

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

**П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а**

до дипломного проекту  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ЗАГОТІВЛІ  
КОРМІВ З РОЗРОБКОЮ ДИСКОВОЇ  
КОСАРКИ**

**Виконав:** студент \_\_\_\_\_ Марченко Андрій Ігорович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Кобець Анатолій Степанович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2024

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра: Тракторів і сільськогосподарських машин (ТСГМ)

Освітній ступінь - "Бакалавр"

Напрямок підготовки: 208 "Агроінженерія"

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

канд. техн. наук, доцент

(вчене звання)

Г.В. Теслюк

(підпис)

(прізвище, ініціали)

„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**З А В Д А Н Н Я  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

керівник проєкту \_\_\_\_\_

( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом проєкту \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до проєкту \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

---



---



---



---



---



---

6. Консультанти розділів проєкту

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

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітка

Студент

\_\_\_\_\_ ( підпис )

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

\_\_\_\_\_ ( підпис )

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Марченко А.І. Удосконалення механізації заготівлі кормів з розробкою дискової косарки/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2024. – 68 с.

В роботі проведено аналіз агротехнічних вимог до машин для скошування трав та стану механізації заготівлі кормів в Україні з класифікацією різальних апаратів збиральних машин як вітчизняного, так і закордонного виробництва.

Обґрунтована схема і розроблена конструкція дискової косарки для агрегування із самохідним шасі та проведені розрахунки основних параметрів і режиму його роботи. Розроблено робочі креслення вузлів і деталей.

Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані при проведенні інструктажів при вирощуванні і збиранні трав і підвищать рівень безпеки працівників при виконанні технологічних операцій.

Річний економічний ефект від застосування розробок на практиці становить 9944,8 грн., а затрати на розробку і впровадження окупаються протягом першого року використання.

Ключові слова: корма, трави, різальний апарат, технологія, косарка, параметри, режим роботи, охорона праці, економічний ефект.

## З М І С Т

В С Т У П. . . . .	6
1 АГРОТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ СКОШУВАННЯ ТРАВ. . . . .	9
1.1 Вимоги до скошування. . . . .	9
1.2 Основні фізико-механічні характеристики рослин. . . . .	10
2 СТАН МЕХАНІЗАЦІЇ СКОШУВАННЯ ТРАВ. . . . .	12
2.1 Класифікація машин для скошування трав. . . . .	12
2.2 Ріжучі апарати косарок. . . . .	13
2.2.1 Ріжучі апарати із зворотно-поступальним рухом ножа та нерухомими пальцями. . . . .	14
2.2.2 Двохножові безпальцеві ріжучі апарати із зворотно- поступальним рухом ножів. . . . .	15
2.2.3 Ріжучі апарати із зворотно-поступальним рухом ножів та рухомими пальцями. . . . .	16
2.2.4 Ріжучі апарати безпідпiрного рiзання iз обертанням ножiв навколо горизонтальної осі (роторні). . . . .	16
2.2.5 Ріжучі апарати безпідпiрного рiзання iз обертанням ножiв навколо вертикальної осі (ротаційні). . . . .	17
2.2.6 Ріжучі апарати підпiрного рiзання iз обертовим рухом ножiв. . .	18
2.2.7 Ріжучі апарати з поступальним рухом ножів. . . . .	18
2.3 Сучасні косарки для скошування трав. . . . .	18
3 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ ТА ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ КОСАРКИ. . . . .	25
3.1 Коротка характеристика самохідного шасі. . . . .	25
3.2 Розрахунок параметрів косарки. . . . .	26
3.3 Розрахунок рами косарки. . . . .	35
4 ОХОРОНА ПРАЦІ. . . . .	37
4.1 Охорона праці при роботі на сільськогосподарській техніці. . . . .	37
4.2 Безпека при комплектуванні та використанні МТА. . . . .	39
4.3 Безпека праці при виконанні польових робіт. . . . .	40
4.4 Безпека праці при роботі косарки. . . . .	41
5 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА. . . . .	43
6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ. . . . .	48
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ. . . . .	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ. . . . .	55
Д О Д А Т К И. . . . .	58

## ВСТУП

Розгорнута росією широкомасштабна війна суттєво вплинула на економіку нашої країни, зокрема на її аграрний сектор. За даними Мінагрополітики, через війну площа земель під посіви сільськогосподарських культур вже в 2022 році зменшилася на 3,5 млн га [1]. У фермерів, що займаються тваринництвом, наразі через бойові дії є проблеми з кормами та переробкою продукції. Але агресору не вдалося зупинити роботу аграрного бізнесу в Україні. В умовах війни аграрний сектор став другим фронтом боротьби нашого народу за продовольчу та фінансову незалежність.

Згідно з дослідженням KSE Agrocenter [2], загальні збитки в сільському господарстві від повномасштабного вторгнення наразі становлять \$40,2 млрд – ця цифра перевищує, наприклад, аграрний ВВП України в 2021 році. Найбільша категорія збитків пов'язана зі зниженням виробництва рослинництва, на яке припадає 57% збитків, або \$23 млрд. Збитки від скорочення виробництва у тваринництві, аквакультурі та рибальстві становлять \$1,7 млрд.

Для забезпечення продовольчої безпеки вітчизняні товаровиробники мають виробити [3]:

- молока - на рівні 8,23 млн тонн,
- м'яса великої рогатої худоби - 135 тис. тонн,
- м'яса свиней - 600 тис. тонн,
- м'яса птиці - 1,62 млн тонн,
- яєць - 4,1 млрд.

Однією з причин різкого зниження темпів виробництва молока і яловичини, що спостерігається останнім часом, є незадовільний стан кормової бази. Саме слабка забезпеченість кормами та їх низька якість призводить до того, що генетичний потенціал тварин реалізовується лише на 40–60%. Корми значною мірою визначають і економічні показники, тому що в структурі

собівартості продукції великої рогатої худоби (ВРХ) на їх частку припадає до 70% витрат. Практично кожні 2% зменшення вартості кормів зменшують на 1,0–1,4% ціну м'яса і молока [4]. Більша частка у формуванні вартості кормів належить засобам механізації заготівлі кормів.

Потреба у підвищенні якості кормів зумовлена істотним впливом її на продуктивність тварин, технологічні та дієтичні властивості тваринницької продукції. Наукові дослідження і виробничий досвід свідчать, що підвищення якості кормів рівнозначне збільшенню їх кількості. Так, для одержання 1 т м'яса і молока першокласних кормів потрібно на 30—35% менше, ніж кормів третього класу.

На сьогодні в Україні розроблено і використовується багато різних технологій заготівлі грубих кормів. Але в усіх сучасних технологіях є одна загальна операція – скошування. Операція скошування є першою відповідальною і тому дуже важливою у процесі заготівлі кормів. У структурі енерговитрат на заготівлю кормів із трав операція скошування займає 20-25%.

Збільшення кількості та підвищення якості кормів вимагає адекватної політики. На жаль, в Україні забезпеченість кормозбиральною технікою не перевищує 50 %, а тією, яка забезпечує необхідну якість кормів, і того менше. Закордонні закупки кормозбиральної техніки при загальній фінансовій скруті об'єктивно не можуть бути пріоритетними, оскільки іноземна техніка в декілька разів дорожча вітчизняної, але якщо навіть її придбати, то продукція тваринництва при такій собівартості не буде потрібна навіть на внутрішньому ринку.

