

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

Аграрний факультет
(назва факультету)

кафедра механізації виробничих процесів у АПК
(назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
напряму підготовки/спеціальності 208 «Агроінженерія»

на тему: « Механізація процесу подрібнення фітомаси для приготування
кормової добавки для сільськогосподарських тварин »

Здобувач вищої освіти групи AI2013с

Малюта А.О

(прізвище та ініціали)

Керівник

Чаплигін Є.М.

(прізвище та ініціали)

м.Київ, 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Східноукраїнський національний університет ім. В.Даля

Факультет _____ Аграрний факультет
Кафедра _____ Кафедра механізації виробничих процесів у АПК
Освітній рівень _____ бакалавр
Напрямок підготовки _____ 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри механізації виробничих процесів у АПК,
канд. техн. наук, доцент

_____ Вадим ВОЛОХ
« _____ » _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

_____ Малюта Андрію Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: «Механізація процесу подрібнення фітомаси для приготування кормової добавки для сільськогосподарських тварин»

Керівник роботи _____ Чаплигін Євген Миколайович, к.с.-г.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджено наказом СНУ ім. В.Даля від « _____ » _____ 20 _____ року № _____

2. Строк подання студентом роботи _____ 02.06.2023 _____

3. Вихідні дані до роботи: учбова та довідкова література, нормативні документи, наукові джерела; державні стандарти та технічні вимоги лінії приготування кормів; особливості технології подрібнення кормів; аналіз конструкції машин для подрібнення деревної маси; електронні видання; літературні джерела

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Розділ 1. Технологічна частина. Аналіз вибору оптимальної технології, машин і обладнання для подрібнення рослинної та деревної маси

Розділ 2. Конструктивна частина. Удосконалення конструкції подрібнювача деревної маси та конструктивний розрахунок основних частин

Розділ 3. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях на підприємстві

Розділ 4. Техніко-економічний розрахунок

5. Перелік графічного матеріалу:

1. Аналіз способів і засобів подрібнення рослинної та деревної маси
2. Схема технологічного процесу подрібнення рослинної сировини
3. Загальний вид подрібнювача рослинної та деревної маси
4. Креслення вузла транспортера ущільнювача
5. Креслення деталей транспортера ущільнювача

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 02.05.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Огляд нормативних та наукових джерел за тематикою роботи</i>	08.05.2023	
2.	<i>Аналіз існуючого стану технологічного процесу лінії подрібнення кормів</i>	12.05.2023	
3.	<i>Конструкторські розрахунки основних робочих вузлів та деталей удосконаленого подрібнювача</i>	20.05.2023	
4.	<i>Розробка заходів з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях у кормовому цеху</i>	25.05.2023	
5.	<i>Техніко-економічні розрахунки подрібнювача</i>	27.05.2023	
6.	<i>Оформлення кваліфікаційної роботи</i>	30.06.2023	
7.	<i>Представлення кваліфікаційної роботи до захисту</i>	02.06.2023	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Малюта А.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Чаплигін Є. М.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 Аналіз технологічного процесу та обладнання для подрібнення кормів.....	6
1.1 Особливості використання кормової добавки для тварин	6
1.2 Аналіз роботи технологічної лінії подрібнення.....	12
1.3 Зоотехнічні вимоги до подрібненої кормової маси.....	20
1.4 Фізико-механічні властивості кормів	20
РОЗДІЛ 2 Удосконалення конструкції подрібнювача кормів	22
2.1 Аналіз способів та засобів виконання процесу подрібнення	22
2.1.1 Основи теорії подрібнення кормів....	22
2.1.2 Огляд конструкцій подрібнювачів кормів	25
2.2 Обґрунтування конструкції удосконаленого подрібнювача.....	36
2.3 Конструктивний розрахунок удосконаленого подрібнювача.....	38
2.3.1. Розрахунок живильного пристрою.....	38
2.3.2 Розрахунок деталей подрібнювача на міцність.....	43
РОЗДІЛ 3 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	42
3.1 Розробка карти контролю показників безпеки	42
3.2 Загальні правила техніки безпеки при експлуатації машини.....	44
РОЗДІЛ 4 Техніко-економічні розрахунки.....	47
ВИСНОВОК.....	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	55
ДОДАТКИ.....	58

ВСТУП

«Тваринництво є найважливішою галуззю сільськогосподарського виробництва. На тваринництво приходить 65% виробничих фондів с/г підприємств та біля 70% трудових ресурсів. Головним завданням розвитку галузі вважається світове поглиблення спеціалізації та концентрації виробництва, постійна модернізація і покращення технічного оснащення галузі з врахуванням використання нової техніки та промислової технології.

Збільшення виробництва продуктів тваринництва та зниження її вартості в сучасних умовах можливо при подальшій інтенсифікації усіх галузей сільського господарства шляхом впровадження прогресивних технологій комплексної механізації процесів. Визначними критеріями виробничої діяльності галузей становляться якість продукції, зниження витрат праці, рентабельність та захист навколишнього середовища» [1, 2].

«Для цього впроваджується оснащення сільськогосподарських підприємств новою більш сучасною технікою, збільшуються капітальні вкладення пов'язанні з забезпеченням необхідних умов для нормального функціонування виробництва з урахуванням підрядних та орендних форм організації праці. Вирішуються питання виробництва машин та обладнання для малих та сімейних ферм» [1, 2].

«Таким чином, комплексна механізація та автоматизація тваринництва стала соціальною та економічною потребою нашого суспільства. Вдале використання цієї техніки в конкретних умовах потребує: систематичного підвищення кваліфікації спеціалістів, механізаторів та операторів тваринницьких ферм; засвоєння та внесення передових методів використання нової техніки; знання сучасних тенденцій вдосконалення технологій високоефективного виробництва тваринницької продуктивності; достатньо обґрунтованого визначення комплектів машин та обладнання для переробки та приготування кормів» [2].

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА ОБЛАДНАННЯ З ПОДРІБНЕННЯ КОРМІВ

1.1 Особливості використання кормової добавки для тварин

«Значення ресурсів фітомаси для виробництва кормів може бути охарактеризоване кількістю вмісту в них поживних і біологічно активних речовин. Загальні валові ресурси поживних і біологічно активних речовин в деревній зелені величезні.

Досягнення науки і практики дозволяють розглядати лісові ресурси як перспективну сировинну базу для виробництва різних кормових продуктів і добавок, в яких потребує тваринництво. З них можна отримати грубі і соковиті корми (гілкові пластівці, кормове борошно, лісовий силос), об'ємні корми підвищеної поживності (лісовий комбікорм, високо протеїновий корм), вуглеводні, вуглеводно-мінеральні, вуглеводно-протеїнові кормові і вітамінні добавки. (рисунок 1.1)» [10].

«Зелена фітомаса є найбільш фізіологічно доступною для тварин і цінною в загально харчовому і біологічному відношенні частиною лісової фітомаси.

До зеленої фітомаси відносяться листя і хвоя, деревна зелень, а також зелені гілки, до складу яких на частку зелених і не здеревнілих компонентів припадає більше половини всієї фітомаси. Класифікація кормів, що готуються з зеленої фітомаси лісу, наведена на рисунку 1.2.» [10].

«Корма з натуральної зелені. У хвої і листі міститься великий комплекс загально харчових і біологічно активних речовин, які порівнюються з трав'янистими рослинами, тому вони можуть служити цінною підгодівлею для тварин взимку, а також при несприятливих для польового кормового виробництва умовах» [11].

«Хвоя є більш дешевим джерелом каротину, ніж сіно, морква, риба'чий жир, трав'яна мука. Кількість обмінної енергії, що міститься в 1 кг свіжої підгодівлі, становить 4180-7524 кДж сухої речовини, причому енергетична цінність хвої через її знижене перетравлення менше, ніж зеленого листя. Натуральна хвоя є додатковим джерелом поживних і біологічно активних речовин на протязі року, листя - тільки в період вегетації» [11].

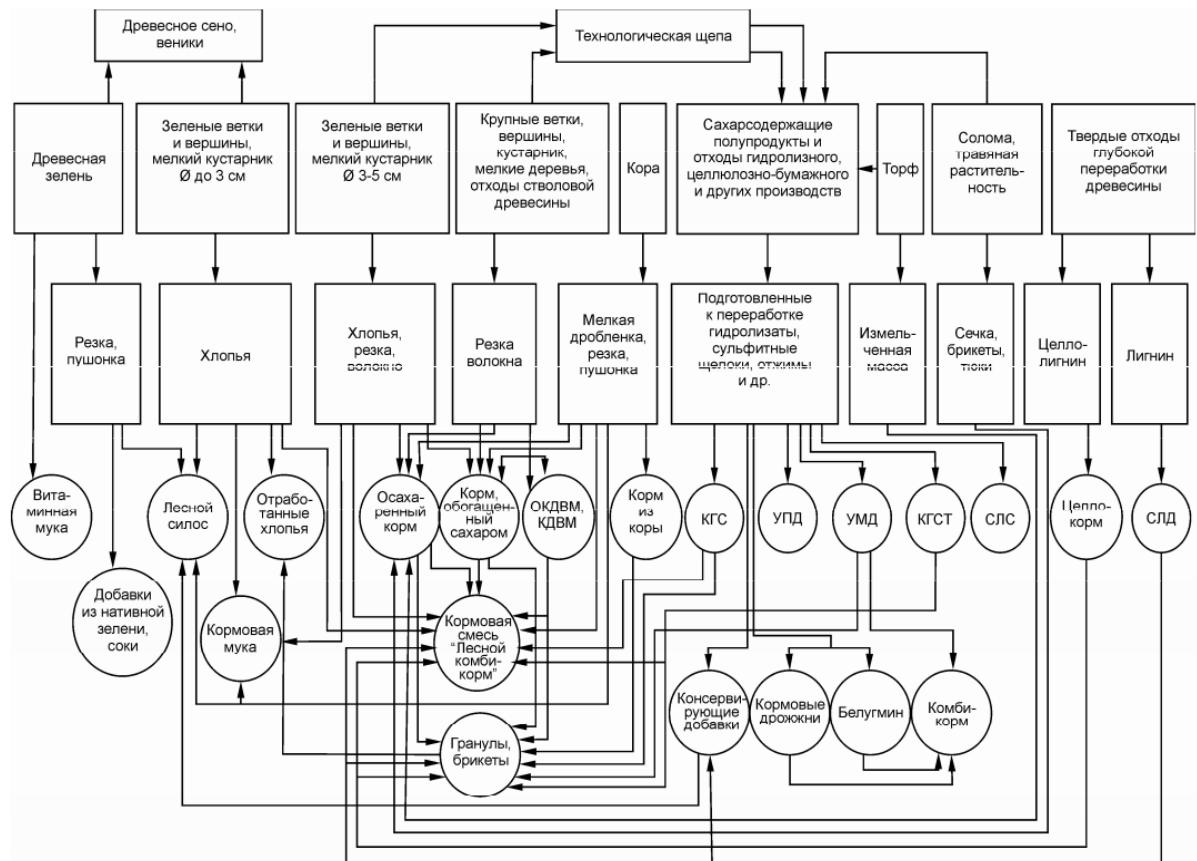


Рисунок 1.1 - Основні напрямки переробки ресурсів лісу в кормові продукти

«Свіжий гілковий корм отримують зазвичай у вигляді гілкових пластівців шляхом подрібнення гілок діаметром до 1-1,5 см на універсальній кормовій дробарці КДУ-2,0. При підвищеній в'язкості і вологості гілок, недостатньо калібровані по діаметру гілки товщиною більше 1,5 см, сировину попередньо подрібнюють на силосному комбайні КС-2,6, косарках-подрібнювачах КУФ-1,8. Потім цю масу подрібнюють до стану гілкових пластівців на молоткових дробарках КДУ-2,0, КДМ-2,0, КДМ-3,0. З однієї

тони кондиційної гілкової сировини отримують одну тону гілкових пластівців» [11].

 <p><i>Лісовий силос.</i></p>	 <p><i>Хвойне борошно</i></p>
 <p><i>Кормове борошно з лісової сировини.</i></p>	 <p><i>Вітамінне борошно з деревної зелені</i></p>

Рисунок 1.2 - Класифікація кормів з зеленої лісової фітомаси

«Виготовляти гілкові пластівці можна цілий рік в залежності від потреби господарства, але особливо цінні вони в стійловий період утримання худоби. В цей період в кормах недостатньо свіжих, біологічно-активних зелених компонентів, а також під час неврожаю основних кормів. Свіжоприготовлені гілкові пластівці підлягають згодовуванню протягом найближчих днів (в зимовий період - до семи днів). Корм в подрібненому стані погано зберігає свою якість, краще зберігати не подрібнені гілки» [11].

«Лісовий силос. Силосування лісової фітомаси (рисунок 1.2). - один з прийомів її консервації, що дозволяє заготовляти запас лісового корму. Разом з тим в процесі силосування корм набуває нові властивості, зокрема кислий смак і приємний запах, які збуджують апетит у тварин і підвищують його поїдання. У ряді випадків підвищується і поживність корму» [11].

