після вироблення всього зерна з пропарювача натискають кнопку «Стоп» лінії розвантаження, зупиняючи горизонтальний і вертикальний конвеєри та дозатор, а через 8-10 с – плющилку і розвантажувальний транспортер. Потім закривають вентиль подачі пари, зупиняють вентилятор, а пакетний вимикач переводять у положення «Відключено».

У разі необхідності агрегат негайно зупиняють за допомогою аварійної кнопки «Стоп» на пульті керування, після чого закривають вентиль подачі пари.

При експлуатації агрегату для приготування пластівців із фуражного зерна рекомендується виконувати ЩТО, а також періодичні ТО-1 (через кожні 120 год роботи або один раз на місяць) і ТО-2 (через 1440 год або один раз на рік).

Перед початком роботи перевіряють надійність різьбових з'єднань, стан і кріплення контура заземлення, дію всіх механізмів агрегату (вони повинні провертатися плавно, без заїдання і стуків). Після роботи очищають зовнішні поверхні, а в разі потреби також ротор дозатора (крізь лючок).

Під час проведення ТО-1 спочатку виконують операції ЩТО. Крім того, перевіряють і при необхідності регулюють натяг клинопасових передач. Заміряють опір контура заземлення. Перевіряють стан контактів і кріплення клем електроапаратури.

ТО-2 включає всі операції попередніх заходів. Додатково промивають підшипники і повністю замінюють масло, усувають протікання в трубопроводах, арматурі і з'єднаннях. Перевіряють стан оглядових вікон пропарювача (не допускають тріщини, потемніння, пропускання пари), а також ізоляції обмоток електродвигунів (опір їх повинен бути не менше 0,5 мОм).

**Технічна характеристика ПЗ-3А**

Показники	
Продуктивність, т/год	3-5
Встановлена потужність, кВт	36,5
Робочий тиск пари, МПа	0,03-0,07
Температура пари, °С	100-130
Габарити, м	2,1×1,8×4,0
Маса, кг	3550

**Контрольні запитання:**

1. Де і з якою метою використовують агрегати АПК-10А, ПЗ-3А?
2. Назвіть основні елементи агрегатів, охарактеризуйте їх призначення.
3. Поясніть робочий процес агрегатів.
4. Яке комплектуюче обладнання та які комунікації необхідні для забезпечення роботи агрегатів?
5. Що передбачено для можливості проходження крупних коренебульбоплодів у шнек мийки (АПК-10А)?
6. Як регулюють подачу коренебульбоплодів у змішувач та ступінь подрібнення кормів (АПК-10А)?
7. Від яких домішок і якими пристроями очищається зерно (ПЗ-3А)?

## *Лабораторна робота №6*

*Тема: Бункери-живильники та бункери дозатори*

*Мета роботи: Вивчити будову, принцип дії та правила експлуатації бункерів-живильників.*

*Зміст роботи*

- 1. Привести конструктивно-функціональні схеми бункера-живильника та дозатора концентрованих кормів.*
- 2. Конструктивно-функціональна схема бункера-живильника та бункера-дозатора.*
- 3. Технологічні регулювання та заходи по технічному обслуговуванню машин.*
- 4. Основні технологічні характеристики машин.*
- 5. Розрахунок основних параметрів.*

У технологічних лініях кормоприготування балансування сумішок за поживністю здійснюється шляхом дозованої подачі кожного кормового компонента на збірний транспортер, що завантажує їх у змішувач.

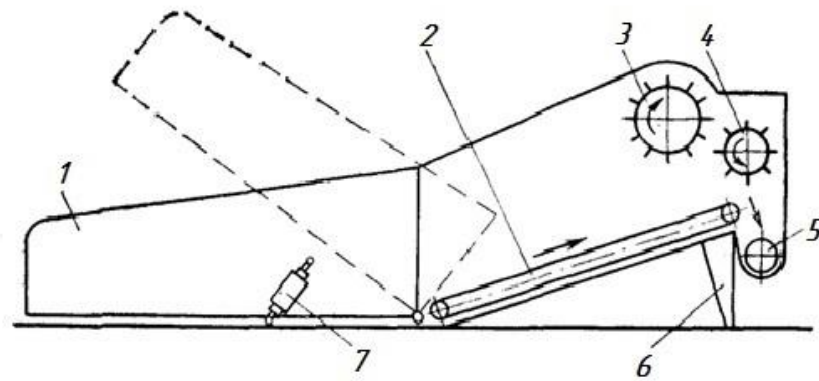
Для приймання, нагромадження і дозованої подачі кормових компонентів на збірний або завантажувальний транспортери використовують бункери-живильники або бункери-дозатори.

До сучасного обладнання такого призначення, що серійно випускається промисловістю, відносяться живильники-дозатори стеблових (ПДК-Ф-3, ПДК-Ф-12 і ПСМ-Ф-50) та грубих (без приймального лотка – ПДК-10) кормів, а також пересувний живильник-дозатор ПДСК-Ф-40. Це уніфікований ряд типорозмірів обладнання, створеного на базі живильника зеленої маси ПЗМ-1,5 (ПЗМ-1,5М). Будова основних конструктивно-функціональних елементів, схема технологічного-процесу, регулювання механізмів та усунення несправностей і операції технічного обслуговування вказаних живильників-дозаторів не мають принципових відмінностей, тому обмежимося розглядом основних питань на прикладі базової моделі ПЗМ-1,5 (ПДК-Ф-12).

**Загальна будова.** Живильник-дозатор має приймальний лоток з гідравлічною системою його підймання (рис. 6.1), конвеєр-живильник шнековий розвантажувальний транспортер та пульт керування.

Живильний конвеєр є головним виконавчим елементом, що забезпечує дозування корму. Він оснащений регулятором рівня завантаження, по-вздовжнім транспортером, зчісувальним (відбійним) і розпушувальним бітерами. Механізм регулювання висоти розміщення зчісувального бітера відносно полотна транспортера дозволяє встановлювати задану норму видачі корму на завантажувальний транспортер. Датчики верхнього і нижнього рівнів у живильнику забезпечують керування завантаженням корму з лотка на конвеєр-живильник. Привод конвеєра здійснюється від електродвигуна через клинопасову і ланцюгову передачі та кривошипно-храповий механізм.





**Рис. 6.1 Конструктивно-функціональна схема живильника-дозатора кормів:**

1 – приймальний лотік; 2 – живильний конвеєр; 3 – зчісувальний (відбійний) бітер; 4 – розпушувальний бітер; 5 – шнековий транспортер; 6 – опора; 7 – гідроциліндр.

**Підготовка до роботи.** Монтаж обладнання, що надходить у вигляді попередньо складених укрупнених блоків, починають з конвеєра-живильника. Спочатку піднімають його автокраном у робоче положення на підставку і до передньої частини прикріплюють опори. Перевіряють, щоб розвантажувальна горловина гвинтового транспортера була розміщена точно між боковинами збірного (завантажувального) транспортера.

Приймальний лотік встановлюють у проектне положення теж за допомогою автокрана. Перед цим надівають на осі спереду лотка правий та лівий кронштейни. Лотік повинен спиратися на фундамент всім днищем. Допустима неспіввісність конвеєра і лотка не повинна перевищувати 5 мм. Після цього суміщують отвори кронштейнів лотка з отворами рами конвеєра і прикріплюють опори до конвеєра болтами.