Особлива проблема – забезпечення кормозбиральною технікою малих фермерських та підсобних господарств, які б при відповідній державній політиці підтримки могли б активно і ефективно займатися тваринництвом. Ця техніка повинна бути високоефективна і універсальна. Таке рішення дало б можливість швидкого відновлення поголів'я великої рогатої худоби та насичення продовольчого ринку України вітчизняними молоко- та м'ясопродуктами.

В господарствах багатьох фермерів є трактори малого класу (типу Т-16), які не дуже завантажені в технологічних процесах. Із-за малого набору машин до трактора Т-16 його річне завантаження недостатнє. Збільшити його можливо за рахунок використання цього трактора у технологічних процесах заготівлі кормів, зокрема за рахунок агрегаткування розробленої косарки.

Метою випускової роботи є удосконалення механізації заготівлі кормів з обґрунтуванням параметрів роторної косарки для умов і на замовлення селянського фермерського господарства «Нове» Царичанського району Дніпропетровської області.



## ТРАВ

### 1.1 Вимоги до скошування

У відповідності з зоотехнічними вимогами багаторічні трави скошують в фазі бутонізації, а злакові в фазі початку колосіння. Тривалість періоду скошування 8 – 10 днів.

Висота скошування трави сінокосів впливає на величину врожаю й зберігання рослин, відростання та склад змішаного травостою. Кількість листків в приземній та середній частині стебел залежить від виду трав, тому на вихід скошеної маси в значній мірі впливає висота скошування. Для найбільш повного збору врожаю необхідно зрізувати рослини як можна нижче. Але при значних нерівностях поля це може призвести до забруднення сіна землею, дерниною та залишками минулорічних рослин. Надто низький зріс бобових в північних районах приводить до підмерзання кореневої системи та порушує нормальне формування багаторічних трав. В південних районах бажано скошувати основну культуру (люцерну) чим нижче. Це дозволяє знищити низькорослі бур'яни. Крім того, при низькому скошуванні нові стебла люцерни розвиваються переважно від бруньок, в кореневій головці, внаслідок чого відростання та цвітіння люцерни відбувається швидше. Із врахуванням цього оптимальна висота зрізу рекомендується 5 – 6 см.

Другим важливим показником скошування являється якість зрізу. Зріз рослин повинен бути чистим, без виривання із землі та розривів стебел, що не тільки збільшує навантаження на ріжучі елементи, але й порушує ріст рослин та своєчасне отримання наступного врожаю.

Надмірне навантаження на опори ріжучого апарату зминає стерню та ущільнює поверхню поля, пригнічуючи кореневу систему рослин. Недостатнє навантаження призводить до того, що ріжучий апарат легко піднімається та висота стерні збільшується. Тому косарки необхідно проектувати із врахуванням та виконувати регулювання навантаження

апарата на ґрунт.

Операцію скошування в технології заготівлі сіна можна проводити самостійно або разом із плющенням. В залежності від цього машини для скошування трав розділяють на дві групи: косарки, які зрізають рослини і залишають масу в прокосі, та косарки-плющилки, які здійснюють одночасно зрізання рослин, їх плющення та укладання скошеної маси у валок. Існують деякі конструкції косарок-плющилок, які можуть залишати зрізану масу в прокосі.

По виду джерела енергії косарки першої групи розрізняють кінні, тракторні та самохідні. Косарки-плющилки бувають тракторні та самохідні. По способу агрегування із трактором косарки розділяють на начіпні, напівначіпні та причіпні. В залежності від числа ріжучих апаратів тракторні та самохідні косарки є одно- та багатобрусними [5, 6].

## 1.2 Основні фізико-механічні характеристики рослин

Основними фізико-механічними характеристиками, які необхідно враховувати при виконанні технологічного процесу, є розміри рослин, їх маса, коефіцієнти тертя, характеристики міцності та ін.

Висота трав в середньому становить 40 - 80 см, для пшениці і жита – 100 - 170 см. Урожайність трав в залежності від умов вегетації – 5 - 30 ц/га. Середня кількість стебел на 1 м<sup>2</sup> становить для жита, пшениці – 450 - 600, для природних трав – 1170 - 4845 [5].

Кількісні і масові характеристики залежать від умов вегетації, типу рослин і інших факторів (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 - Характеристика травостою [4]

		Рослинна маса з 1 квадратного метра
--	--	-------------------------------------

Тип луків	Урожай сіна, ц/га	Кількість рослин		Маса рослин		
		шт	%	волога, г	суха, г	суха, %
Заливні луки: - злакові		1170	28,7	508	207,5	37,7
- бобові		765	18,7	606	174,5	31,8
- різнотрав'я		849	20,8	616	145,5	26,5
- осокові		1297	31,8	65	22,0	4,0
<b>В С Ь О Г О</b>		4082	100	1795	549,5	100
Цілинно-степові луки:	13					
- злакові		4422	91,8	-	100	77
- різнотрав'я		384	7,9	-	27	21
- бобові		39	0,8	-	2	2
<b>В С Ь О Г О</b>		4845	100	220	129	100
Сіяні луки широко- рядного посіву:						
- люцерна		251	71	260	105	77
- бур'яни		102	29	115	33	23
<b>В С Ь О Г О</b>		353	100	375	138	100

## 2.1 Класифікація машин для скошування трав

По виду джерела енергії косарки першої групи розрізняють кінні (К – 1,4); тракторні ( КНФ–1,6 , КС–2,1 , КДП–4,0 , КРН–2,1 та інші ) та самохідні ( СКП–10 ). Косарки–плющилки бувають тракторні та самохідні. По способу агрегування із трактором косарки розділяють на начіпні (КНФ–1,6 , КС–2,1), напівначіпні КДП–4,0) та причіпні (КТП–6,0) (рис. 2.1). В залежності від числа ріжучих апаратів тракторні та самохідні косарки є одно- та багатобрусними [1;12 ]. Технічні характеристики косарок приведені в таблиці 2.1 і 2.2.