«Силосуванню може піддаватися будь-який вид лісової фітомаси, але краще використовувати свіже листя і хвою, деревну зелень, гілки, кору молодих дерев, опале листя дерев всіх порід. Для силосування відбирають гілки товщиною до 0,8см. Силосування лісової сировини і деревних відходів ведуть по технологічним правилам приготування звичайного силосу з трав'янистої рослинності. При цьому необхідне швидке заповнення силосною масою траншеї, введення необхідної кількості закваски (до 2,5 літрів на 1 тону гілкової маси), ретельне трамбування і повна герметизація.

Вітамінне борошно з деревної зелені. Залежно від деревни борошно буває хвойно-вітамінне - з деревної зелені ялини, сосни, кедра, і листяно-вітамінна - з деревної зелені берези, осики, сірої вільхи, верби. Вітамінне борошно (рисунок 1.2г) з деревної зелені є кормовою добавкою загально харчової і біологічно-активної дії, основну цінність якої складають протеїн і каротин. Борошно з деревної зелені міститься до 16% протеїну. Особливо багато протеїну в борошні із зеленого листя (14-16%)» [11].

«Деревна зелень, з якої готують вітамінну муку, включає в себе хвою і листя і не повністю здеревнілі гілки діаметром в місці зрізу до 6 см. Для приготування 1 тони вітамінної муки в середньому витрачають 2 тони хвойної і 2,5 тони листяної деревної зелені. Щоб заготовити таку кількість деревної зелені, треба переробити 25-30 м³ відходів крон дерев.

На виробництво 1 тони вітамінного борошна з чистого листя витрачається 5 тон свіжого листя. Витрата трав на приготування трав'яної муки становить до 8 тон» [11].

«Для приготування вітамінного борошна використовують пересувні установки СХБП-1,0, стаціонарні агрегати вітамінного борошна АВМ-0,4, АВМ-0,65, СБ-1,5 та установки ВО-101» [12].

«Кормове борошно з лісової сировини. На відміну від вітамінної муки з деревної зелені кормове борошно містить значно менше вітамінів, насамперед каротину і менше протеїну.

Борошно кормове з лісової сировини (рисунк1.2в) готують двох категорій: деревинно-вітамінне з тонких гілок діаметром до 3 см і вершин різних хвойних і листяних порід з вмістом зелені і нездеревнілих гілок не менше 50% (по масі); з дрібних слабо листяних і великих гілок діаметром більше 3 см різних порід з вмістом зелені і нездеревнілих пагонів не менше 20%, а також з кори осики і берези та відходів переробки деревини» [12].

«Технологія отримання кормового борошна з лісової сировини об'єднує дві операції: отримання подрібненого гілкового корму і сушку з подальшим тонким подрібненням для перетворення його в борошно.

Для виконання цих операцій використовується те ж обладнання, що і для отримання гілкового корму і вітамінного борошна з деревної зелені» [12].

«Кормові брикети. Брикетування деревної зелені направлено на її консервування, підвищення схоронності поживних речовин, а також поліпшення поживності і повноцінності корми за рахунок включення в пресовану суміш відповідних компонентів.

В залежності від наявності сировинних компонентів і завдання зоотехнічної служби підприємства брикети включають в себе солому (50%) і хвойну лапку (50%)» [12].

«Корми з деревної фітомаси. У світі проведені великі дослідження з використання тирси різних порід (осики, бука, вільхи, дуба, ялини, сосни) як часткового замітника грубого корму в раціонах великої рогатої худоби (м'ясного і молочного напрямків), свиней, овець і кіз. Рецепт гранул з тирсою (у %): дерть зернових - 5, трав'яна мука - 30, меляса - 2,5, сечовина - 1,5,

кухонна сіль - 1. В 1 кг гранул міститься до 0,58 кормових одиниць і 55 г перетравного протеїну» [12].

«Деревний корм піддають гранулюванню і брикетуванню. Гілковий, деревний матеріал і кору перед гранулювання необхідно подрібнити, збагатити поживними компонентами і ввести в нього додаткові речовини, які сприяють утворенню кондиційних гранул або брикетів (рисунок 1.3)» [12].



Рисунок 1.3 – Гранульований деревний корм

«Гранулювання лісового корму слід застосовувати при заготівлі запасу кормів. У гранульованому кормі добре зберігаються поживні речовини, вітаміни, він не злежується і не мерзне. Для гранулювання корму з лісових відходів слід застосовувати сухий спосіб. Діаметр гранул має бути 8-10 мм, щільність гранул - в межах 400-450 кг/м³.

Для отримання деревного корму методом екструзії використовують прес-екструдери ПЕК-125. Екструдуванию піддаються подрібнені лісові відходи з пластифікованими сполучними компонентами, які є одночасно живильними добавками (сечовина, гідролізний цукор, вуглеводно-мінеральна добавка). Частка сполучних компонентів має бути не менше 20%, сухість кормової суміші -90%» [11].

«Отримання лісового комбінованого корму. Лісовий комбінований корм - це об'ємна кормова суміш підвищеної поживності, максимально

збалансована за поживними речовинами, що складається з різних компонентів. В складі суміші переважають компоненти, що отримуються з лісової сировини. Для цієї мети використовують гілкові пластівці, дрібну січку (різання), тирса, грубе волокно, борошно. Як об'ємистий компонент можна використовувати подрібнений верховий торф, соломку, сіно низької якості і інші відходи рослинництва (подрібнювати на частинки завдовжки не більше 2-5 см). Овес і ячмінь має бути плющені, кукурудза - подрібненою до частинок розміром 2...6 мм, макуха - не більше розміру зерна вівса, жита. Частка лісових компонентів в кормовій суміші варіює від 20 до 60%» [11].

«Технологічний процес отримання лісового комбінованого корма включає в себе такі виробничі операції: подрібнення, додаткова підготовка сировини, змішування компонентів і запарювання кормової суміші, зберігання і відвантаження готового продукту. При отриманні продукту в гранульованому або брикетованому вигляді після змішування компонентів їх гранулюють або брикетують» [11].

1.2 Призначення технологічної лінії приготування кормової добавки

Схеми приготування кормів.

«Вибір технології кормового приготування обумовлюється наявними кормовими компонентами та їх якістю, видом та віком тварин, типом годівлі. При цьому технологія кормового приготування — це структура і послідовність способів та заходів обробки кормової сировини, мета яких одержати готові до згодовування корми» [12].

«Таким чином, процес приготування кормів полягає у виконанні технологічних операцій, спрямованих на надання сировині нових властивостей. А обладнання, що виконує такі операції, називають технологічним обладнанням. Крім технологічного обладнання для переміщення сировини для обробки від машини до машини чи його перевантаження використовується і допоміжне обладнання, яке забезпечує

потоковість і безперервність, усуває ручну працю в процесі приготування» [11].

«Існують наступні схеми приготування кормів.

Грубі корми виготовляють за такими схемами:

1. Подрібнення — дозування — змішування.
2. Подрібнення — запарювання — дозування — змішування.
3. Подрібнення — біологічна, біохімічна, або хімічна обробка — дозування — змішування.

Соковиті корми виготовляють за такими схемами:

1. Миття — подрібнення — дозування — змішування.
2. Миття — запарювання — розминання — дозування — змішування.
3. миття — подрібнення — дозування — дріжджування — змішування» [13].

«Першу схему застосовують на фермах великої рогатої худоби, другу — на свинофермах, третя схема може бути застосована на різних тваринницьких фермах.

Концентровані корми виготовляють за такими схемами:

1. Очищення — подрібнення — осолоджування — дозування — змішування.
2. Очищення — подрібнення — дозування — змішування.
3. Очищення — подрібнення — дозування — змішування — брикетування» [13].

«За другою і третьою схемами виготовляють комбіновані корми.

За робочими схемами обирають технологічне устаткування.

Важливою умовою високоефективного використання кормів при виробництві продукції тваринництва є годування тварин і птиці повноцінними кормовими сумішами, збалансованими за поживними речовинами, вітамінами і мікроелементами у відповідності до запланованої продуктивності. Особливе місце відводиться якості обробки кормів - подрібнення, яка прямою мірою впливає на приготування повноцінної кормової суміші, від чого залежить

продуктивність тварин і птиці. Тому оцінка якості роботи подрібнювачів необхідна як при їхній експлуатації, так і при проектуванні нових машин» [11, 13, 15].

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики машин та обладнання для комплектації кормових цехів

Марка машини		Продуктивність, т/год	Габаритні розміри, мм			Маса, кг	Потужність електродвигуна, кВт
			довжина	ширина	висота		
ЦГК-30Б		3	3350	1350	3500	1320	30
РСС-6Б		2,5	3200	1600	3820	1450	17
КДУ-2,0	зерно	2,0	2800	1550	3000	1300	30
	коренеплоди	5,0	-	-	-	-	-
	грубі корми	0,8	-	-	-	-	-
	зелена маса	2...3	-	-	-	-	-
МРК-5,0		5	2350	1250	2400	480	3
КПИ-4,0		4	805	645	1160	157	5,5
ИКС-5М		5	4100	2600	2900	1250	9
ИКМ-5		6...7	2200	1360	2860	900	10,5
Волгарь-5		5	2400	1330	1350	1175	22
ИЗМ-5		5	2870	1535	1075	1060	14
АПК-10		10	4685	4310	2180	2780	30
ЗПК-4		1	4700	1510	2780	1180	4,4
ВК-1		0,5	2470	1640	1520	1620	3,6
ВКС-3М		2,5	3900	1400	1050	1900	5,5
С-2		2	3400	4400	2560	2790	8,5
С-12		5	4215	2880	2400	6100	14,6
АПС-6		3	3900/13910	11670	3385	5400	15,8
СМ-1		5	3800	5000	3500	1800	6
ТК-5		5	3000	800	1670	920	3
ТК-5Б		6	6435	730	1667	1500	3,7
ТС-40С		28	7440	680	1450	550	1,5
ТС-40М		40	6155	675	1925	650	3,0
ШЗС-40		40	4590	670	1010	326	2,2
ШВС-40		40	3970	600	950	280	2,2
ПК-6		6...8	4225	765	820	635	2,6
ПСМ-10		30...35	4650	2300	1200	1020	1,5
КП-10		5...10	5570	2850	2000	1550	5,2
Д-721А		0,8	3100	1440	2280	1890	3,4

«Подрібнення – це процес поділу твердого тіла механічним способом на частинки. При подрібненні збільшується вільна поверхня матеріалу в результаті утворення нових поверхонь розлому. Процес подрібнення – це процес нарощування нових поверхонь частин корму.

Подрібнений сипучий матеріал має певну дисперсність. Кількісна міра дисперсності сипучих матеріалів визначається питомою поверхнею частинок.

Важливою характеристикою процесу подрібнення є гранулометричний склад продукту подрібнення, який відображається середньозваженим діаметром частинок після подрібнення. Цей показник називають модулем подрібнення M_n » [3, 7].

«Теорія подрібнення вивчає закони розподілу часток продуктів за їх розмірами та функціональний взаємозв'язок між затратами енергії на процес подрібнення матеріалу і ступенем подрібнення. Якщо ця залежність відома, то можна провести розрахунок основних енергетичних і конструктивних параметрів подрібнювальних машин» [3].

«Процес подрібнення характеризується нарощуванням нових поверхонь частинок продукту.

Теорію різання сільськогосподарських матеріалів, а саме, стеблових матеріалів, коренеплодів тощо обґрунтував академік В.П. Горячкін, який назвав її теорією клина» [3].

«Академік В.П. Горячкін запропонував шлях а визначати за формулою

$$a = \frac{h \cdot \cos \varphi \cdot \sin^2 \left(\frac{90^\circ - \varphi}{2} \right) \cdot \cos \left[\frac{(\varphi + \varphi_1 - \alpha)}{2} \right]}{\cos^3 \left[\frac{(\varphi + \varphi_1 - \alpha)}{2} \right]}, \quad (1.1)$$

де h – товщина стружки, м;

α – кут різання, град;

φ – кут тертя матеріалу, град;

φ_1 – кут тертя в площині, град» [4].

«При різанні використовується 1-й спосіб – нормальне різання (рубання). Це пояснюється тим, що значну частину шляху в процесі різання (1 – а) лезо взагалі не навантажене.

Окрім цього, встановлення леза під деяким кутом τ призводить до ускладнення конструкції подрібнювача без особливих енергетичних переваг. Загальне зусилля різання можна визначити, використавши раціональну формулу акад. В.П. Горячкіна.

$$F_{PIЗ} = F_0 + k \cdot b \cdot h + \varepsilon \cdot b \cdot h \cdot V_{PIЗ}^2, \quad (1.2)$$

де F_0 – деякий постійний опір різанню лезом, Н;

k і ε – коефіцієнти пропорційності, Н/м²;

b і h – ширина і товщина стружки, м;

$V_{PIЗ}$ – швидкість різання, м/с» [4].

Значення питомого зусилля різання залежить від властивостей матеріалу, кута установки і товщини леза, стану робочої поверхні тощо.

Для подрібнення використовують ножі різної форми: плоскі з прямим і гребінчастим лезом, плоскі з криволінійним лезом і совково подібні. Кут заточування ножів 25°, матеріал для виготовлення – інструментальна сталь У9 або марганцева сталь 65Г і 70Г.