Гідропривод монтують на горизонтальному фундаменті і з'єднують попередньо промитими та продуваними стисненим повітрям маслопроводами з гідророзподільником. Гідроциліндри розміщують на кульових опорах і стопорять. Потім їх піднімають, встановлюють у гніздо лотка і знову стопорять. Шток гідроциліндра при цьому повинен виходити на 5-10 мм. Опори прикріплюють до фундаменту анкерними болтами. Гідроциліндри з'єднують з гідророзподільником за допомогою маслопроводу і шланга (промитих і продуваних стисненим повітрям).

Перед пуском живильника-дозатора необхідно перевірити:

- відсутність сторонніх предметів в обладнанні та його робочій зоні;
- натяг полотна конвеєра і паралельність його приводного та натяжного валів. Ступінь натягу кожного ланцюга регулюють переміщенням корпусів підшипників веденого вала, щоб при зусиллі 200-250 Н зазор між ланцюгом і кожухом конвеєра становив 10-15 мм;
- натяг ланцюгів привода бітерів та шнекового транспортера, а також паралельність валів вказаних механізмів з приводним валом конвеєра.

Допустиме відхилення від паралельного положення, не повинно перевищувати 1 мм, а радіальне та осьове биття зірочок –0,1 мм на 200 мм їх діаметра. Прогин ланцюга привода нижнього бітера і шнекового транспортера при зусиллі 40 Н має бути в межах 30-35 мм, а ланцюга привода нижнього бітера – 15-20 мм;

- натяг клинопасової передачі та правильність положення шківів (допустиме відхилення в площині не більше 1 мм на 200 мм діаметра). При нормальному натягу прогин паса від зусилля 40 Н повинен дорівнювати 10-12 мм;

- горизонтальність встановлення гідросистеми (допустиме відхилення не більше 0,25 мм), а також співвісність валів електродвигуна та гідронасоса (відхилення не повинно перевищувати 0,03 мм). Усувають відхилення за допомогою регулювальних пластин-прокладок;

- герметичність вузлів і з'єднань гідросистеми випробуванням її під тиском 10 МПа протягом 5 хв при температурі масла 10-55 °С. Наявність підтікання масла не допускається;

- наявність і якість змащування всіх вузлів тертя (при потребі їх змащують).

Після цього встановлюють на місця всю захисну огорожу, здійснюють пробний пуск живильника-дозатора і випробують його вхолосту. Протягом перших 5-6 год експлуатації проводять обкатку обладнання при завантаженні 25-30 % номінального рівня.

**Порядок роботи.** Живильник-дозатор встановлюють на початку відповідної технологічної лінії (кормоцеху, приготування вітамінного борошна, завантаження сінажних башт). Транспортний засіб заднім ходом заїжджає на лотік і розвантажує доставлений корм. Після від'їзду транспортного засобу кнопкою «Пуск» пульта керування включають гідронасос і переводять ручку гідророзподільника в позицію «Піднімання». Приймальний лотік з кормом приблизно за 45 с із горизонтального положення плавно перейде в похиле під кутом 60°. При цьому в будь-якому положенні лотік можна зафіксувати шляхом переведення ручки гідророзподільника в позицію «Нейтраль», що призведе до виключення гідронасоса.

З лотка корм завантажується на полотно живильного конвеєра і подається ним до верхнього зчісувального бітера, що вирівнює шар, який після цього надходить до розпушувального бітера. Попередньо віддозований і розпушений корм рівномірно надходить на поперечний розвантажувальний шнек, а з нього – на збірний або завантажувальний транспортер.

Кількість корму, що подається в технологічну лінію, регулюють зміною швидкості (подачі) полотна повздовжнього конвеєра-живильника, яка узгоджується з висотою розміщення зчісувального бітера. Для цього з лівого боку в приводі конвеєра, що складається з ланцюгової передачі, храпового і ведучого коліс, є механізм регулювання зачеплення храпового колеса. При регулюванні швидкості руху полотна конвеєра відпускають фіксатор ручки на секторі і встановлюють зірочку з кривошипом так, щоб верхня собачка

храпового колеса була в крайньому лівому положенні. Обертаючи трубу регульовальної стяжки переміщують щиток доти, поки він не виведе нижню собачку із зачеплення з колесом. Рукоятку механізму регулювання встановлюють на секторі в положення, яке відповідало б кількості зубців храпового колеса, що знаходиться в зачепленні з собачкою при обертанні зірочки з кришипом.

При подачі корму конвеєром-живильником крізь зазор між відбійним бітером і полотном зможе пройти шар лише визначеної висоти, а решта корму зчісується бітером. Для встановлення відповідної подачі корму передбачено регулювання величини вказаного зазору і при опусканні бітера подача зменшується, а при підніманні зростає. Регулюють положення бітера за допомогою домкрата.

Звільнений від корму приймальний лотік опускається у вихідне горизонтальне положення під дією сили тяжіння при переведенні ручки гідророзподільника в позицію «Опускання». Технічна характеристика бункерів-живильників та бункерів-дозаторів наведена в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

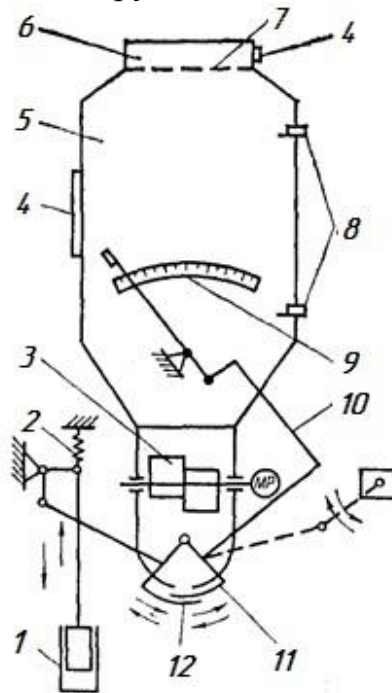
**Технічна характеристика бункерів-живильників та бункерів-дозаторів**

Показники	КТУ-40	ПСМ-Ф-50	ПДСК-Ф-40	ПДСК-Ф-12 (ПЗМ-1,5)	ПДСК-3	ПДСК-10
Подача, т/год: зеленої маси	7-40	До 40	6,5-50	До 18	–	3-25
силосу, сінажу	–	5-20	3,5-20		0,8-5	–
грубих кормів	–	До 12	2-12	–	–	–
Місткість бункера, м <sup>3</sup>	10	28,45,70	45	35	38	30
Потужність привода, кВт	7,5	26	25	10	19	4
Питома енергоємність, кВт-год/т	0,2-1,1	0,8-5	0,5-2	0,6-20	1,8-23	1,3
Нерівномірність видачі, %	18-35		–	10	10	10-38
Маса, кг	2400	4500, 6500, 11000	6850	4100	4900	4300

**Дозатор комбікормів ДК-10** призначений для приймання комбікормів з живильника або бункера і дозованої подачі їх, у поточну лінію кормоцеху.

До складу дозатора входять бункер **5** (рис. 6.2) місткістю 0,5 м<sup>3</sup> сітка **7**, приймальна горловина **6**, датчик рівня **8**, шкала **9**, щільний дозувальний

пристрій з електромагнітом **1** та заслінкою **12**, пруткова ворушилка **3**, дозувальна заслінка **11**, електропривод ворушилки.