Таблиця 2.1 - Технічні характеристики косарок

ПОКАЗНИКИ	КС-2,1	КС-Ф-2,1	КСГ-2,1	КРН-2,1	КДП-4,0	КТП-6
Ширина захвата, м	2,1	2,1	2,1	2,1	4	6
Продуктивність за год. чистої роботи, га	До 2,5	До 2,5	1,3	3,1	3,4	До 5,4
Робоча швидкість, км/год	До 12	До 12	До 7	До 15	До 9	До 9
Мінімальна висота зрізу, см	6	6	6	3	6	6
Маса, кг	255	230	320	570	670	1250

Таблиця 2.2 - Технічні характеристики косарок-плющилок

ПОКАЗНИКИ	КПРН-3,0М	КПС-5Г	“Слов’янка”	Е-302
Ширина захвата, м	3	5,1	5,1	4,27
Продуктивність за год. чистої роботи, га	До 3,6	5,0	5,0	3,0
Робоча швидкість, км/год.	До 15	10	До 10	8,6

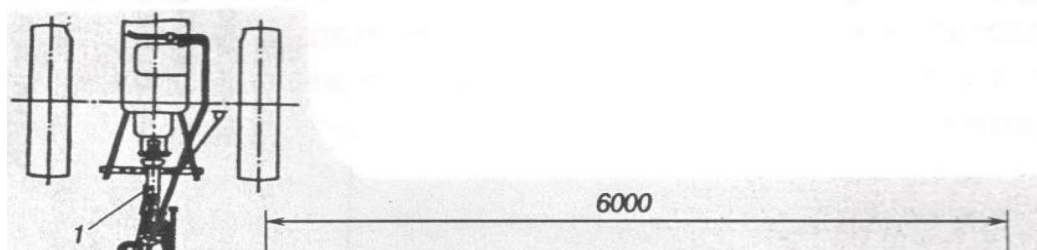


Рисунок 2.1 – Причіпна триярусна косарка КТП-6: 1 – карданний вал; 2 – трансмісія; 3 – рама; 4 – майданчик оператора; 5 – сидіння; 6 – гідророзподільник; 7 – шатун; 8 – шпренгель; 9 – тягова штанга; 10 - механізм підняття; 11 – різальний апарат

## 2.2 Ріжучі апарати косарок

По принципу зрізу рослин ріжучі апарати косарок можна розділити на дві основні групи: апарати, які зрізують стебла із підпором та без підпору стебел; по характеру руху ріжучих елементів - на апарати із зворотньо-поступальним рухом ножів та обертовим рухом. Ріжучі апарати із зворотньо-поступальним рухом ножів ділять на апарати із рухомими пальцями, нерухомими пальцями та двох ножові (рис. 2.2).

Ріжучі апарати безпідпільного зрізу із обертовим рухом робочих органів можна розділити на апарати із обертанням ріжучих елементів навколо вертикальної осі (ротаційні апарати ) та обертанням ріжучих елементів навколо горизонтальної осі (роторні апарати).

За розташуванням приводу робочих органів ротаційні апарати розділяють на апарати із верхнім, нижнім та комбінованим приводом.

### 2.2.1 Ріжучі апарати із зворотно-поступальним рухом ножа

та нерухомими пальцями

Ріжучий апарат представляє собою пальцевий брус із прикріпленими до нього зовнішніми та внутрішніми башмаками пальців та ножа, який рухається вздовж бруса. Пальцевий брус опирається на башмаки, які обладнані регульованими полозками, за допомогою яких можна регулювати висоту зрізу (рис. 2.3).

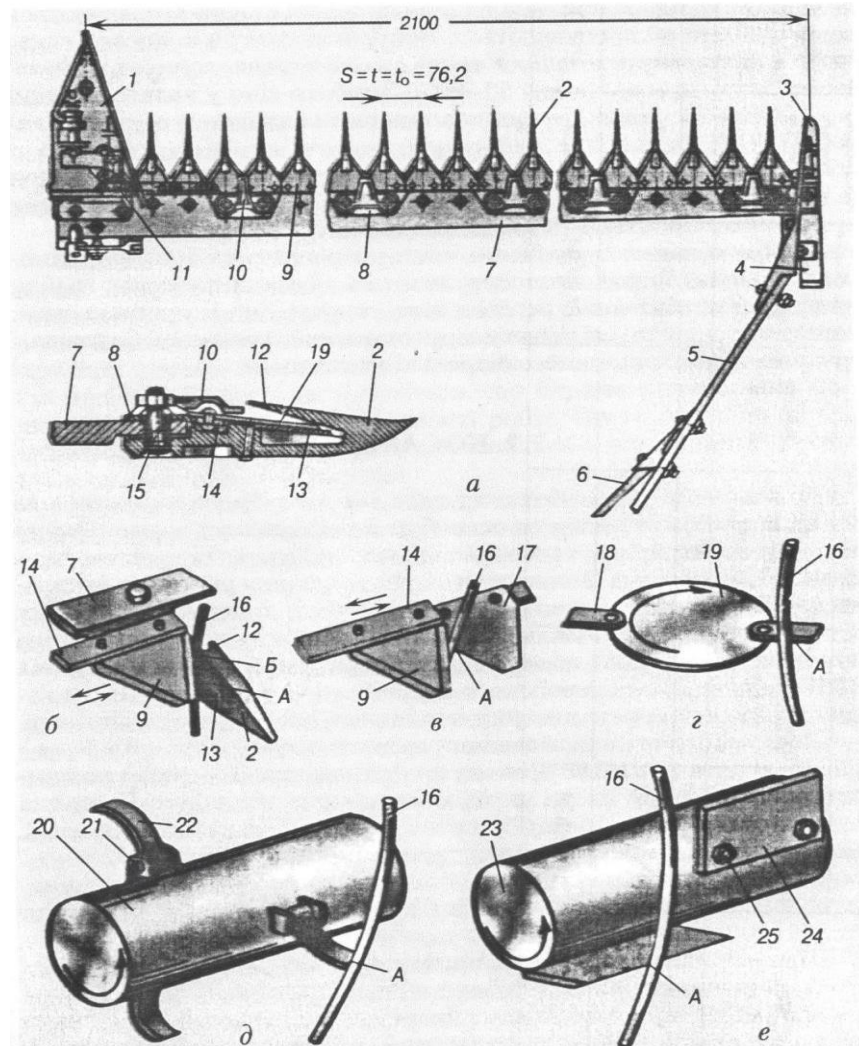


Рисунок 2.2 – Типи різальних апаратів: *a* і *б* – сегментно-пальцеві; *в* – безпальцевий; *г* – ротаційно-лисковий; *д* і *е* – ротаційно-барабанні; 1 – внутрішній башмак; 2 – палець; 3 – зовнішній башмак; 4 – опорний полозкок; 5 – дошка; 6 – стебловідвід; 7 – пальцевий брус; 8 – пластина тертя; 9 і 17 – сегменти; 10 – притискна лапка; 11 – головка ножа; 12 – відросток; 13 – протиризальна пластина; 14 – станина ножа; 15 і 25 – болти; 16 – рослина, що зрізається; 18, 22 і 24 – ножі; 19 – диск; 20 і 23 – барабани; 21 – вісь

Дані ріжучі апарати широко розповсюджені. Основні їхні переваги – це простота конструкції, низькі затрати енергії на привід ріжучого апарату.

Основним недоліком цього типу апарата являється зворотно-поступальний рух ножа, що визиває знакоперемінні інерційні навантаження, які обмежують збільшення швидкості різання, а відповідно і продуктивність машини. При роботі на полеглому травостої та при високій врожайності ці ріжучі апарати можуть забиватись.

Рисунок 2.3 – Косарка із сегментно-пальцевим різальним апаратом:  
 1 – різальний апарат; 2 – шарнір; 3 – механізм піднімання різального апарату; 4 – тягова штанга; 5 – фіксатор різального апарату в транспортному положенні; 6 – клинопасова передача; 7 – начіпний пристрій;  
 8 – шпренгель; 9 - шатун

### 2.2.2 Двохножові безпальцеві ріжучі апарати із зворотно-поступальним рухом ножів

В цих апаратах різання здійснюється двома ножами, які рухаються назустріч один одному. В зв'язку з цим при такому числі ходів, що і у пальцевого апарату, швидкість різання подвоюється, відгинання рослин зменшується. Це дозволяє здійснювати їх низький зріз ( 3 – 4 см ).