1.3 Зоотехнічні вимоги до виконання технологічного процесу подрібнення

«Зоотехнічні вимоги. До грубих кормів відносяться сіно, солома, стеблі кукурудзи, лузга насіння ряду культур. Грубі корма являються необхідним компонентом раціонів для ВРХ, овець, коней, птахів, а після спеціальної підготовки в невеликих дозах. Вони містять велику кількість важко перетравлюваної клітковини (до 40%) тому являються жорсткими і без попередньої підготовки погано поїдаються тваринами» [11].

«З метою підвищення вживання їх обробляють механічними і тепловими засобами. Біологічні і хімічні засоби грубих кормів дозволяють повисити не тільки вживання, а також перетравлюваність. Сіно високої якості, відповідає вимогам стандарту. Коровам та вівцям можна згодовувати без підготовки, але за умови механізації роздачі кормів потребують його подрібнення.

При подрібненні соломи та сіна розміри різки повинні бути для корів і телят - 40-50 мм; коней – 30-40 мм; овець – 20-30 мм; птахів – 5-10 мм. Дрібну різку також використовують для подальшої змішування з соковитими кормами» [11].

1.4 Фізико-механічні властивості сировини

«Класифікація кормових засобів на основі якісних характеристик сухої речовини, фізико-механічних властивостей, поживності і характеру впливу на організм тварин передбачає підрозділ їх на вісім груп.

Зелена маса рослин і консервовані корми з неї (сіно, сінаж, силос, трав'яне борошно, трав'яна різка, трав'яні брикети та гранули) містять всі основні живильні речовини» [12].

«Солома, полова, лушпиння і гілковий корм мають невисоку поживність, важко перетравлюються, містять мало протеїну, багато клітковини. Лушпиння, а також лузга - побічні продукти переробки зерна зернових і зернових бобових культур на крупу, а насіння олійних культур на олію; складаються в основному з плодових і насіннєвих оболонок, квіткових і плодових луски. Під гілковий корм розуміють використовувані на корм без спеціальної обробки одно-дворічні пагони деревних і чагарникових рослин.

Коренеплоди, бульбоплоди, плоди баштанних культур та продукти їх переробки - основне джерело легкозасвоюваних вуглеводів для багатьох тварин. Коренеплодами називають як потовщені коріння рослин, так і самі рослини (буряк, морква)» [12].

«Бульбоплоди - це культури з підземними потовщеними пагонами (картопля). Продукти переробки коренеплодів - жом і кормова патока (меляса), одержувані при переробці цукрових буряків на цукор; продукти переробки картоплі - мезга і барда.

Зерно, насіння та продукти їх переробки відрізняються високою поживністю, перетравністю і є головним чином джерелом енергії і протеїну. Корми цієї групи діляться на багаті вуглеводами (ячмінь, овес, кукурудза та інші зернові злакові культури), протеїном (горох, люпин, соя, нут та інші зернові бобові культури), жирами (ріпак)» [12].

Кількість витрачених або заготовлених кормів виражають звичайно в тисячах кормових одиниць, а також в одиницях маси.

«Загальна будова стебел сільськогосподарських рослин має певну конструкцію із циліндра або овалу основної тканини, армованої провідними пучками і оточеною щільною шкіркою. Вся різноманітність стебел зумовлена розподілом його провідних пучків в основній тканині.

Механіко-технологічні властивості стебел сільськогосподарських культур характеризуються: зусиллям різання стебла, зусиллям розриву стебла, опором стебла згину, коефіцієнтом тертя стебла по робочих поверхнях. Оскільки матеріал стебел рослин анізотропний, то для повної характеристики необхідно знати кожен з його фізико-механічних властивостей як за поздовжнього, так і за радіального деформування» [12].

РОЗДІЛ 2

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МАШИНИ

2.1 Аналіз способів та засобів виконання подрібнення

2.1.1 Основи теорії подрібнення кормів.

«Подрібнення можна охарактеризувати як процес виробництва (збільшення) нових поверхонь часток корму. Кількісною мірою дисперсності сипучих матеріалів, тобто розвиток поверхні часток, слугує показник питомої площі поверхні. Питомою площею поверхні матеріалу називається сумарна площа поверхні всіх часток, вміщених в одиниці маси.

Абсолютні розміри, чи крупність, часток подрібненого корму обумовлені зоотехнічними вимогами і використовуються при оцінці якості продуктів подрібнення» [12].

«Для енергетичної оцінки процесів подрібнення, крім цього, потрібно мати уявлення про глибину процесу диспергування, тобто про ступінь подрібнення.

У техніці ступенем подрібнення λ матеріалу прийнято називати відношення середнього розміру D шматків вихідного матеріалу до середнього розміру d часток продукту подрібнення» [12].

«Якщо вихідний матеріал – зерна сільськогосподарських культур, то, з огляду на розмаїтість і складність форми, їхні розміри найбільше зручно характеризувати величиною еквівалентного діаметра D . Еквівалентним діаметром зерна називається діаметр кулі, об'єм якого дорівнює дійсному об'єму зерна» [12].

«Теорію різання розроблено академіком В.П. Горячкіним, а потім доповнено академіком Желіговським В.А., професором Резником Н.Є. та іншими вченими. У їхніх працях було проведено експерименти щодо визначення фізико-механічних властивостей матеріалів, що подрібнювались, визначено вплив різних конструктивних параметрів соломосилосорізків на

енергоємність різання. Різання розглядається як проникнення двогранного клина (леза ножа) в матеріал.

Сила різання залежить від механічних властивостей матеріалу і гостроти леза» [12].

«Розрізняють три загальних випадки різання лезом, залежно від кута між векторами нормальної сили і переміщення ножа (між перпендикуляром до леза і напрямком переміщення ножа)

- нормальне різання, або рубка,
- похиле різання,
- ковзальне різання» [12].

Професор Рєзнік Н.Є. виділив шість типів робочих органів, які виконують процес різання: пласко-обертальні, циліндрично-обертальні, обернено-поступальні, криволінійно-коливальні, пласко-коливальні і пласко-поступальні.

«Для соломосилосорізок найбільш прийнятні перші два: пласко-обертальні (дискові) і циліндрично-обертальні (барабанні).

Дискові робочі органи мають ножі, які закріплені таким чином, що при обертанні їх леза рухаються в площині кола.

У барабанних робочих органах леза ножів описують циліндричну поверхню. При виборі типу робочого органу при проектуванні подрібнювача стеблових кормів необхідно враховувати такі основні вимоги: - мінімальні витрати енергії» [11].

2.1.2 Огляд конструкцій та аналіз роботи подрібнювачів кормів

«Більшість машин призначених для подрібнення грубих кормів і зеленої маси складаються з: живильного механізму, різального апарата, механізму приводу, транспортуючого органу для відведення подрібненої маси.

Машини для подрібнення листостеблових матеріалів класифікують за наступними ознаками:

1. За призначенням.

2. За конструкцією різального апарата.
3. За типом живильного апарата.
4. За джерелом приводу.
5. За конструктивним виконанням.

Всі машини для подрібнення грубих і соковитих кормів повинні відповідати зоотехнічним вимогам» [20].

«Подрібнювач стеблових кормів (рисунок 2.1) складається з: живильника (подавальний транспортер і під пресуючий механізм); різальний механізм (з активними і пасивними робочими органами); розвантажувального пристрою (механічний, пневматичний транспортер, скатна поверхня); привод з трансмісією» [20].

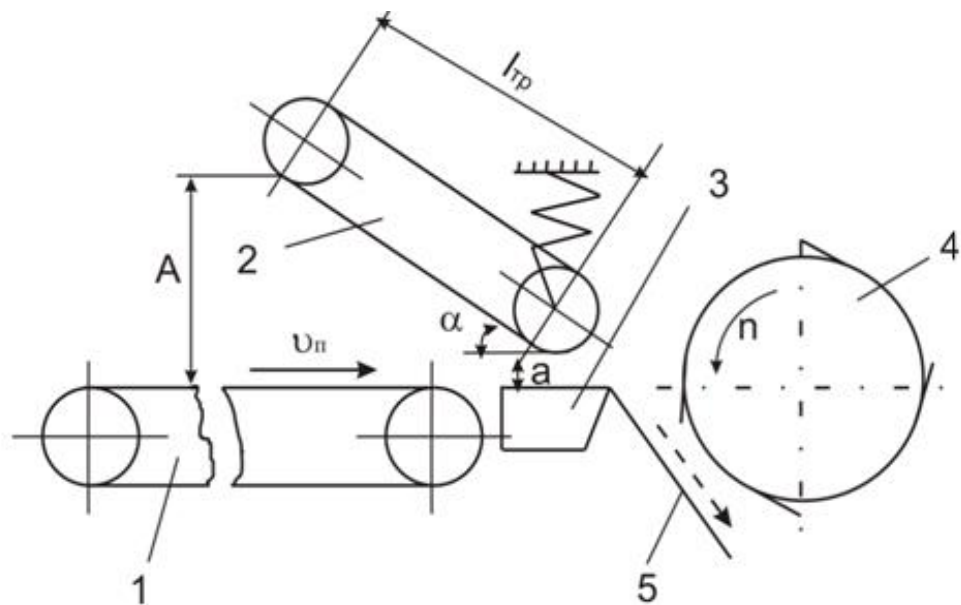


Рисунок 2.1 - Загальна будова подрібнювача стеблових кормів: 1 – подавальний транспортер; 2 – підпресовуючий механізм; 3 - протиризальна пластина; 4 – різальний барабан; 5 – розвантажувальний пристрій.

«Живильник повинен рівномірно подавати корм і забезпечувати його ущільнення перед подрібненням. Живильники бувають (рисунок 2.2): одно-, дво-, тривальцьові і з підпресовуючим транспортером» [20].

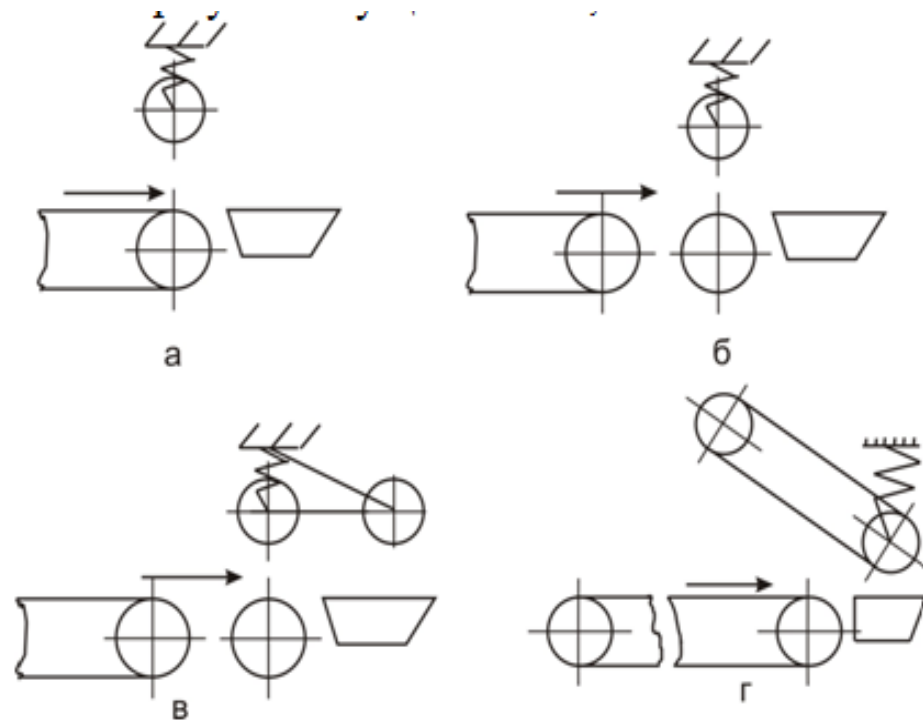


Рисунок 2.2 - Типи пресувальних механізмів: а – одно-вальцьовий; б – дво-вальцьовий; в – три-вальцьовий; г – з похилим транспортером.

«При розрахунку живильника знаходять довжину пресувального транспортеру $l_{тр}$, висоту горловини на вході A і на виході a .

$$l_{тр} = \frac{A - a}{\sin \alpha} \quad (2.1)$$

де α - кут нахилу транспортера до горизонту, град.

Узгоджують продуктивність подрібнювача з продуктивністю живильника

$$Q = Abv_n\gamma = abv_{n\gamma_{ущ}} \quad (2.2)$$

де Q – розрахункова продуктивність подрібнювача, м/с;

b – ширина живильника, м;

V_n – швидкість подачі транспортеру, м/с

γ - щільність корму перед ущільненням, кг/м³;

$\gamma_{ущ}$ - щільність корму після ущільнення, кг/м³.

Q , V_n , γ при розрахунках задаються, тоді можемо знайти

$$Ab = \frac{Q}{v_n \gamma}, \quad (2.3)$$

$\gamma = 28 \dots 42 \text{ кг/м}^3$ – для свіжого корму, через 2 – 3 місяці щільність збільшується у 1,5...2 рази» [21].

Живильник повинен збільшити щільність корму в 3...4 рази для кращого подрібнення.