**Рис. 6.2 Конструктивно-функціональна схема дозатора ДК-10:**

1 – електромагніт; 2 – пружина; 3 – ворушилка; 4 – оглядове вікно; 5 – бункер; 6 – приймальна горловина; 7 – сітка; 8 – датчики рівня; 9 – шкала; 10 – важіль; 11 – дозувальна заслінка; 12 – оперативна (робоча) заслінка.

Після завантаження бункера-дозатора **5** комбікормами включається електропривод ворушилки, а електромагніт **1** відкриває нижню оперативну заслінку **12**, переміщуючи її вліво до упору.

Попередньо дозувальну заслінку **6** встановлюють на необхідну витрату комбікорму з бункера-дозатора за шкалою **9** вручну важелем **10** або дистанційно з пульта. Під час обертання ворушилки комбікорми рівномірно висипаються по перерізу вивантажувального вікна (60-300 мм). При зупинці дозатора вимикається електромагніт і заслінка під дією пружини **2** закриває вивантажувальне вікно.

Величину необхідної витрати комбікорму встановлюють за шкалою **9** за даними попереднього тарування.

Для підтримування необхідного рівня завантаження бункера (400-1000 мм) встановлено датчики рівня.

Таблиця 6.2

**Технічна характеристика датчика ДК-10**

Показники	
Продуктивність, т/год	0,1-8
Об'єм бункера, м <sup>3</sup>	0,5
Точність дозування, %	5
Потужність привода, кВт	1,1
Частота обертання ворушилки, хв <sup>-1</sup>	40

**Технічне обслуговування.** У процесі експлуатації живильника-дозатора передбачено проведення ЩТО, а також періодичних ТО-1 (через кожні 120 год роботи) і ТО-2 (через 1440 год роботи).

При ЩТО очищають зовнішні поверхні живильника від решток корму, перевіряють стан і кріплення контура, заземлення, відсутність підтікання масла в місцях з'єднань трубопроводів гідросистеми. Перевіряють також стан полотна конвеєра, захисних огорож приводних механізмів.

ТО-1 починають з операцій ЩТО. Крім того, очищають приймальний лотік і полотно конвеєра від налиплого корму. Очищають і перевіряють стан витків шнека. Тріщини і деформація не допускаються. Перевіряють рівень і при необхідності доливають масло (*ДС-8* або *ДС-11*) у бак гідросистеми. Перевіряють і в разі необхідності регулюють натяг полотна конвеєра, ланцюгових та клинопасової передач. Перевіряють стан підшипникових вузлів, деталей храпового механізму, пальців бітерів і кріплення дисків бітера до вала. Змащують рухомі з'єднання. Після встановлення захисних огорож перевіряють роботоздатність механізмів живильника.

ТО-2 включає всі операції попередніх заходів. Додатково знімають приводні ланцюги, миють і проварюють їх у відпрацьованому маслі. Промивають бак, фільтр, деталі і механізми гідросистеми, заправляють її свіжим маслом. Відновлюють пошкоджені місця захисного фарбування живильника.

#### **Контрольні запитання:**

1. Де і з якою метою використовують бункери-живильники ПЗМ-1,5А і ДК-10?
2. Основні елементи бункера-живильника і їх призначення.
3. Поясніть принцип дії бункера-живильника (бункера-дозатора).
4. Як регулюють норму подачі корму?
5. За якою ознакою (маса, об'єм) здійснюється регулювання видачі корму?
6. Які (елементи і яким чином сприяють рівномірності видачі корму?

## Лабораторна робота №7

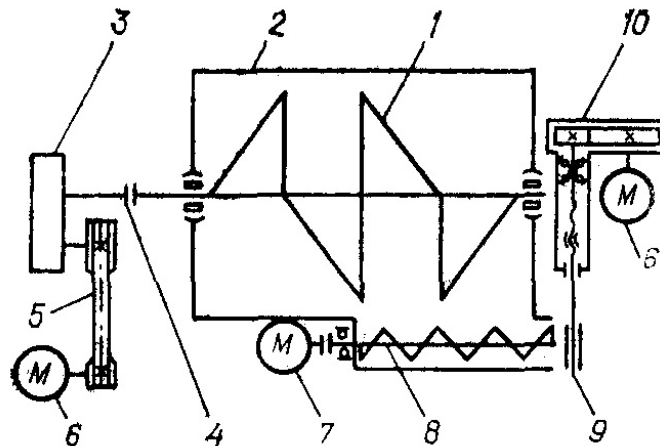
**Тема:** *Машини для запарювання та змішування кормів.*

**Мета роботи:** *Вивчити призначення, будову, принцип дії та основні регулювання агрегатів для запарювання та змішування кормів.*

*Зміст роботи:*

- 1. Призначення машин.*
- 2. Конструктивно-функціональна схема машин для запарювання і змішування кормів..*
- 3. Технологічні регулювання та заходи по технічному обслуговуванню машин.*
- 4. Основні технологічні характеристики машин.*
- 5. Розрахунок основних параметрів.*

**Змішувач кормів одновальний СКО-Ф-6 (СКО-Ф-3)** має два виконання: для використання у комплекті обладнання кормоцехів (СКО-Ф-6-1) та як самостійної машини (СКО-Ф-6-11).



**Рис. 7.1 Структурно-кінематичне схема змішувача кормів СКО-Ф-6 (СКО-Ф-6):**

1 – мішалка; 2 – корпус; 3 – редуктор; 4 – муфта; 5 – клинопосова передача; 6 – електродвигун; 7 – мотор-редуктор; 8 – розвантажувальний шнек; 9 – засувка; 10 – привод засувки.

Змішувач складається з корпуса (рис. 7.1), мішалки, паророзподільника, розвантажувального шнека, електропривода та шафи керування.

Корпус – це місткість для приготування кормів і водночас база, на якій встановлюється більшість вузлів і механізмів агрегату. Зверху корпуса є завантажувальний та оглядовий люки, що закриваються кришками. Оглядовий люк оснащений кінцевим вимикачем, який відключає електродвигун у випадку відкриття кришки. У нижній частині корпуса розміщений розвантажувальний шнек, що приводиться в дію за допомогою мотор-редуктора. У торцевих стінках корпуса вварені зрошувачі, через які у змішувач подається вода. До корпуса приварена рама привода мішалки.

Мішалка є головним робочим органом змішувача. Вона призначена для перемішування компонентів при приготуванні кормових сумішок і переміщення їх у зону розвантаження. Мішалка являє собою трубчастий вал, до якого приварені стояки та косинці. До стояків, у свою чергу, приварені витки. Цапфи вала спираються на підшипники, закріплені на торцевих стінках корпусу. Підшипники захищені від вологи гумовими ущільненнями з притискними фланцями. Мішалка приводиться в дію від електродвигуна через клинопасову передачу та редуктор.

Паророзподільник включає трипозиційний кран, з'єднувальний фланець, магістральну трубу і три патрубки. Останні одним кінцем вварені в корпус змішувача, а на протилежному кінці мають заглушки. Заглушки на патрубках, а також на магістральній трубі призначені для очищення від корму паророзподільника. Температуру корму під час запарювання контролюють за показником (термометром), встановленим на торцевій стінці корпусу. Шкала термометра пофарбована в три кольори: сектор 40-75 °С – білий, 75-95 °С – зелений і 95-120 °С – червоний.