Інерційні сили ножів в апараті взаємно врівноважуються, що дозволяє збільшити число ходів ножів та забезпечити роботу косарок на більш високій поступальній швидкості, що значно підвищує продуктивність.

До недоліків двохножевих апаратів відносять складність підтримування постійного зазору між елементами верхнього та нижнього ножів в роботі. Збільшення цього зазору приводить до забивання апарату. На засмічених сторонніми предметами ділянках (каміння, металеві вироби тощо) ці апарати ненадійні в експлуатації із-за незахищених елементів.

### 2.2.3 Ріжучі апарати із зворотно-поступальним рухом ножів та рухомими пальцями

Такий ріжучий механізм розробила італійська фірма “Gribaldi”. Він складається з двох рухомих частин: ножа та полозків з пальцями. Хід ножа та пальців зворотно пропорційний їх масам, що забезпечує зрівноваження апарату.

Основним недоліком цих ріжучих апаратів являються значне знакозмінне навантаження, складність підтримування постійного зазору в ріжучих порах та опір тертю в них. Для збільшення робочих швидкостей косарок необхідне прямо пропорційне збільшення частоти коливань ножа, що приводить до квадратичного збільшення навантаження.

### 2.2.4 Ріжучі апарати безпідпирного різання із обертанням ножів навколо горизонтальної осі (роторні)

Апарат представляє собою горизонтальний вал із шарнірно підвішеними ножами Г-подібної форми. Чим нижче встановлений апарат, тим легше і якісніше відбувається зріз рослин, але при цьому ножі часто торкаються нерівностей ґрунту та забруднюють масу.

Діаметр роторів відомих конструкцій від 508 до 762 мм, а швидкості ножів в межах 27,7 – 61,4 м/с. Завдяки особливостям кінематики такі апарати нерівномірно подрібнюють рослини, тому їх частіше використовують в косарках-подрібнювачах КИР-1,5 , КПП-2,0.

### 2.2.5 Ріжучі апарати безпідпирного різання із обертанням ножів навколо вертикальної осі (ротаційні)



Аналіз конструктивних схем ротаційних ріжучих апаратів дозволяє розділити їх на два основні типи.

Перший тип має ротори, виконані у вигляді вертикальних консольних валів із закріпленими знизу несучими елементами із ножами. Несучим елементом являється диск, який обертається в горизонтальній площині. Привід роторів здійснюється зверху, що зумовлює верхнє розподілення несучої рами, під якою проходять зрізані рослини.

В другому типі апаратів використовують ротори із нижнім приводом. В цих апаратах ротори з ножами змонтовані зверху коробчастої рами, в середині якої розміщений привід роторів. При нижньому приводі апаратів трава вкладається в прокіс, а при верхньому – формується в валки. В результаті порівняння даних косарок із верхнім та нижнім приводом виявлені переваги апаратів із нижнім приводом: менша матеріаломісткість на 1 м захвату, рівномірне розподілення маси.

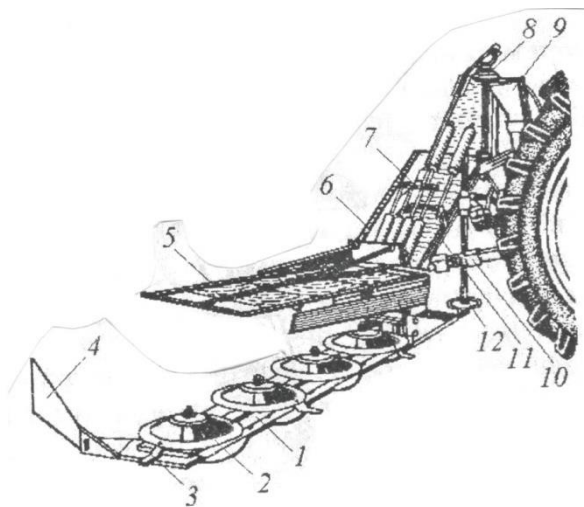


Рисунок 2.4 – Косарка з ротаційним різальним апаратом: 1 – брус різального апарата; 2 – ротор; 3 – ніж; 4 – подільник; 5 – огороження; 6 – клинопасова передача; 7 – механізм зрівноважування; 8 – гідроциліндр; 9 – головна рама; 10 – тяговий запобіжник; 11 – допоміжна рама; 12 - опора

Існують конструкції косарок із комбінованим приводом, крайні ротори приводяться зверху, а середні – знизу, завдяки цій компоновці приводу отримана жорстка конструкція рами.

### 2.2.6 Ріжучі апарати підпірного різання із обертовим рухом ножів

Апарат має горизонтальну вісь обертання. Він складається із обертаючого валу із закріпленими на ньому дисками, на якій закріплені ножі, зігнуті по гвинтовій лінії. До нижньої частини ріжучого барабана встановлена протиризальна пластина.

До недоліків апарата відносяться неможливість скошування травостою, вимога якого – більший радіус барабану, оскільки трава відхиляється перед ним.

### 2.2.7 Ріжучі апарати з поступальним рухом ножів

Такі апарати працюють по принципу як безпідпірного так і підпірного різання. В обох випадках ножі кріпляться на замкнутому ланцюговому або ремінному контурі. При підпірному різанні обидві вітки контуру рухаються в одній площині, причому різання відбувається тільки однією віткою в парі із протиризальними елементами, жорстко закріпленими на рамі машини. У випадку безпідпірного різання обидві вітки контуру із закріпленими на них ножами рухаються назустріч другій в різних напрямках.

Не дивлячись на те, що розглянуті апарати можуть забезпечити добру якість зрізу, вони, в виду конструктивної складності та ненадійності в роботі, застосування не знайшли. Ланцюг або пас швидко зношуються та розтягується, зазори в ріжучій парі порушуються.

## 2.3 Сучасні косарки для скошування трав

Технічне забезпечення сучасних технологій заготівлі кормів гарантують п'ять основних груп машин: косарки і косарки-плющилки, граблі і ворушилки, машини для заготівлі грубих кормів (сіна і соломи) в пресованому і розсипному вигляді, машини для збирання трав і силосних культур з подрібненням для приготування сінажу і силосу.

Найпоширенішими технологіями є скошування трав урозсип або валок із плющенням маси чи без нього. Як свідчать наукові дослідження та

виробничий досвід, економічно вигідно скошувати трави у валок. А вже потім, залежно від погодних умов, підбирати його на сіно чи сінаж. Плющення за сонячної погоди прискорює просихання скошеної маси приблизно вдвічі, а за дощової – створює умови для більшого вбирання вільної вологи й, відповідно, подовження часу висихання маси до кондиційної вологості 17% [5].



Рисунок 2.5 - Косарка КСН-1,8

Для скошування широко застосовують класичні косарки з коливальним рухом коси, ротаційні з обертальним рухом ножів і ланцюгові. Сегментні косарки з коливальним рухом коси прості за конструкцією, дешеві, але мають обмежену поступальну робочу швидкість до 3 м/с через низьку середню швидкість коси – 1,5-2,0 м/с, яку неможливо підвищити через інтенсивне зростання інерційних навантажень.