2.1.3 Аналіз засобів виконання технологічного процесу подрібнення

«Виробники пропонують різні моделі подрібнювачів деревної зелені та гілок: малогабаритні, малопотужні, середньої потужності, високо потужні та великогабаритні; мобільні і стаціонарні; з приводом від автономних двигунів внутрішнього згоряння, валу відбору потужності (ВВП) енергетичного засобу та електродвигунів; з ручною і механічною подачею деревини тощо. Основними складовими вузлами машин є рама, живильний, різальний, транспортний викидний пристрої, опорно-ходова частина, гідравлічна і електрична системи, механізми приєднання до енергетичного засобу та приводу робочих органів. Подрібнювачі деревних відходів комплектують різними типами різальних пристроїв – дисковими, барабанними, роторними та комбінованими дисковими і молотковими і роторними і молотковими» [20].

«Машина з барабанним різальним пристроєм складається із різального барабана 9 з ножем 1, контролюючого ножа 3, сітки-решета різального пристрою 12, вентилятора викидного пристрою 2, механізму подачі тріски в зону викидання 4, викидної труби 11 з козирком 10, живильного пристрою (транспортера 6, нижніх 7 і верхнього 8 вальців, приймального стола 5) (рисунок 2.3)» [16].

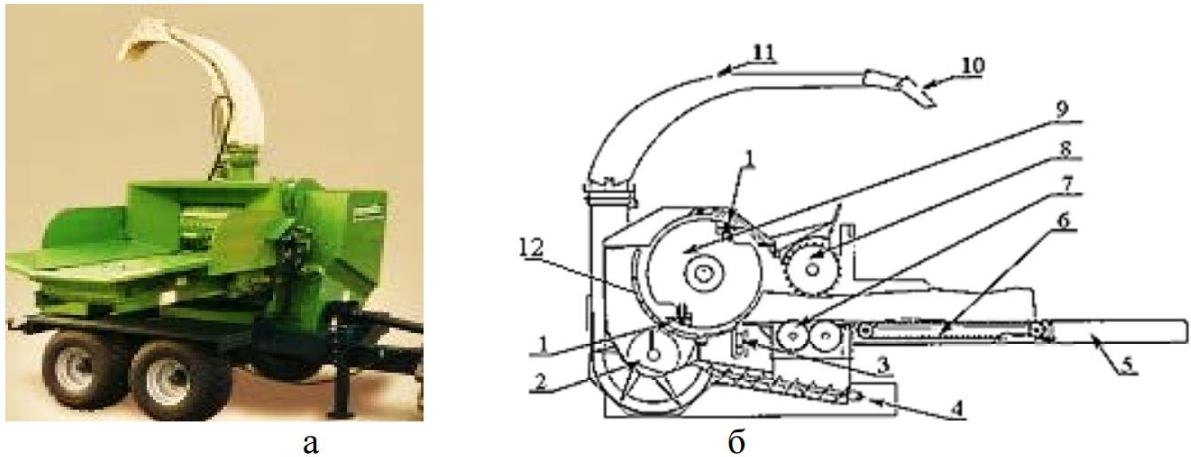


Рисунок 2.3 - Подрібнювальна машина гілок з барабанним різальним пристроєм: а – загальний вигляд; б – конструкційна схема.

«Барабанний різальний пристрій складається з барабана з прикріпленими до нього ножами, контролюючих ножів та змінної сітки-решета. Виробники подрібнюючих машин на різних моделях встановлюють барабани: з суцільними ножами, пів-ножами та швидкозмінними лезами (рисунок 2.4а;б;в;г)» [16].

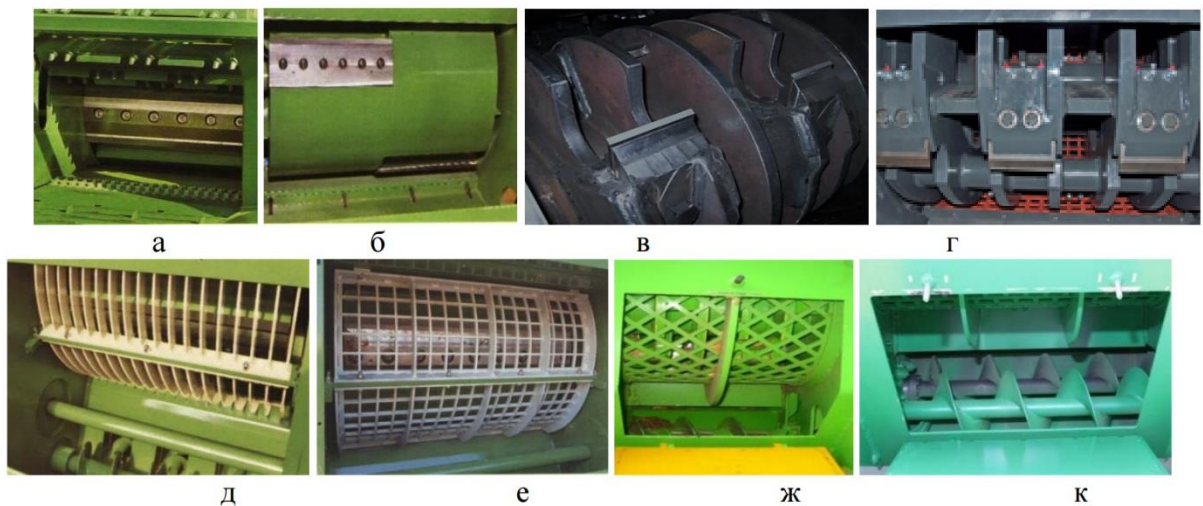


Рисунок 2.4 - Різальні барабани та решета подрібнювачів барабанного типу: а – з суцільними ножами; б – з пів-ножами; в, г – з швидкозмінними лезами; д – з поздовжніми отворами; е – з прямокутними отворами; ж – з ромбоподібними отворами; к – шнековий механізм подачі тріски в зону викидання.

«Подрібнювачі барабанного типу комплектуються решетами: з поздовжніми отворами та отворами у формі клітинки, ромба тощо (рисунок 2.4 д;е;ж). Під решетами в нижній частині подрібнювальної камери монтується механізм подачі тріски в зону викидання одно- або дво-шнекового типу (рисунок 2.4к)» [10, 16].

«Під час виконання технологічного процесу транспортер живильного пристрою подає деревину між верхній і нижній вальці, які утримують і направляють її до різального барабана. Ножі барабана обертаючись поступово подрібнюють деревину і скидають тріску на сітку решето. Тріска просипається через отвори решета потрапляє на шнековий механізм, який транспортує її до викидного пристрою. В подальшому потоком повітря, який створюється вентилятором, тріска через викидну трубу направляється в кузов технологічного транспорту або в кагати. Велика фракція тріски, яка не проходить через отвори решета, подається на повторне подрібнення» [16].

«Подрібнювачі деревної зелені дискового типу зазвичай укомплектовано комбінованим різально викидним робочим органом. Принципової різниці в конструкціях живильних пристроїв подрібнювачів з різними типами різальних пристроїв не існує. Проте конструкційне виконання різальних і транспортно викидних пристроїв має суттєві відмінності. Дискові різальні пристрої за способами подрібнення дерева на тріску розділяють на кілька типів: з однофазним і двофазним подрібненням деревини» [16].

«Машини з однофазним різальним пристроєм подрібнюють деревину в тріску, довжина якої близько 12 см. Двофазний дисковий різальний пристрій в залежності від конструкції забезпечує вихід фракції тріски деревини від 0,5 до 2,5 см або від 0,5 до 12,0 см. Основна кількість моделей подрібнювачів деревної маси з дисковим різальним пристроєм для двофазного подрібнення деревини складається з камери подрібнення, приймального стола 2, горизонтального бункера 3, притискних вальців 1 і 4, викидної труби 8. Складовими частинами камери подрібнення є корпус, відкидна кришка з

вторинним ножем 9, диск 5 з прикріпленими до нього ножами 6 та лопатками викидання з вирізаними канавками 7 (рисунок 2.5)» [16].

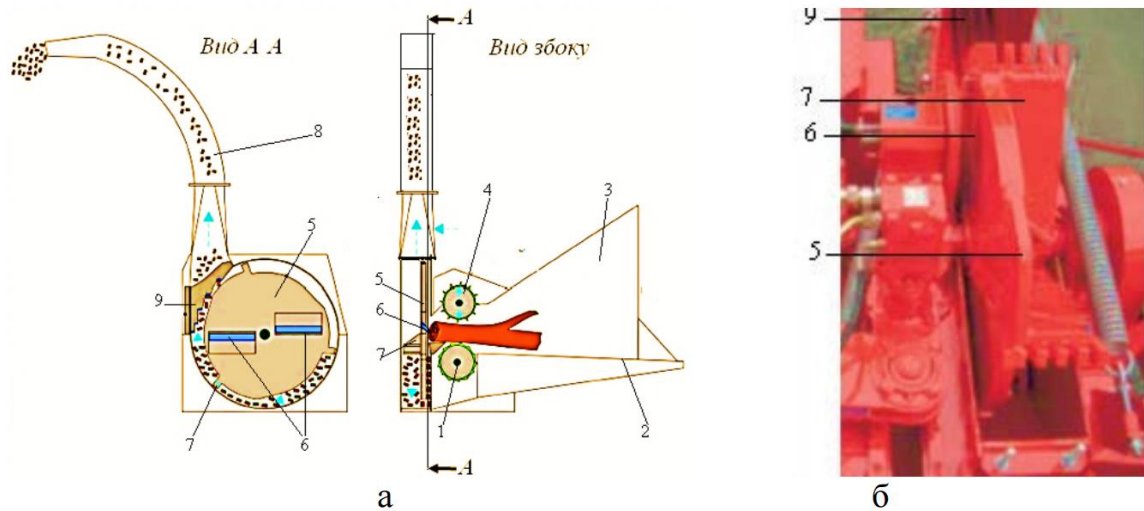


Рисунок 2.5. Подрібнювальна машина деревної маси з дисковим різальним пристроєм: а – функціонально-конструкційна схема; б – загальний вигляд різального пристрою.

«Подрібнювачі з дисковими різальними пристроями для двофазного подрібнення деревної маси виконують технологічний процес наступним чином: притискні вальці направляють гілки дерев до різального диска, ножі якого їх подрібнюють на тріску. Тріска через проміжки між ножем і диском поступає на лопатки викидання, які переміщують її до другого ножа. При взаємодії з сегментами другого ножа, тріска подрібнюється до встановленої фракції і за допомогою повітряного потоку вивантажується в кузов транспортного засобу. В конструкції подрібнювачів для однофазного подрібнення деревної маси не передбачено другого додаткового ножа та змінена форма лопатки викидання. Виробники подрібнювальних машин залежно від моделі встановлюють декілька типів різальних дисків (рисунок 1.9а;б;в;г;д), які комплектуються гладкими або ребристими ножами та комбінованими різакми, які складаються з основного ножа і пластинчастих вертикальних міні-ножів (рисунок 2.6 ж; к; л)» [14, 15, 16].

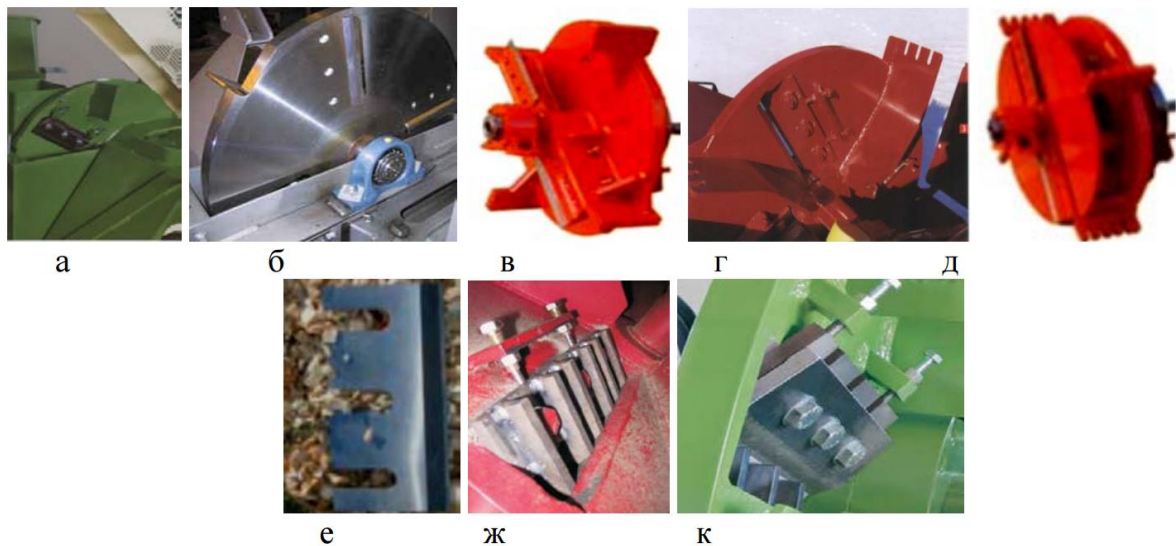


Рисунок 2.6 - Різальні диски та ножі: а, б, в – різальні диски машин для однофазного подрібнення; г, д – різальні диски машин для двофазного подрібнення; е, ж, к – глакий та ребристий ножі і комбінований різак дисків

«Для виробництва каліброваної тріски відповідних розмірів на подрібнювачах OL 2700 NT серії Н (Oehler Maschinen, Німеччина) для подрібнення деревної маси обладнуються решетами та системами повторного подрібнення (рисунок 2.7)» [16].