На вивантажувальній горловині розвантажувального шнека є засувка, що відкриває або закриває горловину. Система керування засувкою складається з корпусу, в якому на роликах встановлено вал, що приводиться в дію від електродвигуна через зубчасту передачу. Гвинтовою частиною вала за допомогою гайки переміщується шток, з'єднаний із засувкою. Для розвантаження готової кормової сумішки включають електродвигун привода засувки. При цьому шток піднімається уверх разом із засувкою, розвантажувальна горловина відкривається. Коли засувка досягає крайнього верхнього положення, важіль штока натискає на ролик кінцевого вимикача, зупиняє електропривод засувки і одночасно включає привод розвантажувального шнека.

До складу електрообладнання змішувача входять шафа керування, електродвигуни приводів мішалки та засувки, мотор-редуктор привода розвантажувального шнека і кінцеві вимикачі.

Підготовку до роботи виконують у такій послідовності. Змішувач встановлюють у закритому приміщенні висотою не менше 4 м на рівному фундаменті із задалегідь приготовленими прямками для завантажувального і розвантажувального транспортерів. Завантажувальний транспортер з'єднують із змішувачем через перехідник за допомогою болтів. Після цього змішувач підключають до водо- і паропроводів, встановлюють на ньому термометр. Шафу керування підключають до електромережі. Обладнують заземлення відповідно до діючих вимог.

Після закінчення монтажних робіт перевіряють надійність різьбових кріплень, натяг клинопасової передачі (прогин паса від зусилля 95 Н повинен бути не більш 12 мм), наявність масла в підшипниках і редукторах.

Регулюють крайні положення розвантажувального шибера. Для цього повністю закривають, а потім повністю відкривають розвантажувальну горловину. Кінцеві вимикачі закріплюють так, щоб шток мав запаси ходу вниз і вверх по 1,5-2 мм. Щоб перевірити вимикання привода розвантажувальної

засувки при відкритті горловини, прокручують рукоятку вала редуктора і піднімають шибера на величину робочого ходу. При цьому важіль штока повинен натиснути на кінцевий вимикач, який відключить електропривод засувки і включить привод розвантажувального шнека.

Кінцевий вимикач біля оглядового люка регулюють так, щоб при відкриванні його кришки контакти вимикача розривали електричний ланцюг керування змішувачем.

Перед обкаткою змішувач очищають від бруду та предметів, що випадково потрапили в корпус, змащують вузли і механізми тертя. При відключеному живленні електродвигунів прокручують мішалку від руки (за клинопасову передачу). Вона повинна провертатися без поштовхів і заїдання.

Далі обкатують змішувач без навантаження протягом 1,5-2 год при такій послідовності включення механізмів: змішувач – завантажувальний транспортер – розвантажувальний транспортер, а потім привод розвантажувальної засувки. Виключають їх у зворотному порядку. Під час обкатки перевіряють обертання мішалки і розвантажувального шнека. Виявлені несправності відразу усувають. Пересвідчившись у правильній взаємодії всіх механізмів змішувача, починають обкатку його під навантаженням.

Для приготування кормових сумішок спочатку включають привод мішалки. Потім завантажувальним транспортером подають у змішувач необхідні кормові компоненти. При досягненні заданого рівня (0,7-0,8 загального об'єму змішувача) завантажувальний транспортер автоматично відключається. У випадку приготування запарених кормів; відкривають триходовий кран на паропроводі і подають пару у змішувач. Завантажувальна горловина і оглядовий люк при цьому повинні бути щільно закритими. Температуру пари (90-95 °С) контролюють за термометром.

Після закінчення запарювання триходовий кран переводять спочатку у таке положення; щоб у паророзподільник надійшла вода, а потім його перекривають повністю. Це запобігає надходженню корму в паророзподільні патрубки. Зволожують корм через зрошувач.

Розвантажувати готову кормову сумішку можна через 10-15 хв перемішування (після подачі у змішувач останнього компоненту). Для видачі корму натискають пускову кнопку керування засувкою розвантажувальної горловини. Після відкриття шибера кінцевий вимикач автоматично відключає привод засувки і включає мотор-редуктор привода розвантажувального шнека. Закінчивши видачу корму, натискають кнопку зворотного ходу шибера, привод якого автоматично відключається після повного закриття розвантажувальної горловини. Розвантажувальний шнек зупиняють натисканням відповідної кнопки на пульті керування.

У процесі експлуатації змішувача виконують щоденне та періодичні ТО-1 (через 120 год роботи) і ТО-2 (через 720 год) технічні обслуговування.

Перед початком роботи перевіряють справність захисного заземлення, стан захисної огорожі, а також надійність різьбових кріплень. Після закін-



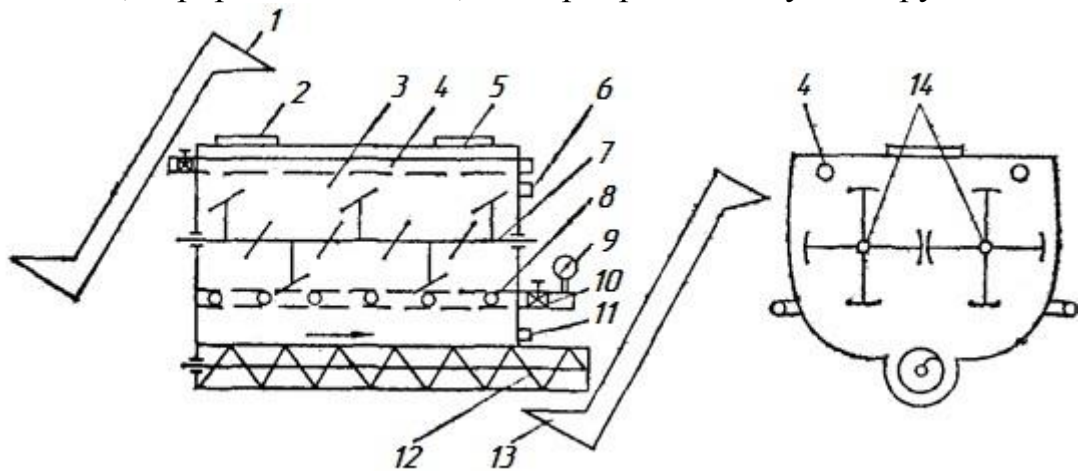
чення роботи промивають теплою водою і очищають від бруду зовнішні поверхні змішувача.

ТО-1 починають з проведення операцій ЩТО. Крім того, перевіряють натяг клинопасової передачі, стан ізоляції обмоток електродвигунів (опір їх повинен бути не менше 0,5 мОм) та опір контура заземлення (не повинен перевищувати 4 Ом). Змащують вузли і механізми змішувача відповідно до рекомендацій. Потім пробним пуском перевіряють роботоздатність змішувача. Виявлені несправності усувають.

При ТО-2 виконують всі операції попередніх заходів. Додатково перевіряють стан всіх елементів змішувача спочатку при відключеній напрузі, а потім на холостому ході і в робочому режимі. Замінюють масло у редукторах. Відновлюють пошкоджені місця захисного фарбування зовнішніх поверхонь змішувача.

**Запарник-змішувач С-2** призначений для приготування сирих або запарених коренеплодно-концентратних сумішок вологістю 65-80 % та вивантаження їх у транспортні засоби. Він використовується у складі технологічних ліній кормоцехів серії КЦС або як самостійний агрегат, укомплектований завантажувальним та розвантажувальним конвеєрами.