Ротаційні косарки барабанного і дискового типів або комбіновані відповідно з верхнім і нижнім приводом роторів дістають дедалі швидшого застосування завдяки підвищенню технологічної надійності через використання шарнірно навішених ножів, високу колову швидкість ножів – до 100 м/с і робочу швидкість - до 5 м/с. Однак цим косаркам властиві підвищені приблизно вдвічі енергоємність, металомісткість і ціна, менший у них і

коефіцієнт технічної готовності завдяки використанню складних габаритних зубчастих високо обертових редукторів, які в нашому виконанні рідко витримують сезон інтенсивної експлуатації.

Рисунок 2.6 – Роторна косарка фірми VICON – CM 300A

Рисунок 2.7 – Роторна косарка  
RS (Чехія)

Рисунок 2.8 – Роторна косарка  
CM 184 (Чехія)

Серед закордонних виробників косарок зайняті такі відомі фірми, як Claas, Kuhn, Krone, Vicon, Deutz-Fahr, John Deere, Fella, Mortl, JF, Niemeyer і ін. [6]. Аналіз показує, що за кордоном використовуються в основному ротаційні косарки, що пояснюється високою урожайністю трав. Тільки фірма

Motil випускає чотири моделі косарок з двоножовим безпальцевим різальним апаратом системи „Busatis” з шириною захвату 1,65; 1,9; 2,1 і 2,4 м (потужність приводу 5-7 к.с.) і дві моделі з сегментно-пальцевим різальним апаратом (робочий захват 1,65 і 1,8 м). За своєю схемою ротаційні різальні апарати діляться на два типи. В першому застосовують ротори з верхнім приводом, виконані в вигляді вертикальних консольних валів із закріпленими внизу несучими елементами з ножами. Скошена маса проходить під приводом. Такі

Рисунок 2.9 – Трьохбрусна роторна косарка фірми IDASS

Рисунок 2.10 – Двохбрусна роторна косарка КОРТО фірми CLAAS

Рисунок 2.11 - Ротор косарки SM фірми FELLA (а) привід  
їх робочих органів (б)

косарки в світовій практиці отримали назву барабанні. В другому – використовуються ротори з нижнім приводом. В цих апаратах є плоска коробчаста рама, зверху якої змонтовані ротори з ножами. Всередині коробки розміщено привід роторів, а скошена маса проходить над приводом. Такі косарки отримали назву дискових.

З 160 моделей, які виготовляються фірмами Claas, Deutz-Fahr, Kuhn, Krone, Fella, Mortl і Niemeyer, 120 (75%) мають нижній (барабанні) і 40 (25%) – верхній (дискові) привід роторів. Це пояснюється рядом переваг косарок з нижнім приводом: меншою матеріалоемністю, більш інтенсивною вологовіддачею скошених трав і більш високою надійністю в експлуатації.

Косарки виконуються з задньою навіскою право- і лівосторонніми і фронтально-навісними, що дозволяє комплектувати двох- і трьохбрусні високопродуктивні агрегати з енергонасиченими тракторами. Ширина захвату однобрусних навісних моделей 1,6-3,5 м, трьохбрусних – 8,5 м.

Рисунок 2.12 – Двохбрусна роторна косарка GMS 3200D (а) і  
схема її роботи в полі

Одноярусні роторні косарки з нижнім приводом випускаються, як правило, в двох варіантах: з кондиціонером і без нього. Ряд фірм обладнують їх, крім бильного кондиціонера, плющильними вальцями. Фірми Claas, Kuhn, Niemeyer, Mortl постачають косарки тільки з кондиціонером. Фірма Fella поряд з кондиціонером постачає вальці, що покриті гумою. Італійська фірма Veloni застосовує сталеві вальці з планками. Аналогічної конструкції вальці використовуються у вітчизняних косарках-плющилках КПРН-3,0 і ПН-530.

Поряд з навісними моделями провідні фірми виробляють причіпні машини різної ширини захвату. Фірма Claas випускає чотири причіпні косарки (ширина захвату 3 м) з нижнім приводом роторів і кондиціонером, а також дві моделі з верхнім приводом роторів. Фірма Kuhn виготовляє оригінальні причіпні валкові косарки з шириною захвату 3,9 і 4,85 м.

Найбільш відпрацьовані конструкції косарок з нижнім приводом роторів фірми Claas, Kuhn, Niemeyer, Krone і Fella. Цікавою є система приводу, в якому центр ротора винесено на пальцевий брус вперед по ходу машини, конструкція пальцевого бруса, а також система запобігання пошкодженням.

Фірма Claas традиційно виробляє барабанні косарки з верхнім приводом роторів серії „Корто” [7]. Вони випускаються в трьох варіантах: фронтально-навісні, із задньою навіскою та причіпні. Косарки із задньою навіскою та фронтально-навісні дозволяють комплектувати двохбрусні агрегати на базі тракторів з двома (передньою і задньою) навісними системами і двома (переднім і заднім) валами відбору потужності.

Аналіз технічної літератури показує, що перспективним напрямком розвитку конструкцій косарок є дискові роторні косарки, що мають ряд суттєвих переваг над всіма іншими типами.

### 3 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ ТА ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ КОСАРКИ

#### 3.1 Коротка характеристика самохідного шасі



Колісне, універсальне шасі Т-16 призначено для агрегування навісних машин для виконання комплексу робіт в овочівництві, рослинництві, садах, ягідниках та заготівлі кормів на тваринницьких фермах, а при встановленні на нього самоскидної платформи – для транспортування вантажів. На шасі встановлений двохциліндровий дизельний двигун Д-21 А1, із повітряним охолодженням та запуском від електростартера.

Муфта зчеплення суха, фрикційна, постійно замкнута, із додатковою муфтою приводу ВВП. Коробка передач забезпечує шість ступенів передач для руху вперед та одна назад. Для роботи з розсадопосадковими машинами передбачена додаткова сповільнююча передача.

Шасі має три ВВП, із яких незалежний розміщений паралельно поздовжній вісі шасі, хвостовик якого виведений уперед. Два додаткових вала синхронні, швидкість обертання їх, пропорційна швидкості обертання ведучих коліс на будь якій передачі. На шасі встановлена кабіна із жорстким каркасом, зйомними боковинами та дверцями.

Вантажна платформа самоскидна, із вивантаженням уперед, вправо та вліво вантажопідйомністю 1000 кг. Гідросистема самохідного шасі Т-16М обладнана двома виносними силовими циліндрами ДСШ-14 двохсторонньої дії. Із-за малого набору машин до трактора Т-16М його річне завантаження недостатнє. Збільшити його можливо за рахунок використання цього трактора у технологічних процесах заготівлі кормів, зокрема за рахунок агрегування розробленої косарки.

Технічна характеристика самохідного шасі Т-16М представлена в табл..