Рисунок 2.7 - Подрібнювачі з дисковими різальними пристроями для виробництва каліброваної тріски: а – подрібнювач OL 2700 NT;

б – подрібнювальна камера подрібнювачів серії Н

«Подрібнювач кормів ІКВ-5А «Волгарь-5» (рисунок 2.8) призначений для подрібнення силосу, коренебульбоплодів, баштанних культур, зеленої маси, соломи, сіна. Використовують «Волгарь-5» при закладенні комбінованого силосу в сховище, а також в складі спеціалізованих технологічних ліній, наприклад, при виготовленні білково-вітамінних добавок, для подрібнення відходів рибного і м'ясного виробництва.

Подрібнювач кормів «Волгарь-5» складається з корпусу з кришкою, подавального і ущільнюючого транспортерів 8, апаратів первинного 2 і вторинного подрібнення 10 з автоматом відключення шнека 11, заточувального пристрою, електродвигуна з електрообладнанням і привода. Подавальний і ущільнюючий транспортери призначені для прийняття, подачі і ущільнення корма, який поступає на різучий барабан.

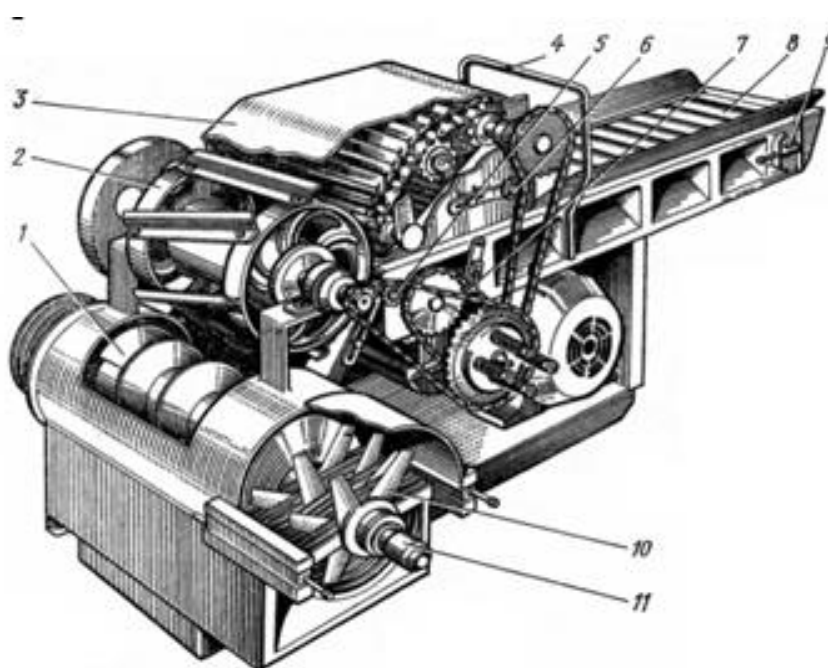


Рисунок 2.8 - Подрібнювач кормів ІКВ-5А «Волгарь-5»

1 - шнек; 2 - апарат первинного різання; 3 - кришка пресувального транспортера; 4- скоба керування; 5,6,7 - натяжні зірочки; 8 – подавальний транспортер; 9 - натяжний пристрій подавального транспортера; 10 - апарат вторинного різання; 11 - автомат відключення» [12].

«Апарат первинного різання 2 призначений для попередньої різки корму та складається із ріжучого барабана і протиріжучої пластини. Ріжучий барабан являв собою трубчатий вал з двома насадженими дисками, до яких кріплять вість спіральних ножів.

Вал ріжучого апарата обертається в підшипниках, які запресовані у корпусі. Протиризальна пластина прикріплена до рами транспортера.

Апарат вторинного різання 10 призначено для остаточного подрібнення кормів. Він складається із валу з живильним шнеком 1, рухомих і нерухомих ножів. Рухомі ножі закріплені на ялицевій втулці, а нерухомі - планками до корпусу подрібнювача» [5, 7].

«Способи подрібнення кормів на різних ступенях подрібнювача ІКВ-5А «Волгарь-5»: - на першому - за принципом різання лезом; в апараті другого ступеня - різання пуансоном.

Сировина для переробки, подається на подавальний транспортер 1 (рисунок 2.9), який разом з пресувальним 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 корпуса» [5, 7].

«Регулювання крупності продукту здійснюється зміною положення першого рухомого ножа відносно кінця витка шнека, а також кількості ножів в апараті другого ступеня.

При подрібненні корму для птиці перший рухомий ніж встановлюють так, щоб кут між кінцем витка шнека і його лезом становив 9° , а для свиней - 54° . Для цього на зовнішні шліци втулки 10 набирають рухомі ножі по спіралі один відносно одного через 72° 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» [5, 7].

«При подрібненні корму для великої рогатої худоби рухомі і нерухомі ножі другого ступеня знімають. У деяких випадках їх знімають через один.

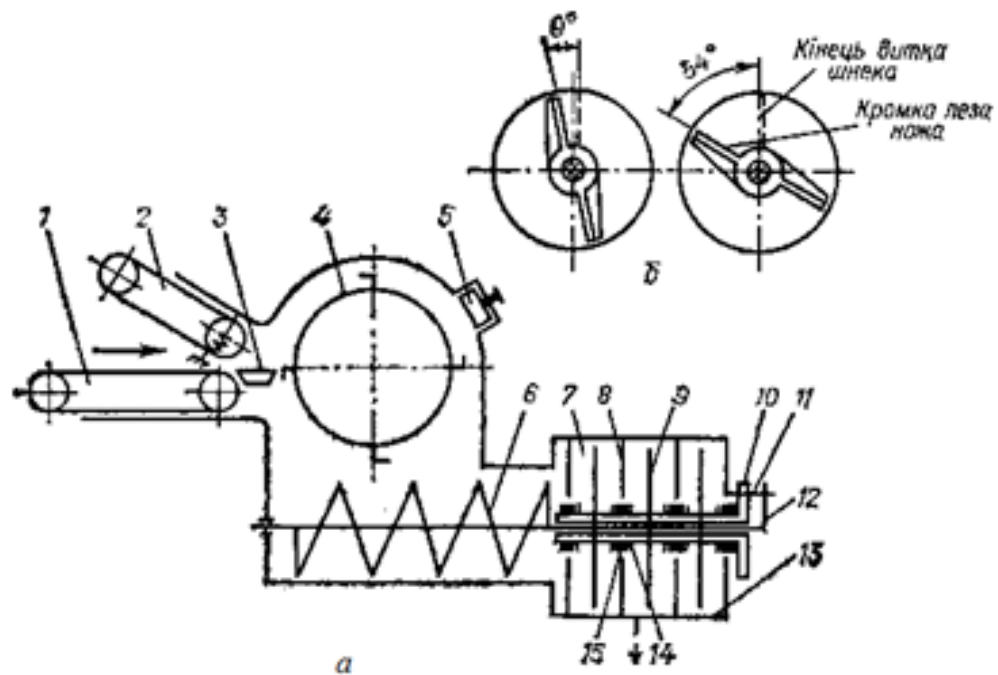


Рисунок - 2.9. Конструктивно-функціональна схема (а) і схема регулювання ступеня подрібнення продукту (б) подрібнювача ІКВ-5А «Волгарь-5»; 1 - подавальний транспортер; 2 - транспортер пресувальний; 3 - пластина протиризальна; 4 - барабан ножовий; 5 - пристрій заточувальний; 6 - шнек; 7 – апарат вторинного різання; 8 - нерухомий ніж; 9 - ніж рухомий; 10 - втулка; 11 - зрізний штифт; 12 - фланець вала шнека; 13 - опора нерухомих ножів; 14 - прокладка; 15 – кільце» [7].

«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 шківa ножового барабана через фрикційний ролик. Ножі другого ступеня для заточування знімають, а потім знову встановлюють на місце» [7].

«Зазор між лезами ножів барабана першого ступеня і протирізальною 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» [7].

«Подрібнювач грубих кормів ІГК-30Б (рисунок 2.10) призначений для подрібнювання соломи, сіна та інших грубих кормів у розсипному стані вологістю до 25 %.

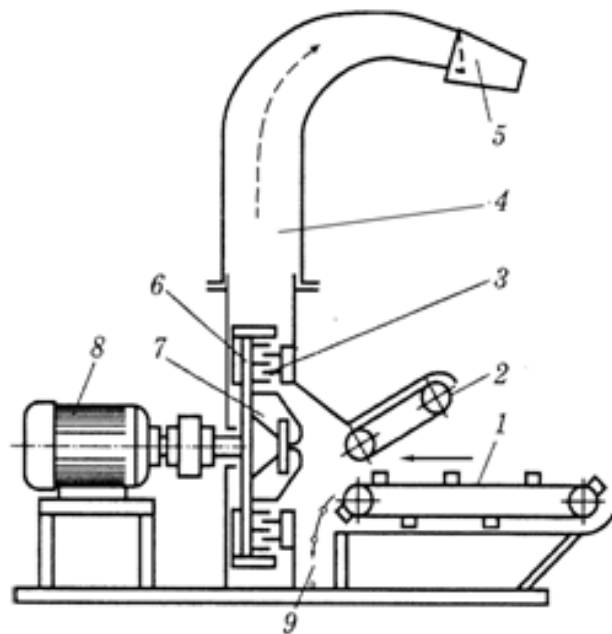


Рисунок 2.10 - Конструктивно-функціональна схема подрібнювача ІГК-30Б; 1 - горизонтальний транспортер; 2 - похилий транспортер; 3 - штифти; 4 – нерухомий диск; 5 - дефлектор; 6 - рухомий диск; 7 - лопаті вентилятора; 8 - електропривод; 9 - отвір для випадання важких включень» [7].

«Виготовляється у двох модифікаціях - з приводом від ВВП трактора класу 1,4 (ІГК-30Б-I) та з приводом від електродвигуна потужністю 30 кВт (стаціонарний варіант, ІГК-30Б-II). Він складається з живильника, подрібнювального апарата, кожуха і рами. 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» [21].

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

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» [21].

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 ІГК-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 на вал редуктора встановлюють зірочку з кількістю зубів $z = 15$, а на проміжний вал - $z = 20$ » [21].

«Дробарка-подрібнювач ІРТ-Ф-80 може подрібнювати грубі корми вологістю до 60% в розсипному і пресованому вигляді з одночасним

завантаженням подрібненої маси в транспортні засоби. Вона є стаціонарною машиною з приводом робочих органів від електричного двигуна потужністю 55 кВт.

Машина складається з рами, завантажувального бункера 2 об'ємом 5м³, ротора 3 з приводом, опорних катків, розвантажувального пристрою 8 та шафи керування (рисунок 2.11)» [21].

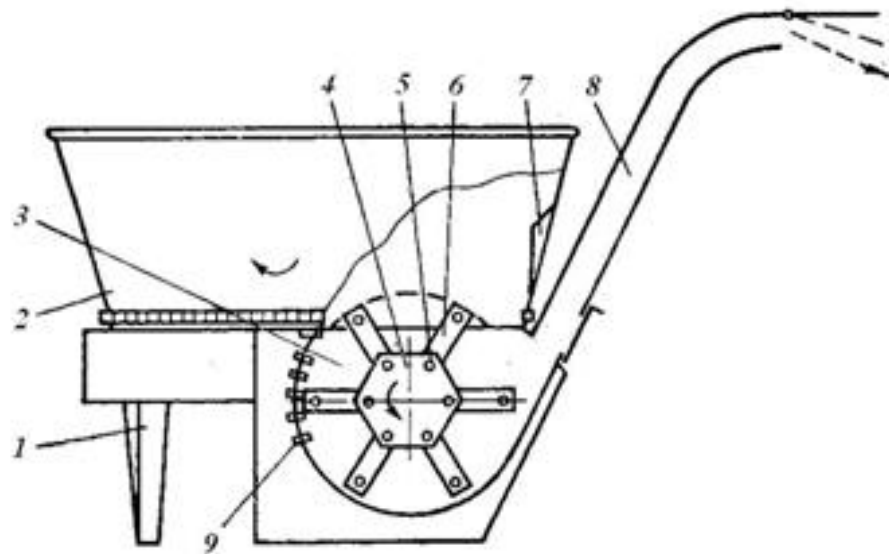


Рисунок 2.11 - Конструктивно-функціональна схема подрібнювача грубих кормів ІРТ-Ф-80; 1 – рама; 2 - завантажувальний бункер; 3 - ротор; 4- диск; 5 - вісь; 6 - молоток; 7 - дефлектор; 8 - розвантажувальний пристрій; 9 - елементи деки.