Змішувач має завантажувальний та розвантажувальний конвеєри (рис. 7.2), металевий бункер **3** з двома лопатевими мішалками **7**, вивантажувальним шнеком **12**, паророзподільник **8**, електропривод та пульт керування.



**Рис.7.2** Конструктивно-функціональна схема запарника-змішувача С-2:

1 – завантажувальний конвеєр; 2 – завантажувальний люк; 3 – бункер (робоча камера); 4 – трубопровід; 5 – люк; 6 – заглушка; 7 – лопатеві мішалки; 8 – паророзподільник; 9 – манометр; 10 – паровий кран; 11 – зливний патрубок; 12 – вивантажувальний шнек; 13 – розвантажувальний конвеєр; 14 – вали мішалки.

Кормові компоненти конвеєром **1** завантажують у бункер **3** через люк **2**. Максимально допустиме завантаження не повинно перевищувати 0,8 його місткості для сумішок вологістю більше 70 % і 0,7 його місткості при волого-

сті менше 70 %. При потребі в процесі змішування у кормосумішку добавляють воду крізь трубопроводів 4.

Змішують кормові компоненти лопатевими мішалками 7 протягом 10-15 хв, потім готову сумішку вивантажують, шнеком 12 на конвеєр 13, а ним – у роздавачі

Вивантажувальний шнек 12 включають за допомогою кулачкової муфти при працюючих мішалках. При цьому одночасно із шнеком включається і вивантажувальний конвеєр 13. Оскільки вони заблоковані кінцевим вимикачем, таке блокування виключає можливість забивання вивантажувального люка. Вивантажувальний конвеєр можна включати також кнопкою пускача з пульта керування. Після вивантаження сумішки спочатку вимикають шнек, а потім конвеєр, коли він повністю звільниться від корму.

Якщо необхідно запарити картоплю або всю сумішку, їх завантажують у бункер, зачиняють люки 2 та 5 і в паророзподільник 8 подають пару, а заглушки 6 відкривають. Тиск пари в мережі (контролюється манометром 9) не повинен перевищувати 0,06 МПа. Тривалість запарювання картоплі становить 40-50 хв, а витрати пари на 1 т – 160-200 кг. Поява пари крізь зливні патрубки 11 вказує на те, що картопля запарена. Тоді закривають кран 10 і припиняють подачу пари. Після цього картоплю витримують 8-10 хв у бункері, щоб залишки пари конденсувалися, а конденсат злився у каналізацію.

Включають вивантажувальний конвеєр, мішалки, вивантажувальний шнек і вивантажують картоплю.

Якщо картоплю необхідно використовувати у кормовій суміщі, то її спочатку запарюють, потім добавляють інші необхідні компоненти, перемішують їх і вивантажують вже готову кормову сумішку. Через відсутність м'яльного апарата картопля розминається не дуже якісно.

Здобрування кормів рідкими розчинами або розбавлення водою відбувається у процесі змішування крізь трубопровід.

Люк 5 призначений для технічного обслуговування та ремонту змішувача. Він закривається решіткою, заблокованою з кінцевим вимикачем. При знятій решітці включити запарник-змішувач неможливо.

Крім змішувача С-2 промисловість випускає змішувачі С-7 та С-12, у яких більша місткість і вивантажувальний люк має механізовану заслінку.

Технічне обслуговування виконують у такій послідовності. За допомогою скребків, лопати та води очищають від залишків корму та бруду внутрішні та зовнішні поверхні змішувача; перевіряють і при необхідності підтягують різьбові з'єднання, кріплення заземлення; очищають датчик термометра від залишків корму та промивають його водою.

При періодичному обслуговуванні перевіряють кріплення лопатей, електродвигуна та редуктора привода змішувача, натяг клинопасових та ланцюгових передач, стан ізоляції обмоток електродвигуна. Змащують змішувач відповідно до карти мащення.

Технічна характеристика змішувачів наведена у табл. 7.1.

**Технічна характеристика змішувачів**

Показники	С-2	С-7	С-12	СКО-Ф-6
Місткість, м <sup>3</sup>	2,5	7	12	6
Продуктивність, т/год:				
із запарюванням	2	2,9	5	5
без запарювання	6	9	10	10
Діаметр лопатей, мм	1000	1220	1600	1800
Частота обертання мішалки, об/хв	5,8	6	3,7	18
Частота обертання вивантажувального шнека, об/хв	57	52	41	40
Продуктивність при розвантаженні, м <sup>3</sup> /год	40	40	40	40
Встановлена потужність, кВт	7,7	11,3	13,6	9,4
Тиск пари на виході у паропровід, МПа	До 0,06			
Маса змішувача, кг	2875	3100	6100	3000

**Контрольні запитання:**

1. Де і з якою метою використовують змішувачі СКО-Ф-6, С-2?
2. Основні елементи машини і їх призначення.
3. Поясніть робочий процес машини.
4. Як регулюють і контролюють ступінь запарювання корму в СКО-Ф-6 та С-2?
5. У якій послідовності завантажують компоненти у змішувач?
6. Які запобіжні пристрої і з якою метою передбачено в агрегаті?
7. Яке комплектує обладнання і які комунікації необхідні для забезпечення роботи машини?
8. Як регулюють якість (рівномірність) змішування компонентів?
9. Від чого залежить тривалість циклу приготування однієї порції сумішки?

## *Лабораторна робота №8*

*Тема: Обладнання для пресування кормів.*

*Мета роботи: Вивчити призначення, будову, принцип дії та основні регулювання обладнання для пресування кормів.*

*Зміст роботи:*

- 1. Призначення обладнання.*
- 2. Конструктивно-функціональна схема машини для пресування кормів.*
- 3. Технологічні регулювання та заходи по технічному обслуговуванню машини.*
- 4. Основні технологічні характеристики машин.*
- 5. Розрахунок основних параметрів.*

**Обладнання ОГМ-0,8Б, ОГМ-1,5А та ОПК-2А** призначене для приготування гранул із вітамінного борошна їх використовують переважно у комплекті з агрегатами АВМ-0,65 та АВМ-1,5. Обладнання ОПК-2А виготовляється в чотирьох виконаннях: універсальне для гранулювання вітамінного борошна і комбікормів, а також брикетування трав'яної січки і кормових сумішок (ОПК-2А); для гранулювання вітамінного борошна і комбікормів (ОПК-2А-1); для гранулювання та подрібнення гранул (ОГЩ-2А-1ск); для брикетування трав'яної січки і кормових сумішок (ОПК-2А-2).

Всі комплекти обладнання подібні за конструктивно-функціональними рішеннями і відрізняються лише типорозмірами, а також конструктивними особливостями деяких механізмів. Тому розглянемо один з комплектів – обладнання для гранулювання трав'яного борошна ОГМ-1.5А.