### 3.1.

Таблиця 3.1- Технічна характеристика Т-16

Найменування показника	Значення
1. Потужність двигуна, кВт	18,0
2. Кількість обертів, хв. <sup>-1</sup> :	
- колінчатого вала двигуна	1800

- незалежного ВВП	540
3. Швидкість руху , км/год	1,55 - 23,50
4. Місткість паливного бака, л	40,0
5. Кількість передач:	
- переднього ходу	6
- заднього ходу	1
6. Поздовжня база, мм	2500
7. Колія коліс, мм:	
- ведучих	1264, 1358, 1562, 1750
- направляючих	1280, 1410, 1540, 1800
8. Мінімальний радіус повороту, м	3,5
9. Маса (конструкційна), кг	1730

### 3.2 Розрахунок параметрів косарки

Основною задачею при розрахунку ротаційних косарок є визначення мінімальної швидкості, необхідної для перерізання рослинного матеріалу. Якщо виходити з міцності стебла та маси, яка покладається в деформацію ударом ножа то при зрізанні одинокого прямостоячого стебла мінімальна швидкість різання  $V_p$  виражається формулою [1]:

$$V_p = \sqrt{g / (\gamma q) p}, \quad (3.1)$$

де  $q$  – прискорення вільного падіння;

$\rho_{ст} - \gamma / q$  – густина матеріалу стебла;

$p$  – гранична напруга в стеблі.

Деформація згину розповсюджується в матеріалі стебла від місця зрізу із швидкістю розповсюдження звуку та має вигляд синусоїди [11].

$$y = \frac{f}{2} \left[ 1 + \sin \frac{\pi}{2} \left( \frac{l_s}{2} - x \right) \right], \quad (3.2)$$

де  $f$  – прогин стебла в місці зрізу;

$l_\delta$  - шлях, який проходить деформації згину за час  $t$

В цьому випадку мінімальна швидкість різання [11]:

$$V_p = k_c \sqrt{\frac{q}{\gamma E}}. \quad (3.3)$$

При руйнівному напруженні зрізу  $k^s = (2 - 3) \cdot 10^4$  кПа, модулі пружності  $E = 1,1 \cdot 10^7$  кПа та  $\rho_{ст} = \gamma / q = 0,5 \cdot 10^{-3}$  кг / м<sup>3</sup>, мінімальна швидкість різання  $V_p = 8,5 - 12$  м / с.

При без підпірному зрізі, крім енергії, яка витрачається безпосередньо на руйнування матеріалу стебла необхідно затратити енергію на його згин, тертя стерні об нижню поверхню диска та на відкидання зрізаної частини рослин, тому енергоємність ротаційних косарок більша, чим косарок із зворотно-поступальним рухом ножа. Для скошування з найменшими витратами швидкість різання повинна бути рівна або більша верхньої мінімальної, значення якої для різних культур приведені нижче.

Культура	Конюшина	Люцерна	Костер	Тимофіївка	Пшениця	Підсів
$V_{pmin}, \text{ м/с}$	13	15	24	23	32	42

Сила перерізання одного стебла не залежить від густоти травосуміші.

Залежність  $P_c = f(V_p)$  вирішується за формулою [11]:

$$P_c = a + \frac{b}{V_c^c}, \quad (3.4)$$

де  $a, b, c$  – коефіцієнти, що характеризують фізико-механічні властивості матеріалу.

Таблиця 3.2 – Значення коефіцієнтів  $a, b, c$

Культура	a	b	c
Конюшина	0,080	1,400	1,71
Костер	0,178	5,500	1,60
Пшениця	0,100	2,400	1,10
Овес	0,096	2,430	1,39

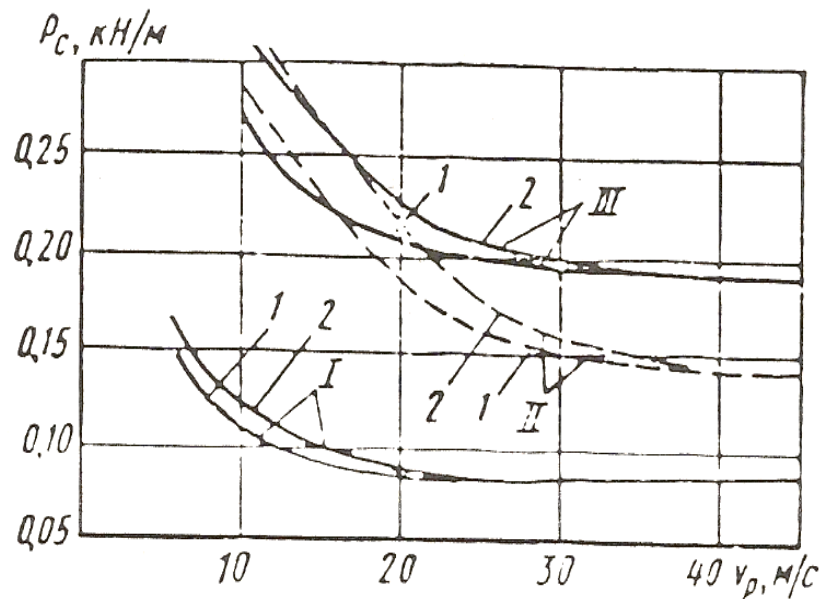


Рисунок 3.1 – Залежність питомої сили різання від швидкості

За оцінку якості зрізу можна прийняти відношення висоти стерні до висоти зрізу  $E_{зр} = P_{ст} / h_{зр}$ . Ця величина завжди більше одиниці та є коефіцієнтом збільшення висоти зрізу.

Результати дії деяких видів трав представлені у вигляді залежності  $E_{зр}$  від швидкості різання  $V_p$ . Із збільшенням швидкості різання коефіцієнт  $E_{зр}$  зменшується та при деякій швидкості стає рівним одиниці.

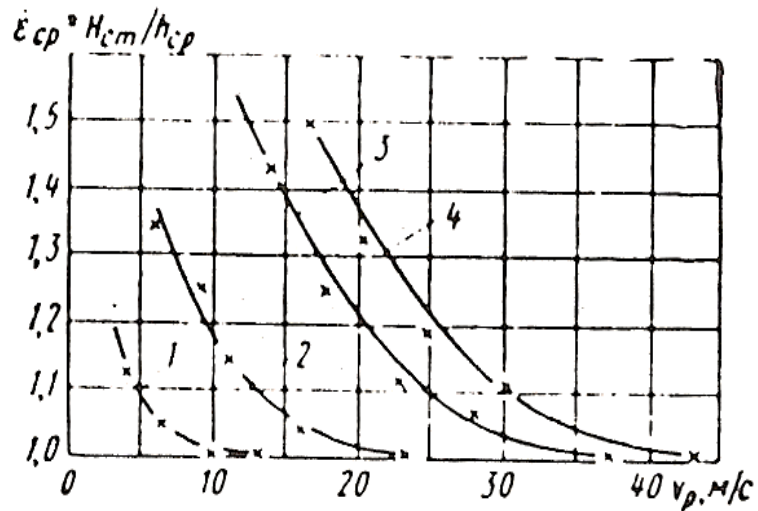


Рисунок 3.2 – Залежність коефіцієнта збільшення висоти зрізу від швидкості різання: 1 – конюшина; 2 – люцерна; 3 – вівсяниця; 4 – вівсяниця (отава) висотою  $h = 55$  мм

При цій швидкості, яку прийнято називати верхньою мінімальною швидкістю різання  $V_{pmin}$ , зрізання прямостоячого стебла відбувається практично без відгину.