«Рама виконана разом з корпусом камери подрібнення, на бокових стінках якої встановлені нерухомі торцеві деки, а на периферії - регульовані радіальні. Камера подрібнення з боку розвантажувальної горловини має фланець для кріплення розвантажувального пристрою і люк для очищення камери при забиванні кормом. Крім того, є ще один люк для видалення води» [21].

«На днищі біля ротора розміщені щитки, що забезпечують стабілізацію подачі корму на ротор.

Бункер - це конічна обичайка, у нижній частині якої є опорне кільце. Воно встановлюється на трьох опорних катках. На зовнішній поверхні опорного кільця приварений втулковий роликовий ланцюг, у зачеплення з яким входить зірочка валу привода бункера. На внутрішній поверхні бункера є лопаті, що забезпечують рівномірну подачу корму до молоткового ротора.

Регулювання частоти обертання бункера здійснюється при включеному електродвигуні за допомогою штурвала, безпосередньо з'єднаного з клинопасовим варіатором. При обертанні штурвала проти напрямку годинникової стрілки швидкість руху бункера збільшується, за часовою стрілкою – зменшується» [5, 21].

Ротор 3 має вал, на якому жорстко на шпонці посаджені диски 4. У їх отворах встановлено шість осей 5, на кожній з яких розміщено по чотири молотки 6. Відстань між молотками забезпечується розпірними втулками. Крайні молотки, що знаходяться з боку подачі корму, мають загострені робочі грані.

«Корми для подрібнення грейферним навантажувачем подаються в бункер. Бункер необхідно завантажувати повніше, оскільки при недовантаженні його починається викидання подрібненої маси із бункера і збільшується запилення навколишнього середовища. У процесі обертання бункер подає корм на ротор з молотками. Під дією молотків ротора і дек, встановлених у корпусі камери, матеріал подрібнюється. Продукти подрібнення повітряним потоком, що створюється молотковим ротором, подаються розвантажувальним пристроєм до транспортних засобів» [21].

Частоту обертання бункера вибирають залежно від наступних показників: виду, вологості та стану корму.

«Зазор між молотками ротора і першою радіальною декою повинен бути в межах 4-6 мм. Його регулюють переміщенням деки на напрямних. Фіксують положення деки болтом і гайками. Зазор між молотками та іншими радіальними деками забезпечується встановленням дек до упору» [21].

«Соломорізка РСС-6Б (рисунок 2.12) призначена для подрібнення соломи, сіна і силосу різної вологості. Вона випускається в двох варіантах: з приводом від електродвигуна і з приводом від ВВП трактора класу 14 кН.

Живильник складається з горизонтального і похилого (ущільнюючого) транспортерів, а також двох вальців для подальшого стискання стебел після похилого транспортера» [21, 22].

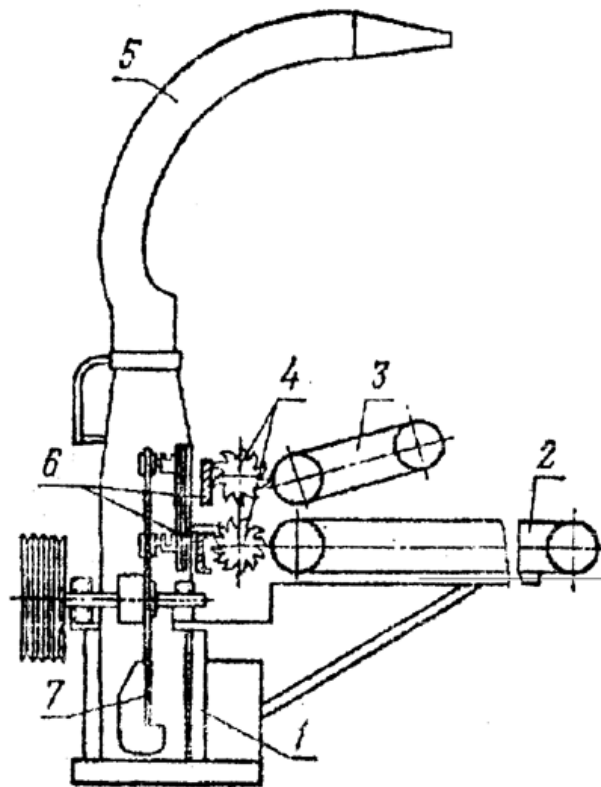


Рисунок 2.12 – Схема соломорізки РСС-6Б:

1-рама; 2-транспортер; 3-підпресовуючий транспортер; 4-вальці;
5-дефлектор; 6-протирізальна пластина; 7-диск з ножами і лопатями

«У робочому органі соломосилосорізки, який виконано у вигляді ротора-диска, встановлено ножі під кутом до радіуса диска, що забезпечує надійність защемлення стебел у ріжучій парі.

Робочий процес проходить таким чином: корм подається на горизонтальний транспортер, вирівнюється і похилим транспортером ущільнюється, далі кормова маса ущільнюється вальцями і подається через

вікно на подрібнення. Відрізані частки лопатями викидаються через трубопровід і дефлектор» [22].

«Таблиця 2.1 - Технічна характеристика подрібнювачів кормів

Назва показників	Марка машини			
	Волгарь-5	ІГК-30Б	ІРТ-165	ІРТ-Ф-80
Продуктивність, т/год.	0,8...1	до 3,5	до 16	до 7
Потужність електродвигуна, кВт	22	30	120	58
Кількість молотків, шт.	-	-	40	24
Маса, кг	1000	906	4200	2500

Примітки» [22].

2.2 Обґрунтування технологічної схеми та конструкції машини

Товщина різки деревної маси при згодовуванні коровам повинна бути 10-15 мм. Для виконання завдання у роботі приймаємо соломорізку РСС-6Б, стаціонарна з приводом від електродвигуна. Машина призначена для подрібнення грубих і соковитих зелених кормів.

«Машина складається: живильний апарат, ріжучий апарат дискового типу, вентилятори, рама. Привід здійснюється від електродвигуна потужністю 17 кВт (через клинопасову передачу).

Продуктивність машини при обробці:

зеленої маси – 10 т/год.; при різці – 2,0 т/год.

Знаходимо основні розміри машини.

До основних розмірів відносяться:

- площа зрізу горловини: $a \times b$, мм

- розмір між боковиною та віссю полів: c , мм» [22].

Розраховуємо добову витрату корму по формулі:

$$Q_{доб.} = q \cdot N; \quad (2.2)$$

де: q - добова потреба силосу, q=25кг;

N - кількість корів, N= 600 голів

$$Q_{доб.} = 25 \cdot 600 = 15000 \text{ кг};$$

«Таблиця 2.2. Раціони для корів

Показники	Добовий надій, кг			
	12	16	20	24
Корми, кг				
сiно рiзне	4	5	5	5
силос кукурудзи	11	11	10	10
силос бобово злаковий	12	12	13	13
коренеплоди	11	17	20	23
солома кормова	2	-	-	-
картопля	-	-	2	4

Примітки» [19].

Визначаємо разову дозу корму при двох разовій годівлі, k=2;

$$Q_{раз} = \frac{Q_{доб.}}{k} = \frac{15000}{2} = 7500 \text{ кг}. \quad (2.3)$$

«Визначаємо кількість подрібнювачів типу РСС-6Б в технологічній лінії:

$$n = \frac{Q_{раз}}{W_n \cdot t \cdot \eta}; \quad (2.4)$$

де: W_n - продуктивність подрібнювача, т/год

t - час роботи машини , t =1

η - коефіцієнт використання робочого часу, $\eta = 0,7$ » [22].

$$n = \frac{7500}{6000 \cdot 1 \cdot 0,7} = 1,6;$$

Для забезпечення потреб тваринницької ферми потрібно дві машини типу РСС-6Б

При тривалості роботи $t = 1$

$$n = \frac{7500}{6000 \cdot 2 \cdot 0,7} = 0,83;$$

При збільшенні часу роботи достатньо однієї машини РСС-6Б.

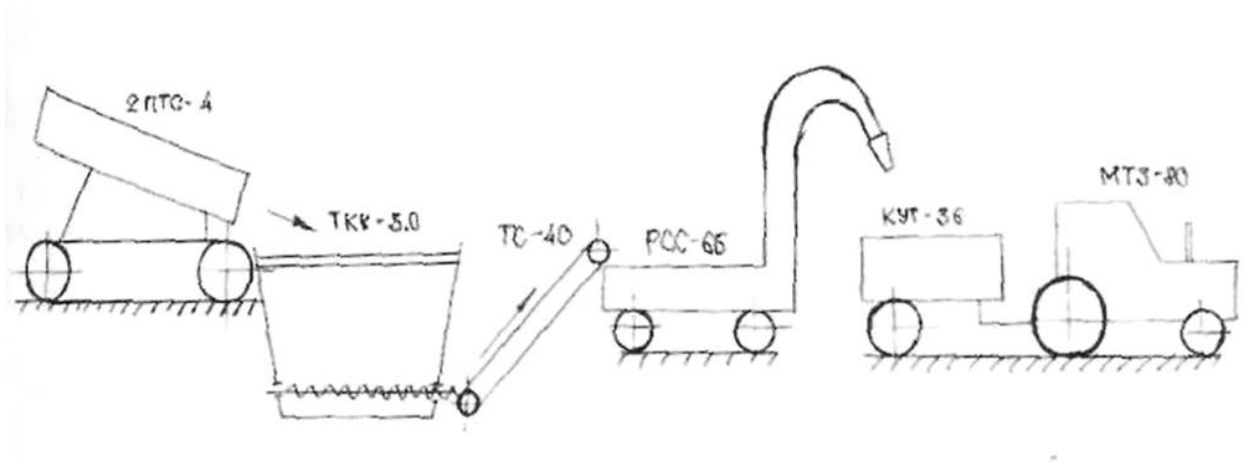


Рисунок 2.13 - Схема технологічної лінії подрібнення деревних зелених кормів

2.3 Конструктивний розрахунок удосконаленої машини

2.3.1. Розрахунок живильного апарату

«Живильний апарат виконує послідовно наступні операції:
затягування – ущільнення – подача матеріалу.

Діаметр залежить від товщини шару на вході і на виході:

$$D = \frac{H \cdot h}{1 - \cos \alpha}; \quad \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}}; \quad \text{якщо } f = \operatorname{tg} \alpha; \quad (2.5)$$

f - коефіцієнт тертя; $f = \operatorname{tg} \varphi$; $\varphi = 18 \dots 24^\circ$; $\varphi = 0,5$, $H = 110 \text{ мм}$; $h = 60 \text{ мм}$ » [22].

$$D = \frac{110 \cdot 60}{1 \sqrt{1 + 0,5^2}} = 400 \text{ мм};$$

Оскільки діаметр живильних вальців є великим, тоді вальці проектуємо рифленими і приймаємо діаметр 80...100 мм.

Знаходимо швидкість і потужність роботи живильника.

«Крутний момент знаходимо з рівняння:

$$M_c = g \cdot P_c \cdot r_c = I \frac{d\varpi}{dt}; \quad P_c = \frac{I}{r_c} \cdot \frac{d\varpi}{dt}; \quad \text{де } \frac{d\varpi}{dt} = 10 \dots 30 \text{ сек}^{-2}. \quad (2.6)$$

Потужність яка необхідна для процесу подрібнення» [22].

$$N_p = \frac{M_c \cdot \varpi}{102} = \frac{24 \cdot 40}{102} = 9,7 \text{ кВт}; \quad (2.7)$$

$$N_{\text{дв}} = 9,7 \cdot \frac{5}{3} = 16,2 \text{ кВт}. \quad (2.8)$$

Приймаємо електродвигун потужністю $N = 17 \text{ кВт}$, марка АО – 52.

2.3.2 Розрахунок деталей подрібнювача на міцність

Розрахунок транспортера живильного механізму і притискних вальців.

Розраховуємо крутний момент на валу притискних вальців, якщо потужність:

$$N_{pv} = \frac{N_{\text{дв}}}{5} = \frac{17}{5} = 3,4 \text{ кВт}. \quad (2.9)$$

Розраховуємо крутний момент на валу за формулою:

$$M_{kp} = 716,2 \frac{M}{h} = \frac{716,2 \cdot 6,8}{800} = 6 \text{ кг} \cdot \text{м}; \quad (2.10)$$

$$N_b = (0,35..0,4)N_{\partial\theta}; N_c = 0,4 \cdot 1,7 = 6,8 \text{ кВт}.$$

«Розраховуємо діаметр валу живильного механізму за умови міцності на скручування:

$$M_{кр} = 20[\tau]_{кр}$$

$$Z = \frac{M_{кр}}{W_p} \leq [\tau]_{кр}; \quad (2.11)$$

$$\text{де } [\tau]_{кр} = 200...300 \text{ кгс/см}^2;$$

$$W_p = \frac{n \cdot d^2}{60}; \quad (2.12)$$

$$\tau_{кр} = \frac{M_{кр} \cdot 16}{n \cdot d^3} \leq [\tau]; \quad (2.13)$$

Розраховуємо діаметр валу подрібнювача» [22].