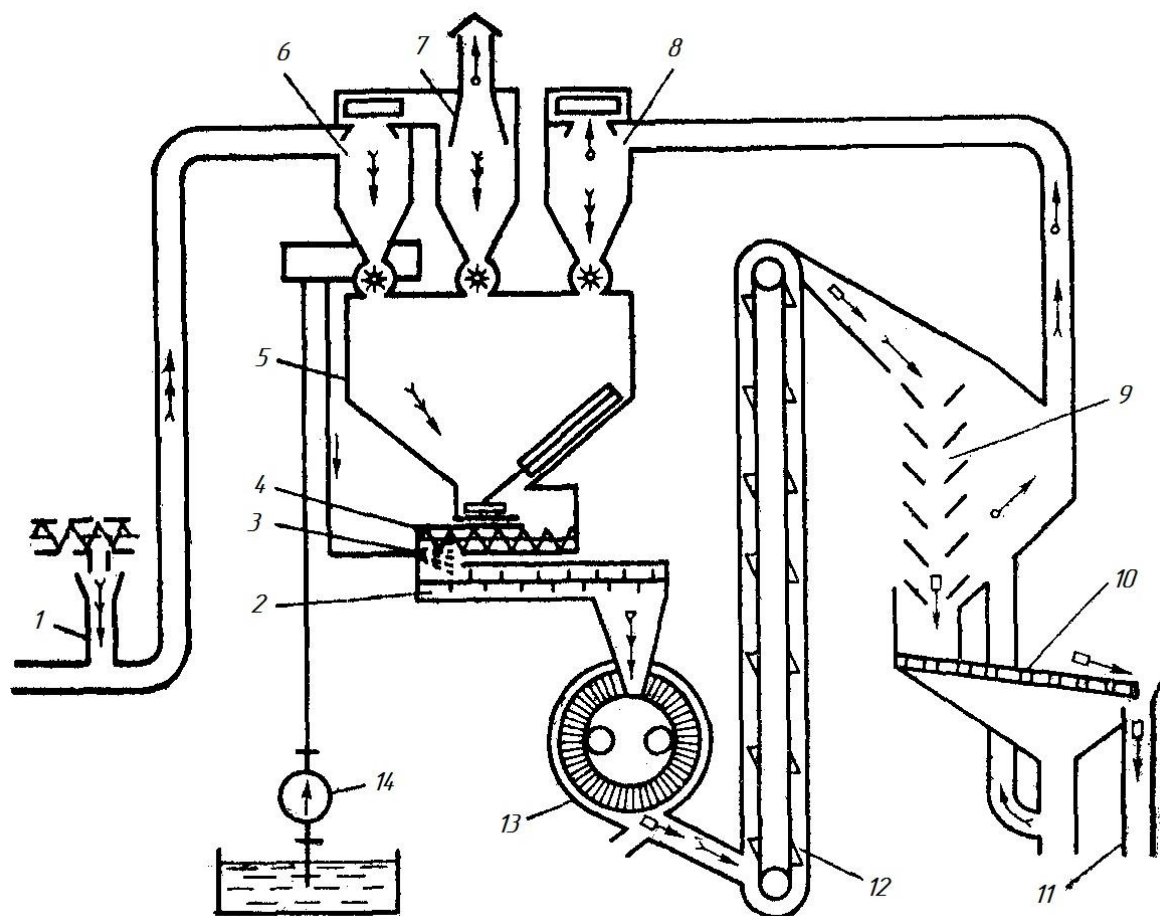
**Загальна будова.** Обладнання складається з гранулятора, що об'єднує прес, змішувач і шнековий дозатор, шнекового транспортера, бункера борошна, норії гранул, охолодника-сортувальника, пневмосистеми відведення крихти (борошна) і охолодження гранул, системи введення води, електрообладнання (рис. 8.1).

Гранулятор – де самостійна складова частина обладнання. Він призначений для дозування борошна, перемішування його після зволоження водою або парою та гранулювання. Основний робочий орган гранулятора – кільцево-матричний прес.

Кільцева матриця виготовлена з легованої високоміцної сталі, має радіальні калібровані відполіровані отвори (гранулятор укомплектований матрицями з діаметром отворів 8, 10, 12 і 16 мм). Матриця сегментами прикріплена до фланця тихохідного вала редуктора. До торця матриці кріпиться приймач, який разом з внутрішньою порожниною матриці утворює камеру пресування. Всередині кільця матриці змонтовано пристрій із двох вальців, а зовні закріплено ніж.

Пресуючі вальці – це котки, виготовлені з легованої високоміцної сталі, розміщені між двома плитами, встановленими на шліцах осі, яка виходить в камеру пресування крізь отвір у тихохідному валу. Вальці обертаються на

роликів підшипниках навколо ексцентрикової осі. На поверхні котка є на-  
січка.



**Рис. 8.1** Конструктивно-функціональна схема гранулятора  
ОГМ-1,5А:

1 – забірник борошна; 2 – змішувач; 3 – розпилювач; 4 – дозатор; 5 – бункер;  
6,7,8– циклони; 9 – охолодна колонка; 10 – сортувальник; 11 – відбірник гра-  
нул; 12 – норія; 13 – прес; 14 – насос.

На кінцях ексцентрикових осей вальців жорстко закріплені втулки, які можуть вільно обертатися в отворах плит. Втулки мають шліцьовані кінці, на яких встановлені важелі. Положення останніх фіксується двома гвинтами, за допомогою яких регулюють зазор між матрицею і вальцями. Величина цього зазора повинна бути в межах 0,2-0,5 мм. Якщо при повертанні важеля до крайнього положення не вдається встановити потрібний зазор, то важіль переставляють в інше положення і регулювання повторюють.

Ніж, закріплений гайкою на осі, призначений для обламування гранул, що видавлюються крізь радіальні отвори матриці.

Прес гранулятора закривається кожухом із двома рукавами знизу для виходу гранул. Кожух, начеплений на петлях, ущільнюється за допомогою гумового шнура і притискується до щита замками.

Змішувач безперервної дії переміщує борошно після його зволоження (водою, паром тощо) і одночасно переміщує суміш вздовж осі. Він являє со-

бою горизонтальний циліндричний кожух із вхідним і розвантажувальним патрубками. Робочий орган змішувача – лопатева мішалка, що приводиться в дію через клинопасову передачу від електродвигуна. Збоку кожуха є люк із кришкою для технічного обслуговування (очищення) змішувача. У розвантажувальному патрубку змішувача встановлено механізм автоматичної зупинки електропривода дозатора на випадок забивання преса. До механізму належать заслінка, важіль і кінцевий вимикач. При завалі прес-камери борошно натискає на заслінку, яка, повертаючись через важіль, діє на вимикач. Останній відключає електродвигун, дозатор зупиняється і припиняє подачу борошна в змішувач.

Дозатор забезпечує рівномірну подачу борошна у змішувач. Це горизонтальний кожух циліндричної форми з вхідним і вихідним патрубками. Робочий орган дозатора – шнек, одним кінцем жорстко з'єднаний з горизонтальним валом конічного редуктора. Зверху кожуха є люк із дверцями для очищення дозатора від залишків борошна.

Бункер призначений для нагромадження борошна і вирівнювання навантаження на прес, оскільки агрегати типу АВМ не забезпечують рівномірної подачі вітамінного борошна. Бункер виконаний у вигляді вертикального циліндра з трьома люками в кришці. Нижня частина бункера переходить у конус, з'єднаний з руйнувачем склепінь. Контроль борошна в бункері забезпечують сигналізатори рівня, один з яких встановлено на кришці, а другий – на конічній частині. Бункер має три отвори, за допомогою яких кріпиться до фундаменту.