По коефіцієнту  $E_{зр}$  можна отримати значення прогину зрізаних рослин:

$$f = h_{зр} \sqrt{E_{зр}^2 - 1},$$

На опір різанню також впливає розміщення фасок на ріжучій частині ножа.

При верхньому розміщенні фасок кут між напрямками відносної швидкості  $V$  та верхньою фаскою дорівнює сумі кутів  $\alpha + \alpha_1$ , а при нижньому зменшується та стає рівним куту  $\alpha_1$ , що створює прямі умови для зрізу. Мінімальна швидкість різання при нижній заточці на 8 – 12 % менша, чим при верхній.

Оскільки робоча швидкість косарки  $V$  менша колової швидкості лез, то всі точки ротора в абсолютному русі описують циклоїдальні траєкторії (рис.

3.4).

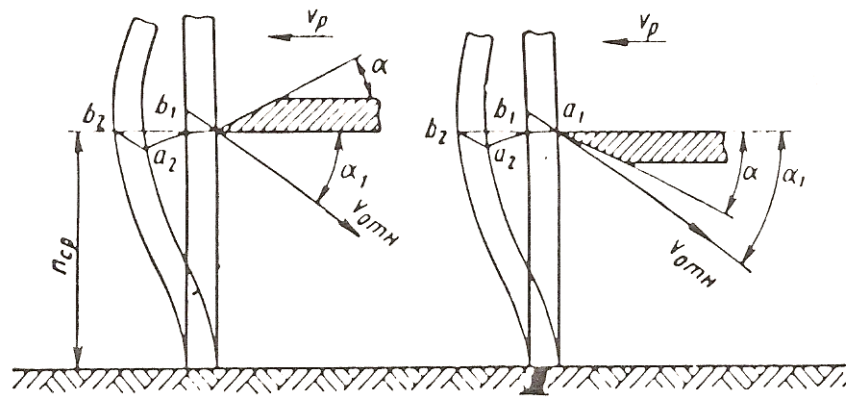


Рисунок 3.3 – Різання стебла лезами із верхньою та нижньою заточкою

Рівняння точок 1 і 2, леза 1, в параметричній формі мають вигляд [11]:

$$x_1 = R \cos \omega t; \quad y_1 = R \sin \omega t + Vt; \quad (3.5)$$

$$x_2 = (R - h) \cos \omega t; \quad y_2 = (R - h) \sin \omega t + Vt; \quad (3.6)$$

Так само для точок 3 і 4 леза 2, які відстають:

$$x_3 = R \cos (\omega t - 0); \quad y_3 = Vt + R \sin (\omega t - 0); \quad (3.7)$$

$$x_4 = (R - h) \cos (\omega t - 0); \quad y_4 = Vt + (R - h) \sin (\omega t - 0). \quad (3.8)$$

Лезо 2 зрізує рослини на площі між обома кривими, виходячи з робочої зони різання в точці В. Таким чином, кожне лезо зрізує рослини з площини обмеженої двома трохойдами, зміщених у напрямку поступальної швидкості ріжучого апарата. Частина леза, яка приймає участь у різанні або робоча висота леза міняється від нуля, в точках А і В,  $h_{\max}$  у середньому положенні.

В будь-який момент часу  $t_1$  вершина сегмента 1 знаходиться в точці  $M_0$

із координатами  $x_0$  і  $y_0$  в системі нерухомих координат  $XOY$ . При цьому центр диска знаходиться в точці  $O_1$ , зміщений на відстань  $V_{t1}$  у напрямку руху машини. Тоді робоча висота сегмента  $h = M_1 M_0$  визначається зі слідуючого векторного рівняння:

$$\rho = \rho_1 + h \text{ або } h = \rho - \rho_1,$$

де  $\rho_1$ - $\rho$  - радіус вектори вершин сегментів 1 і 2 в будь-який момент часу  $t_1$ .

Довжину вектора  $h$  можна знайти по координатам його початку та кінця на основі рівнянь (1) та (4). Отримаємо вираз для  $h(t)$ .

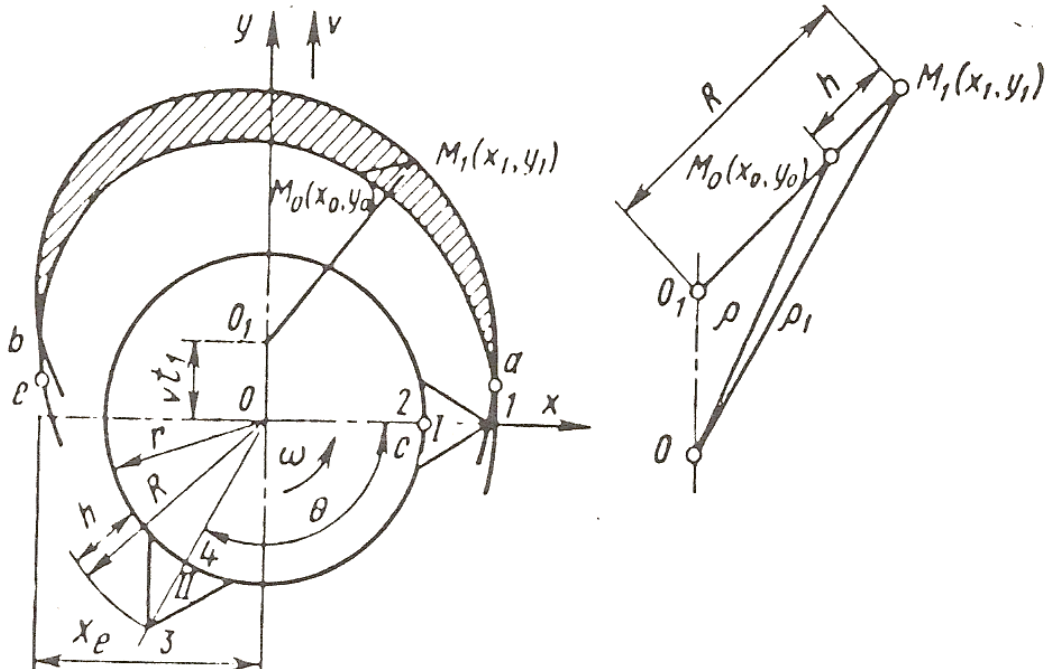


Рисунок 3.4 – Кінематичні параметри ротора

Відрізок робочої висоти  $h$  розміщується вздовж радіуса  $R$ . Якщо розглядати радіус як вектор  $R$  із координатами початку  $(0, V_{t1})$  та кінця  $(x_0, y_0)$ :

$$h = R \sqrt{2 + \frac{V^2}{R^2} (t_1 - t)^2 - 2 \cos[\omega(t_1 - t) - 0]} + \frac{2V}{R} (t_1 - t) [\sin(\omega t_1 - 0) - \sin(\omega t)]$$

(3.9)

При розрахунку дискових апаратів враховується властивості кінематичної подібності.