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_{кр}}{\pi \cdot [\tau]_{кр}}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 6}{3,14 \cdot 30}} = 0,065 \text{ м.} \quad (2.14)$$

Проведемо розрахунок зусилля веденої шестерні:

$$P_1 = \frac{2M_{кр}}{d} = 185 \text{ кгс}; P_2 = \frac{2M_{кр}}{M_c} = \frac{2 \cdot 60}{0,102} = 118 \text{ кгс}; \quad (2.15)$$

$$P_3 - \text{округлене зусилля приводного валу}; P_3 = \frac{2 \cdot 6}{0,02} = 600 \text{ кгс};$$

«Сила тертя $P_{тр}$ між вальцями з робочою масою:

$$P_{тр} = f_{тр} \cdot I; \quad (2.16)$$

де $f_{тр} = 0,5$ і усі матеріали $[0,2m(\gamma \cdot \nu)]$ » [22].

Розрахунок діаметру валу подрібнювача:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{кр}}{0,1G}} = \sqrt[3]{\frac{11,6}{0,1 \cdot 300}} = 0,034 \text{ м.} \quad (2.17)$$

Приймаємо діаметр робочого валу подрібнювача $d=0,3\text{м}$.

«Вибір підшипників.

C - коефіцієнт робото здатності; $C(nh)^{0,3} \cdot Q$.

L - число часів (1000)

$Q = K_m \cdot R_g \cdot K_b \cdot K_r$; $R_g = 1,1$; $K_b = 1,7$; $K_r = 1$.

Вибираємо підшипник 308 (3)» [22].

РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1 Розробка карти показників безпеки подрібнювача

«Таблиця 3.1 – Карта показників безпеки подрібнювача РСС-6Б

Найменування вузла машини.	Контрольований показник. Нормативні вимоги безпеки	Метод оцінки. Прилади, інструмент. Пристосування	Періодичність
1	2	3	4
1. Показник завантаження	Справність амперметра-індикатора	Випробування	О
2. Електродвигун	Відсутність оголення електромережі	Зовнішній огляд	О
	Надійність заземлення (опір зазелених приладів не більше 4 Ом)	Замірювання: УЗС-416	Δ
	Надійність автоматичного відключення при пере навантаженнях	Замірювання: МС-0,7	Δ
3. Розподільний щіток	Надійність заземлення (опір контуру повторного заземлення не більше 4 Ом)	Зовнішній огляд Замірювання: МС-0,7	□ Δ
4. Привід барабану подрібнення	Наявність огороження з блокуючим пристроєм, для вимикання роботи при відкритих робочих органах	Зовнішній огляд	О
	Натяг пасів і ланцюгів приводу (прогин ланцюга посередині відстані при зусиллі 60...70 Н має складати 10...15 мм, пасів 20...25 мм)	Замірювання: вимірювальна лінійка	□

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4
5. Камера подрібнення	Відсутність сторонніх предметів	Зовнішній огляд	О
	Правильність встановлення зазору між ножами ріжучого барабану і кромкою протиріжучої пластини (0,3...1,0 мм)	Випробування	<input type="checkbox"/>
	Надійність кріплення молотків, ступінь їх зношування	Зовнішній огляд	<input type="checkbox"/>
	Правильність встановлення решіт	Випробування	<input type="checkbox"/>
	Відповідність напряду обертання барабану	Випробування	<input type="checkbox"/>
	Надійність кріплення відкидної частини кожуху	Випробування	<input type="checkbox"/>
6. Привід транспортерів	Рівень масла в редукторі	Замірювання: щуп	О
7. Подавальний і ущільнюючий транспортери	Відсутність сторонніх предметів	Зовнішній огляд	О
	Натяг стрічок (прогин в середині прольоту при зусиллі 60...70 Н повинен складати 10...15 мм)	Замірювання: вимірювальна лінійка	<input type="checkbox"/>
	Наявність штифта зупинки при аварійному стані	Зовнішній огляд	<input type="checkbox"/>
8. Муфти:	Наявність огороженні передач	Зовнішній огляд	О
розгінна відцентрова	Правильність установки зазору між накладками колодок ободу шківа (0,8...1,2 мм)	Замірювання: щуп	<input type="checkbox"/>
граничного моменту	Правильність затягнення пружин (до розміру 8,5+0,6 мм)	Замірювання: штангенциркуль	<input type="checkbox"/>
	Можливість автоматичного відключення ріжучого барабану	Випробування	<input type="checkbox"/>

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4
9. Циклон	Відсутність сторонніх предметів	Зовнішній огляд	О
10. Шлюзовий затвор з черв'ячним редуктором	Відсутність сторонніх предметів	Зовнішній огляд	О
	Наявність захисного кожуху	Зовнішній огляд	О
	Рівень мастила в редукторі	Замірювання: щуп	□
11. Вентилятор	Наявність гнучких вставок між вентилятором і повітряпроводом	Зовнішній огляд	О

П р и м і т к а. В приміщенні, де працює машина, запиленість не повинна перевищувати 4 мг/м³. Обов'язкова наявність у приміщенні вогнегасника (один – на 50м² площі).

Умовні позначення: О – щозмінно; □ – щомісяця; Δ – щосезонно» [21].

3.2 Загальні правила техніки безпеки та електробезпеки при експлуатації машини

3.2.1 Небезпечні і шкідливі виробничі фактори

«Сучасне сільськогосподарське виробництво безупинно оснащується різноманітними складними машинами й устаткуванням, агрегатами, безпечна робота на який вимагає відповідних знань. Для запобігання травматизму і захворюваності в сільському господарстві необхідні знання по охороні праці, уміння володіти прийомами надання першої медичної допомоги і методами гасіння пожеж.

Істотний вплив на умови праці роблять небезпечні і шкідливі виробничі фактори, що по природі дії класифікуються на такі групи: фізичні, хімічні, біологічні і психологічні» [8, 9].

«До групи фізичних факторів відносяться машини, що рухаються, і механізми, не захищені рухливі елементи виробничого устаткування, вироби і

заготівлі що пересуваються, матеріали, підвищена забрудненість і запиленість повітря робочої зони, підвищена чи знижена температура, вологість, швидкість, барометричний тиск, іонізація повітря робочої зони, підвищений рівень шуму, вібрації, іонізуючі і електромагнітні випромінювання, статична напруга, ультрафіолетова й інфрачервона радіація, небезпечний рівень напруги в електричній мережі, підвищена напруженість електричного і магнітного полю, пульсації світлового потоку і яскравість світла, знижена контрастність, пряма й відбита яскравість» [8, 9].

«Група хімічних факторів розділяється:

- по характері впливу на організм людини: токсичні, подразливі, канцерогенні, мутаційні впливають на репродуктивну функцію.
- по шляху проникнення в організм людини: через органи подиху, шлунково-кишкового тракту, слизуваті оболонки.

Група біологічних факторів включає наступні біологічні об'єкти: потогінні мікроорганізми, бактерії, віруси, гриби найпростіші і продукти їхньої життєдіяльності, мікроорганізми.

Група психофізичних факторів по характеру дії поділяється на фізичні і нервовопсихічні перевантаження. До фізичних перевантажень відносяться статичні і динамічні. До нервовопсихічних – розумове перевантаження, перевантаження аналізаторів, монотонність праці» [8, 9].

3.2.2 Електробезпека

«На тваринницьких фермах електробезпечність проєктованих об'єктів і більшості установок, що працюють у несприятливих умовах, повинна бути поставлена на перше місце.

Тому електропроводка повинна бути в закритому виконанні. Для цього проводку поміщають у сталеві герметичні труби. Ізоляція проводів повинна бути розрахована на напругу 500 В. Освітлювальну проводку на фермі виконують на ізоляторах. Довжина проміжку між ізоляторами повинна бути не більш 2 метрів, перетин проводу не менш 1,5 мм². Щоб зменшити небезпеку

появи напруги на металевих частинах машин необхідно ізолювати від корпусів електроприводів електричну проводку. Заземлення і занулення здійснюється шляхом приєднання всіх металевих струмоведучих частин устаткування до нульового проводу електромережі» [26].

«Особи, які працюють на машині або установці, повинні працювати в одязі з зав'язаними рукавами, не підходячи близько до струмопровідних частин і не торкатись їх, хоч вони й ізольовані; не торкатися руками проводів, які горять, і не гасити їх водою.

Електричну апаратуру фермських машин з електроприводом обслуговують лише електромонтери, які мають відповідну підготовку і посвідчення на право обслуговування електроустановок» [26].

3.2.3 Пожежна безпека

«Пожежна безпека об'єкта повинна забезпечуватись системою запобігання пожежі, системою захисту і організаційними заходами.

Пожежний захист повинен забезпечуватись: максимально-можливим використанням не займистих і важко займистих речовин і матеріалів замість пожежно небезпечних; обмеженням кількістю пожежних речовин і їх розміщення; запобіганням розповсюдження пожежі, застосуванням заходів гасіння пожеж» [26].

Територія тваринницької ферми, розриви між спорудами не повинні бути забрудненні залишками корму, соломною, сухим послідом і іншими легко займистими речовинами.

На кожні 50м² площі виробничих приміщень і 100м² площі тваринницької ферми має бути один вогнегасник ОХП-5 або вуглекислотний .

В усіх будинках повинні стояти ящики із піском, а в місцях зберігання кормів – бочки із водою.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ВДОСКОНАЛЕНОГО ПОДРІБНЮВАЧА

Вихідні данні до розрахунків

Таблиця 4.1 - Вихідні данні:

Показники	Розм.	Варіанти	
		базовий	проектний
Маса машини	кг	1450	1450
Потужність на привод	кВт	16	16
Продуктивність	т/год.	2	2,5
Кількість обслуговуючого персоналу	люд.	1	1
Тарифний розряд працівника		IV	IV
Тарифна ставка	грн/год	49	49
Балансова ціна машини	грн.	52600	52600
Норма амортизаційних відрахувань		0,15	0,15
Норма відрахувань на ремонт та технічне обслуговування		0,05	0,05
Нормативне річне завантаження машини	год.	2565	2054
Річна продуктивність машини	т.	2565	2565
Продуктивність машини змінного часу	т/год.	1	1,25

Експлуатаційні витрати

«Економічний ефект від застосування модернізованої машини, як правило, забезпечується зниженням експлуатаційних витрат на виконання роботи у виробництві сільськогосподарської продукції. При цьому, в результаті удосконалення машини підлягають розрахунку експлуатаційні витрати. Визначаємо експлуатаційні витрати у розмірі на одиницю роботи:

$$S = Z + \Gamma + T_p + A, \text{ грн.}, \quad (4.1)$$

- де $З$ – заробітна плата працівників, грн.;
 Γ – вартість матеріалів та електроенергії, грн.;
 T_p – витрати на ремонт і технічне обслуговування машини, грн.;
 A – амортизаційні відрахування, грн.

Заробітну плату працівників визначаємо за формулою:

$$З = \sum_{i=1}^n \frac{N_i \cdot З_i \cdot K_3}{W}, (i = 1, 2, \dots, n), \text{ грн.}, \quad (4.2)$$

- де N_i – кількість працівників кожного тарифного розряду;
 $З$ – годинна тарифна ставка i -го розряду, грн./год;
 K_3 – коефіцієнт підвищення плати за виконання плану і нарахувань на зарплату (для механізованих робіт - $K_3 = 1,4$);
 W – продуктивність машини за час змінного часу, т/год» [20].

$$\begin{aligned} З_6 &= 1 \cdot 49 \cdot 1,4 : 2 = 436 \text{ грн.} \\ З_п &= 1 \cdot 49 \cdot 1,4 : 2,5 = 408 \text{ грн.} \end{aligned}$$

«Розраховуємо вартість електроенергії за формулою:

$$\Gamma_e = \frac{N_e \cdot Ц_e}{W}, \text{ грн.}, \quad (4.3)$$

- де N_e – номінальна потужність електродвигунів, кВт;
 $Ц_e$ – ціна 1 кВт . год електроенергії, грн/кВт.год» [20].

$$\begin{aligned} \Gamma_6 &= 17,0 \cdot 1,56 : 2 = 132,6 \text{ грн.} \\ \Gamma_п &= 17,0 \cdot 1,56 : 2,5 = 107 \text{ грн.} \end{aligned}$$

«Відрахування на поточний ремонт і технічне обслуговування машини у розрахунку на одиницю роботи:

$$T_p = \frac{1 \cdot B_m \cdot \mathcal{U}_m}{W \cdot T_m}, \text{ грн.}, \quad (4.4)$$

е B_m - балансова вартість машини, грн. ;

T_m - річне завантаження машини, год» [20].

$$T_6 = 52600 \cdot 0,05 : 2 : 2555 = 105 \text{ грн.}$$

$$T_n = 52600 \cdot 0,05 : 2,5 : 2044 = 85 \text{ грн.}$$

«Амортизаційні відрахування по машині:

$$A = \frac{1 \cdot B_m \cdot a_m}{W \cdot T_m}, \text{ грн.}, \quad (4.5)$$

де a_m - норма амортизаційних відрахувань по машині, %» [20].

$$A_6 = 52600 \cdot 0,15 : 2 : 2555 = 105 \text{ грн.}$$

$$A_n = 52600 \cdot 0,15 : 2,5 : 2044 = 85 \text{ грн.}$$

Річна економія експлуатаційних витрат

«Річна економія експлуатаційних витрат визначається як різниця роботи по базовій і новій машинам, помножена на річний об'єм робіт удосконаленої машини, тобто:

$$E_p = (S_0 - S_1) \cdot W_1 \cdot T_1 \text{ грн.}, \quad (4.6)$$

де S_0, S_1 - експлуатаційні витрати на одиницю роботи базової і модернізованої машини грн.;

W_1 - годинна продуктивність модернізованої машини, т/год.;

T_1 - річне завантаження в годинах модернізованої машини, т» [20].

$$S_6 = 136 + 13,3 + 0,5 + 1,514 = 12885 \text{ грн.}$$

$$S_n = 108 + 10,7 + 0,5 + 1,514 = 12539 \text{ грн.}$$

$$E = (2885 - 2539) \cdot 1,25 \cdot 2044 = 156720 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення

«Капіталовкладеннями в модернізовану машину в період експлуатації є її балансова вартість. При визначенні економічної ефективності удосконаленої машини важливе значення має різниця в капітальних витратах між базовою й удосконаленою машинами. Якщо капітальні витрати на удосконалену машину менше, ніж на базову, то споживач техніки має економію на капіталовкладеннях. Проте, частіше усього модернізована машина має вартість вище базової. У цьому випадку в наявності додаткові капіталовкладення, які визначаються наступним чином, грн :

$$\Delta K = K_1 - K_0; \quad (4.7)$$

де ΔK - додаткові капіталовкладення на удосконалену машину ;

K_1 - капіталовкладення на удосконалену машину ($K_1 = B_1$) грн.;

K_0 - капіталовкладення в базову машину ($K_0 = B_0$) грн.