Норія з відцентрово-гравітаційним розвантаженням (НЦГ-10) – це ковшовий вертикально-транспортний механізм, призначений для піднімання гранул від преса в охолодник-сортувальник. Останній монтується із сортувального стану та охолоджувальної колонки.

Охолодник-сортувальник включає приймальну камеру, дві камери для охолодження гранул, камеру дозування, решітний стан з приводом, відбірник гранул.

Система вентиляторів з циклонами і шлюзовими затворами забезпечує пневмотранспортування борошна з агрегатів типу АВМ до бункера; створює повітряний потік, що охолоджує гранули і одночасно з цим відсмоктує з охолодника незгранульовані частки борошна, дрібну крихту та пил і повертає їх до бункера на повторне гранулювання.

До складу системи введення води входять бак з механізмом автоматичного наповнення, електромагнітним вентилям і краном, а також водопокажчик і розпилювач. Всі ці елементи з'єднані між собою за допомогою гнучких гумових шлангів.

Електрообладнання складається із силової шафи та шафи керування, в якій змонтована апаратура керування, захисту, сигналізації і контролю.

Підготовку до роботи обладнання виконують так: розконсервують і перевіряють надійність різьбових з'єднань, кріплення матриці до головного валу і напрямних лопатей до плит;

регулюють натяг приводних пасів, ланцюга і стрічки норії (від зусилля 40 Н прогин паса повинен становити 14 мм, стрічки норії – 35 мм, провисання неробочої вітки ланцюга – 8 мм);

встановлюють варіаторний пас і, пересуваючи електродвигун на плиті змішувача до моменту початку стискування пружини на шківі редуктора, регулюють міжцентрову відстань варіатора (пас повинен розміщуватись на повністю зімкненому шківі редуктора і повністю розімкненому шківі електродвигуна. Висота пружин має бути в межах 75-80 мм);

перевіряють рівень і при необхідності доливають масло в редуктори, змащують всі вузли і механізми тертя. Підшипники ролера змащують після початку роботи преса;

виводять із контакту і регулюють зазор між матрицею і пресувальними вальцями;

знімають захисний чохол з електрошафи, встановлюють на ньому амперметр і вольтметр, підключають шафу до електромережі;

відкривають трубопроводи-забірники, а також вихлопні труби вентиляторів.

Після цього проводять обкатку окремих механізмів обладнання вхолосту протягом 10-15 хв, перевіряючи температуру нагрівання підшипників і пересвідчуючись у відсутності вібрації та стуків. Потім перевіряють роботу системи подачі води. Тумблером включають систему автоматичного керування насосом. Якщо рівень води нижче нижнього датчика, насос повинен включатися. При наповненні бака до верхнього рівня (датчика) насос повинен автоматично відключатися. Далі від'єднують шланг від розпилювача і перевіряють роботу електромагнітного вентиля. Потрібно, щоб при натисканні на кінцевий вимикач, встановлений на змішувачі, відключався електропривод дозатора і включався дзвінок, а магнітний клапан перекривав подачу води в розпилювач. Після включення дозатора магнітний клапан має знову відкритися для подачі води.

Перевіряють також роботу контрольних приладів рівня борошна в бункері. При натисканні на мембрану верхнього сигналізатора на електрошафі лампочка «Повний» повинна загоратися, а при відсутності – гаснути. І навпаки, при натисканні на нижній сигналізатор лампочка «Порожній» повинна гаснути, а при відпусканні – загоратися.

Регулюють довжину тяг, що з'єднують дозувальні заслінки із заслінкою приймальної камери охолоджувальної колонки так, щоб заслінка під дією власної ваги та ваги регулювального тягаря закривали щілину виходу гранул, але не лягали на дно, яке вібрує. Заслінку в приймальній камері встановлюють у вертикальне положення.

З метою припрацювання вузлів та механізмів нове обладнання обкатують під навантаженням протягом 5-6 днів. Коли охолоджувальна камера заповнюється гранулами, остаточно встановлюють положення тягаря, з'єданого з тягами дозувальних заслінок. Після обкатки обладнання замі-

нюють масло в редукторах і промивають підшипники пресувальних вальців, регулюють зазор між матрицею і вальцями.

**Порядок роботи.** Перед пуском обладнання в роботу перекривають вихід гранулам у норію заслінкою на розвантажувальній горловині кожуха преса. Встановлюють перемикач режимів на шафі керування в положення «Робота» і включають рубильник, За показами вольтметра визначають напругу і при достатньому її рівні кнопкою «Пуск» подають напругу в ланцюг керування, а тумблером «Дзвінок» включають звуковий сигнал.

Включають мотор-редуктор привода шлюзових затворів та електродвигун вентилятора завантаження борошна і наповнюють конічну частину бункера. За допомогою насоса подають воду в бак.

Потім включають приводи норії і преса. Встановлюють мінімальну подачу води на розбризкувач і включають змішувач, а потім дозатор. За допомогою варіатора встановлюють шнек на мінімальну частоту обертання шнека (мінімальну подачу) дозатора. Навантаження електродвигуна преса контролюють за показами амперметра. Якщо вони перевищують 120 А, виключають дозатор, а після зниження навантаження знову включають його. І так повторюють до нагрівання матриці і стабілізації навантаження на приводі преса. Поступово збільшуючи подачу борошна і відповідно води, завантажують прес до номінального рівня, що відповідає показам амперметра 134 А.

Через заслінку лотка, що з'єднує горловину кожуха преса з норією спостерігають за якістю гранул. Якщо вони порівняно тверді, але між ними є значна доля незгранульованого борошна, збільшують подачу води. Слід пам'ятати, що додавання води вплине на якість гранул через певний час. Поступовим збільшенням подачі води досягають такого режиму роботи преса, при якому кількість незгранульованого борошна мінімальна, а поверхня гранул при цьому залишається блискучою. Якщо ж гранули мають шорстку поверхню, то це вказує на надмірне зволоження борошна. У такому разі зменшують подачу води або за допомогою варіатора поступово збільшують подачу борошна (якщо є відповідний резерв потужності привода преса).

Включають вентилятор охолодника і привод решітного стану. Гранули на решітний стан повинні надходити лише після заповнення охолоджувальної колонки. Це досягається зміною положення тягарця на важелі, з'єднаного з тягами регулювання дозувальних заслінок. Правильне положення тягарця забезпечує вихід гранул з охолоджувальної колонки на решітний стан безперервним пульсуючим потоком. Якщо цей потік періодично переривається, тягарець пересувають ближче до осі верхньої заслінки; коли ж рівень гранул в колонці поступово знижується, тоді тягарець пересувають до краю важеля.

Зупиняють обладнання після закінчення роботи у певній послідовності. Спочатку за допомогою варіатора встановлюють мінімальну частоту обертання шнека (мінімальну подачу) дозатора. Потім виключають механізми, перекривають канали або трубопроводи у послідовності, протилежній введенню їх у дію. Після повної зупинки обладнання знімають напругу з елект-



рошафи, для чого відключають автомат (рубильник) розподільного ящика, і виконують чергове технічне обслуговування.

У процесі експлуатації обладнання для ущільнення кормів не рекомендується залишати на тривалий час у матриці гранули та неочищеними робочу камеру і пресувальні вальці. Зволожені водою чи паром борошно і гранули розбухають, що утруднює наступний пуск преса і часто призводить до зрізання запобіжного штифта. Крім того, поверхні робочих органів, а також отвори матриці іржавіють.

Не слід допускати довгочасної роботи обладнання вхолосту. Це веде до перегрівання підшипників і значного спрацювання робочих поверхонь матриці та вальців.

Для повертання матриці вручну (при налазці і технічному обслуговуванні) у муфті преса передбачено кілька отворів. Повертання її шляхом короткочасних включень електропривода призводить до зрізування запобіжних штифтів та виходу з ладу електрообладнання.

Підшипники пресувальних вальців доцільно змащувати при робочій температурі, оскільки після їх охолодження мастило гірше заповнює відповідні порожнини.

**Технічне обслуговування.** При експлуатації обладнання для пресування кормів проводять щозмінне (на початку та в кінці зміни), а також періодичне (через кожні 240 год роботи) технічні обслуговування.

Перед початком роботи перевіряють рівень борошна в бункері та масла в редукторах, надійність різьбових з'єднань, натяг приводних пасів, ланцюгів, а також стрічки норії, ступінь забивання отворів решітного стану гранулами (у разі необхідності очищають його), налипання борошна на робочі органи і в корпусі змішувача та дозатора (при потребі їх очищають через спеціальні вікна в корпусах).

Перевіряють надійність роботи системи подачі води. Для цього знімають розпилювач і при необхідності прочищають його сопло, відкривають кран (вода не повинна надходити) і на короткий час включають привод дозатора, щоб пересвідчитися в дії електромагнітного клапана. При працюючому електродвигуні привода дозатора клапан повинен пропускати воду, а після вимикання двигуна – перекривати подачу води.

У процесі роботи через кожні 4 год змащують підшипники пресувальних вальців. Після закінчення зміни очищають обладнання і майданчик навколо нього від решток борошна, крихти, пилу; змащують підшипники; перевіряють і при потребі регулюють зазор між матрицею та пресувальними вальцями; зливають воду із системи подачі, якщо температура навколишнього середовища нижче 0 °С.

При періодичному ТО очищають внутрішні поверхні технологічних елементів обладнання, промивають фільтр системи змащування преса, змащують механізми або замінюють масло в редукторах.

Пресувальні вальці повністю розбирають, промивають їх деталі гасом, потім знову складають. Осьовий зазор у підшипниках регулюють до встанов-

лення торцевих кришок з манжетами у такій послідовності. Закручують регулювальну гайку доти, поки при обертанні осі вальця рукою не відчуватиметься збільшення опору обертанню. Відкручують гайку на 1/10 оберта (що відповідає осьовому зазору в підшипниках 0,12-0,2 мм) і стопорять гайку гвинтом. Наповнюють порожнини підшипника маслом *ЦИАТИМ-203* або прес-солідолом Сі ставлять на місце торцеві кришки з манжетами.

Встановлюють вальці в камеру пресування і регулюють зазор між матрицею і вальцями в межах 0,2-0,5 мм. Слід пам'ятати, що з метою подовження строку служби преса треба постійно зберігати взаємне положення вальців відносно матриці, оскільки їх поверхні припрацьовуються.

При проведенні ТО системи подачі води промивають бак і фільтрувальний елемент, розбирають магнітний клапан (не від'єднуючи електропроводки), пропускають крізь нього чисту воду або продувають стисненим повітрям.

При повністю знятій напрузі уважно оглядають електрошафу, видаляють пил з її апаратури, підтягують різьбові з'єднання. Перевіряють стан контактів пускачів, непридатні елементи замінюють.

Таблиця 8.1

**Технічна характеристика обладнання для гранулювання та брикетування кормів**

Показники	ОГМ-0,8Б	ОГМ-1,5А	ОПК-2А
Продуктивність, т/год:			
гранулювання	До 0,95	1,8-2,1	До 2
брикетування	–	–	До 6
Встановлена потужність, кВт	60	98	136
Питома енергоємність, кВт·год/т	60	48	54-68
Витрати води кг/т	60-85	80-90	–
Витрати пари, кг/т	–	–	50-60
Розміри (діаметр) отворів матриці, мм	8,10,14	5,10,14	5,8,10 35×35
Маса, кг	2740	5300	12500

**Контрольні запитання:**

1. Основні елементи обладнання для пресування кормів і їх призначення.
2. Технологічний процес прес-гранулятора.
3. Від чого залежать розміри та щільність гранул?
4. Яка роль повітряного потоку в охолодній колонці?
5. Якими параметрами визначається пропускна здатність (продуктивність) прес-гранулятора?
6. З якою метою гранулюють вітамінне борошно?
7. Для чого подають рідину або пару в змішувач?

### *Література:*

1. Ревенко І. І. *Машини та обладнання для тваринництва: Підручник* / І. І. Ревенко, М. В. Брагінець, В. І. Ребенко. – К. : Кондор, 2012. – 731 с.
2. *Посібник-практикум з механізації виробництва продукції тваринництва* / [І. І. Ревенко, В. М. Манько, С. С. Зарайська та ін.]; за ред. І. І. Ревенка. – К. : Урожай, 1994. – 288 с.
3. *Механизация и технология производства продукции животноводства* / В. Г. Коба, Н. В. Брагінец, Д. Н. Мурусидзе, В. Ф. Некрашевич. – М. : Колос, 1999. – 528 с.: ил.
4. *Механізація виробництва продукції тваринництва* / [І. І. Ревенко, Г. М. Кукта, В. М. Манько та ін.]; за ред. І. І. Ревенка. – К. : Урожай. 1994. – 264 с.
5. Мельников С. В. *Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов.* / С. В. Мельников. – Л. : Агропромиздат, 1985. – 640 с.
6. Жеслин Я. М. *Оборудование для производства комбикормов, обогащенных смесей и премиксов.* / Я. М. Жеслин. – 2-е изд., доп. и перераб. – М. : Колос, 1981. – 391 с.: ил.
7. Рощин П. М. *Механизация в животноводстве.* / П. М. Рощин. – М. : Агропромиздат, 1988. – 287 с.: ил.
8. *Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств* [І. І. Ревенко, В. Д. Роговий, В. І. Кравчук та ін.]; за ред. І. І. Ревенка. – К. : Урожай, 1999. – 192 с.: іл.
9. *Машини та обладнання для тваринництва – в 2-х ч. – Ч. 1* [О. А. Науменко, І. Г. Бойко, О. В. Нанка та ін.]; за ред. І. Г. Бойко. – Х. : ХНТУСГ, 2006. – 225 с.
10. *Машини та обладнання для тваринництва – в 2-х ч. – Ч. 2* [О. А. Науменко, І. Г. Бойко, О. В. Нанка та ін.]; за ред. І. Г. Бойко. – Х. : ХНТУСГ, 2006. – 279 с.



Навчальне видання

# **МАШИНИ І ОБЛАДНАННЯ ТА ЇХ ВИКОРИТСАННЯ В ТВАРИННИЦТВІ**

Методичні рекомендації

Укладачі: **Горбенко** Олена Андріївна  
**Храмов** Микита Сергійович  
**Пастушенко** Андрій Сергійович  
**Стрельцов** Володимир Вадимович  
**Норинський** Олексій Ігорович  
**Кім** Наталія Ігоріна

Формат 60×84 1/16. Ум. друк. арк. 3,81.  
Тираж 20 прим. Зам. № \_\_

Надруковано у видавничому відділі  
Миколаївського національного аграрного університету  
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе,9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.