У визначенні економічної ефективності удосконаленої машини важливе значення має розмір капітальних витрат, що припадають на одиницю виробітку. Цей розмір є питомі капіталовкладення, що визначаються як відношення балансової вартості машини до її річного виробітку» [20].

$$K_{\text{вд.о}} = \frac{K_0}{W_{0,200}}; \quad K_{\text{вд.1}} = \frac{K_1}{W_{1,200}}; \quad (4.8)$$

$$K_{\text{б}} = 52600 : 2565 = 202,0 \text{ грн/т.}$$

$$K_{\text{п}} = 52600 : 2565 = 202,0 \text{ грн/т.}$$

Річний економічний ефект по приведеним витратам

«Річний економічний ефект від застосування модернізованого варіанта техніки в розрахунку на одну машину - це різниця приведених витрат:

$$E_{np} = (I_0 - I_1) \cdot W_{1200} = [(S_0 + E_H \cdot K_{y\partial.o}) - (S_1 + E_H \cdot K_{1,y\partial})] \cdot W_{1200} \text{ грн.}, \quad (4.9)$$

де I_0, I_1 - приведені витрати відповідно по базовій і удосконаленій машинах у розрахунку на одиницю роботи, грн.;

$W_{год}$ - річний виробіток удосконаленої машини, тони;

S_0, S_1 - експлуатаційні витрати відповідно для базової і удосконаленої машин у розрахунку на одиницю роботи, грн. ;

$K_{уд.0}, K_{уд.1}$ - питомі капітальні витрати відповідно для базової і удосконаленої машин у розрахунку на одиницю роботи, грн» [20].

$$E_{np} = [(289 + 0,15 \cdot 202) - (254 + 0,15 \cdot 202)] \cdot 2565 = 156510 \text{ грн.}$$

Продуктивність праці

«Продуктивність праці характеризується виходом виготовленої продукції або обсягом виконаної роботи в розрахунку на одиницю витрат праці (люд.годин, люд.день).

У робочому процесі або окремій операції продуктивність праці по машинах, які порівнюються, визначається як відношення годинної продуктивності машини до кількості працівників, що обслуговують машину:

$$P_0 = \frac{W_1}{N_0}; \quad P_1 = \frac{W_1}{N_1}; \quad (4.10)$$

де P_0, P_1 - продуктивність праці в базовому і удосконаленому варіантах, од. роботи/год.

W_0, W_1 - година продуктивність відповідно базової і удосконаленої машин, од. роботи/год ;

N_0, N_1 - кількість працівників відповідно базової і удосконаленої машин люд» [20].

$$\begin{aligned} \text{Пб} &= 2 : 1 = 2 \text{ т./люд.год} \\ \text{Пп} &= 2,5 : 1 = 2,5 \text{ т./люд.год} \end{aligned}$$

Трудомісткість

«Трудомісткість продукції або окремої операції характеризується кількістю живої праці, витраченої на виробництво цієї продукції або виконання даної операції.

Трудомісткість виконання будь-якої операції при однаковому рівні кваліфікації та інтенсивності праці персоналу визначається як:

$$T_{p_0} = \frac{N_0}{W_0}; \quad T_{p_1} = \frac{N_1}{W_1}; \quad (4.11)$$

де T_{p_0}, T_{p_1} - трудомісткість виконання операції відповідно базовою і удосконаленою машинами, люд.год/т» [20].

$$\begin{aligned} T_b &= 1 : 2 = 0,5 \text{ люд.год/т.} \\ T_n &= 1 : 2,5 = 0,4 \text{ люд.год/т.} \end{aligned}$$

Визначення техніко-економічних показників

«Найважливішими техніко-економічними показниками є: продуктивність машини, матеріалоємність процесу, енергоємність процесу, енергонасиченість тощо. Техніко-економічні показники безпосередньо залежать від технічних параметрів машин» [20].

Матеріалоємність

«Матеріалоємність операції - відношення маси агрегату до виробітку на цій операції:

$$M_j = \frac{G_m}{T_m}; \quad (4.12)$$

де M_j - матеріалоємність операції в розрахунку на одиницю роботи, кг;

G_m - маса машини, кг.;

T_m - річне завантаження машини, год» [20].

$$M_{\text{б}} = 1450 : 2555 = 0,58 \text{ кг/т.}$$

$$M_{\text{п}} = 1450 : 2555 = 0,58 \text{ кг/т.}$$

Енергоємність процесу

«Енергоємність процесу визначається як відношення ефективної потужності двигуна до годинної продуктивності машини:

$$F_j = \frac{N_{\text{эф}}}{W_j}; \quad (4.13)$$

де $N_{\text{эф}}$ - ефективна потужність двигуна, кВт» [20].

$$E_{\text{п}} = 17,0 : 2 = 8,5 \text{ кВт.год/т.}$$

$$E_{\text{б}} = 17,0 : 2,5 = 7,2 \text{ кВт.год/т.}$$

Енергонасиченість

«Цей показник визначається як відношення номінальної потужності двигуна до маси машини:

$$F_n = \frac{N_e}{G_m}; \quad (4.14)$$

де F_n - енергонасиченість машини, кВт/тон» [20].

$$E_{\text{нп}} = 17,0 : 1,3 = 13,2 \text{ кВт./т.}$$

$$E_{\text{нб}} = 17,0 : 1,3 = 13,2 \text{ кВт./т.}$$

Результати розрахунку зводимо в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 – Техніко-економічні показники

Показники	Розм.	Машина		Проект. у % до базового
		базова	проект.	
Продуктивність машини	т/год.	2	2,5	125
Річний виробіток машини	т.	2560	2560	100
Матеріалоємність машини	кг/т.	0,58	0,58	100
Енергоємність машини	кВт.год/т.	8,4	7,3	80
Енергонасиченість машини	кВт/т.	13,4	13,4	100
Продуктивність праці	т/люд.год	2	2,5	125
Трудомісткість	люд.год/т	0,5	0,4	80
Експлуатаційні витрати	грн/т.	29	25	82
Річна економія експлуатаційних витрат	грн.		156720	
Річний економічний ефект за приведеними витратами	грн.		156510	

ВИСНОВОК

У кваліфікаційній роботі проведено проектування механізованого процесу лінії подрібнення стеблових та деревних компонентів фітомаси, яка може використовуватися для приготування кормової добавки у раціонах годівлі тварин. Також розглянуто спосіб удосконалення конструкції подрібнювача грубих кормів РСС–6Б та виконано економічне обґрунтування використання удосконаленого подрібнювача.

При використанні удосконаленого подрібнювача кормів, підвищується продуктивність роботи машини, знижується його енергоємність і металоємність.

Річний економічний ефект від впровадження склав 156720 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Братишко, Н.І. Рекомендації з нормування годівлі сільськогосподарської птиці [Текст] / Н.І. Братишко, А.І. Горобець, О.В. Притуленко та ін. – Борки, 2005. – 99 с.
2. Бойко І.Г. Машини та обладнання для тваринництва – Х: ХНТУСГ. Т.1. – 2006. – 275 с.
3. Бойко І.Г. Машини та обладнання для тваринництва – Х: ХНТУСГ. – Т.2. – 2006. – 279 с.
4. Бойко І.Г., Науменко О.А., Полупанов В.М. Проектування технологій і технічних засобів для тваринництва"– Х: ХНТУСГ.-2009. – 429с.
5. Волох В.О., Дзюба А.І. Чаплигін Є.М Навчально-методичні рекомендації для лабораторних- практичних занять, для здобувачів вищої освіти ОР «бакалавр» з дисципліни «Машини та обладнання для тваринництва». Старобільськ, 2019. 73с.
6. Волох В.О., Дзюба А.І. Чаплигін Є.М. Методичні рекомендації для лабораторних робіт здобувачів вищої освіти ОР «бакалавр» з дисципліни «Машини, обладнання та їх використання при переробці сільськогосподарської продукції». Старобільськ, 2019. 65с.
7. Волох В.О., Дзюба А.І. Чаплигін Є.М. Конспект лекцій, для здобувачів вищої освіти ОР «бакалавр» з дисципліни «Машини і обладнання для тваринництва» Старобільськ, 2019. 141с.
8. ДСТУ-П 18002:2006 Системи управління безпекою та гігієною праці. Основні принципи виконання вимог (OHSAS 18002:2000, IDT).
9. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».
10. Єгоров, Б.В. Технологія виробництва комбікормів [Текст] : підручник для студ. вищ. навч. закладів / Б.В. Єгоров. – Одеса.: Друкарський дім. – 2011. – 448 с.

11. Єрмакова Л.М., Івановська Р.Т., Шевніков М.Я. Кормовиробництво: Навчальний посібник . За редакцією Л.М. Єрмакової. К.,2008. 396 с.
12. Зінченко О. І. Кормовиробництво: Навчальне видання. - 2-е вид., доп. і перероб. К.: Вища освіта, 2005. 448 с.
13. Ібатулін, І.І. Годівля сільськогосподарських тварин [Текст] / І.І. Ібатулін, Д.О. Мельничук, Г.О. Богданов та ін.: підручник. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 616 с.
14. Ібатулін І.І. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин / І.І. Ібатулін , А.І. Чигрин, В.В. Отченашко. – Житомир: «Полісся», 2013. – 442 с.
15. Костенко, В.М. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин [Текст] / В.М. Костенко, К.М. Сироватко, В.В. Панько, С.О. Мушит та ін. Частина II. Нормована годівля сільськогосподарських тварин. – Вінниця, 2007. – 226 с.
16. Чаплигін Є.М., Поляков Б.А. Аналіз технологічного процесу та режимів роботи обладнання з подрібнення лісової фітомаси. Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка., «Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу» (25-26 жовтня). Вип.197. -Харків: ХНТУСГ, 2018. С.96-106.
17. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи здобувачів першого (бакалаврського) освітнього рівня по спеціальності «208 Агроінженерія» денної та заочної форм навчання /укл. Поляков А.М., Волох В.О., Логвиненко М.В., Фесенко Г.В., Риндяєв В.І., Чаплигін Є.М. – Слов'янськ: ЛНАУ, 2020. – 28с.
18. Проваторов, Г.В. Норми годівлі, раціони і поживність кормів для різних видів сільськогосподарських тварин [Текст] / Г.В. Проваторов, В.І. Ладика, Л.В. Бондарчук; за заг. ред. В.О. Проваторова. – 2-ге вид., стер. – Суми: Університетська книга, 2009. – 489 с.
19. Проваторов, Г.В. Годівля сільськогосподарських тварин [Текст] / Г.В. Проваторов, В.О. Проваторова: Підручник. – Суми: ВТД

«Університетська книга», 2004. – 510 с.

20. Ревенко І.І., Роговий В.Д., Кравчук В.І. і ін. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств. - К.: Урожай, 1999. - 192 с.

21. Ревенко І.І., Манько В.М., Кравчук В.І.. Машино використання у тваринництві. - К.: Урожай, 1999. - 208 с.

22. Ревенко І.І. Машини та обладнання для тваринництва / І.І. Ревенко, М.В. Брагінець, В.І. Ревенко. – К.: Кондор. – 2009.- 731 с.

23. Технологія кормів та кормових добавок: навчальний посібник / К.М. Сироватко, М.О. Зотько. - Вінниця: ВНАУ, 2020.- 263 с.

24. ISO 128-34:2005. Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Види на машинобудівних креслениках.

25. ГОСТ 2.604:2005. Едина система конструкторської документації. Кресленики ремонтні. Загальні вимоги

26. «Перелік машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки» Постанова КМУ №1107 в редакції від 07.02.2018 року.

ДОДАТКИ