Якщо два ротора мають діаметри  $D_1$  і  $D_2$ , то при однакових кутах повороту та параметрів  $x = V / V_0$  відношення висот  $h_1$  та  $h_2$  завжди рівне відношенню діаметрів

$$D_1 / D_2 = h_1 / h_2.$$

Робоча висота досягає максимального значення при куті повороту ротора на  $90^0$  та стає приблизно рівною лінійному зміщенню диска в його наступальному русі разом із косаркою за час повороту на цей кут

$$h = V(2\pi / m\omega) . \quad (3.10)$$

Підставивши дані, отримаємо

$$h = 2,7 \cdot (2 \cdot 3,14) / (3 \cdot 125,2) = 0,045 \text{ м.}$$

Проведемо синусоїди через точки з координатами  $\varphi = 0$ ,  $\varphi = \pi$ ,  $\varphi = \pi / 2$ .

$$h = h_{\max} \sin \varphi = V \cdot ((2\pi) / (m\omega)) \cdot \sin\omega t \quad (3.11)$$

З даної формули слідує, що ножі в основному працюють верхньою частиною, що підтверджується великим зносом вершини ножа у порівнянні з основою.

При роботі багатороторних косарок необхідно, щоб траєкторії ріжучих елементів роторів перекривали одна одну для попередження пропусків зрізу трави. Згідно рис. 4.4 із якого видно, що перекриття роторів  $\Delta$  більше зведеної проекції відрізка  $be$  на вісь  $OX$ :

$$\Delta \geq 2| x_e - x_b | , \quad (3.12)$$



де  $|x_c| = R$  – абсциса точки траєкторії, найбільш віддаленої від вісі ОХ;  
 $x_b$  – абсциса точки перетину траєкторій, які описуються вершинами  
 двох послідовно робочих лез.

Кінцева формула для визначення перекриття має вигляд

$$\Delta \geq 2|p_e - x| = D \left[ (1 - \lambda)^2 - \sqrt{(1 - \lambda)^4 - \left(\frac{\pi\lambda}{m}\right)^2} \right]. \quad (3.13)$$

Підставивши дані, отримаємо

$$\Delta \geq 2 \left[ (1 - 0,0681)^2 - \sqrt{(1 - 0,064)^4 - \left(\frac{3,14 \cdot 0,0681}{3}\right)^2} \right] = 0,65 \cdot [0,8685 - 0,8682] = 0,005 = 5 \text{ мм.}$$

Найчастіше самохідне шасі на сільськогосподарських і транспортних роботах використовується з колією ведучих коліс рівною 1358 мм, а направляючих – 1410 мм. Оскільки косарка є фронтально-начіпною машиною то її ширина захвату повинна бути більшою за колію трактора. Прийmemo, що ширина захвату сконструйованої косарки становить  $B_p = 1,45$  м. Частота обертання роторів  $n_p = 1200$  хв<sup>-1</sup>.

Для надання роторам обертів, використовується одноступеневий конічний редуктор із швидкохідним валом. Крім того кожен ротор має додаткову конічну передачу.

Загальне передаточне приводу становить:

$$n_{3AG} = \frac{n_{ВВП}}{n_p},$$

де  $n_{ВВП}$  – частота обертання незалежного ВВП трактора,  $n_{ВВП} = 540$  об/хв.

$$n_{3AG} = \frac{n_{ВВП}}{n_p} = \frac{540}{1200} = 0,45.$$

Прийmemo, що передаточне число редуктора рівне  $u_p = 0,53$ . Тоді, передаточне число конічної передачі буде становити

$$n_{\text{кп}} = n_{\text{зар}} / n_p = 0,45 / 0,53 = 0,85.$$

Прийmemo, що максимальна робоча швидкість агрегування косарки  $V = 3$  м/с. Косарка має два ротори з верхнім приводом. Розрахунковий діаметр ротора:

$$D_p = V/k,$$

де  $k$  - кількість роторів.

$$D_p = 1,450 / 2 = 0,725 \text{ м.}$$

Тоді, розрахунковий радіус ротора (по кінцях ножів) буде становити  $R_p = 362,5$  мм.

На кожному із роторів косарки встановлено по три ножі ( $m = 3$ ). Колова швидкість кінців ножів (швидкість різання)  $V_{\text{pmiu}} = 40,82$  м/с.

Кут між сусідніми лезами ножів ротора  $\theta$  буде становити

$$\theta = \frac{2\pi}{m} = \frac{2 \cdot 3,14}{3} = 2,094 \text{ рад.} \quad (3.14)$$

Кут, при якому швидкість різання досягає мінімуму  $\varphi_{\text{miu}}$

$$\varphi_{\text{miu}} = \text{arctg}(-\theta) = \text{arctg}(-2,094) = (-1,1) \text{ рад.} \quad (3.15)$$

Кутова швидкість роторів

$$\omega = \frac{V_p}{R} = \frac{40,82}{0,3625} = 125,6 \text{ с}^{-1}. \quad (3.16)$$

Кінематичний параметр  $\lambda$  (відношення поступальної швидкості косарки до колової швидкості ротора) знайдемо із формули

$$\frac{V}{\omega \cdot R} = \frac{3}{125,6 \cdot 0,3625} = 0,0735.$$

Робочу висота (довжину) леза знайдемо за формулою

$$h_p = \frac{V \cdot \theta}{\omega} = \frac{3 \cdot 2,094}{125,6} = 0,05 \text{ м.}$$

Сумарна робоча висота лез  $H_p$

$$H_p = K \cdot \lambda \cdot D = 1,57 \cdot 0,0735 \cdot 650 = 75 \text{ мм.}$$

Площа, яка скошується за один оберт ротора,  $F$

$$F = \frac{V \cdot \theta \cdot D}{\omega} = \frac{3 \cdot 2,094 \cdot 650}{125,6} = 325 \text{ см}^2. \quad (3.16)$$

Необхідне перекриття роторів  $\Delta = 5$  мм. Тоді, фактичний радіус ротора  $R_1$  буде становити

$$R_1 = R_p + \Delta = 0,3625 + 0,005 = 0,3675 \text{ м.}$$

Потужність, необхідна для приводу одного ротора

$$N = \frac{\omega \cdot M}{75} \cdot 1,36 = \frac{125,6 \cdot 1,5}{75} \cdot 1,36 = 3,41 \text{ кВт} \quad (3.17)$$

Сумарна потужність приводу ріжучого апарату  $N_{\text{сум}}$

$$N_{\text{сум}} = N \cdot K = 2 \cdot 3,41 = 6,82 \text{ кВт.} \quad (3.18)$$

### 3.3 Розрахунок рами косарки

Основним несучим елементом конструкції являється рама. Рама, виготовлена з чотирьохгранного пустотілого прокатного металу, шириною полочки 65 мм. Рама зварна. У верхній частині прикріплений елемент підвіски (трикутник) із посадковими місцями для агрегування.

Розміри рами, мм: 790x350x368. Усі інші вузли, які розміщуються на рамі, а це: редуктор та ротор, кріпляться болтами у відповідних місцях.

Вісь ротора кріпиться знизу рами, а підшипниковий вузол конічної передачі – зверху. Редуктор приводу розміщується по центру рами.

Регулювання зазору у конічній передачі здійснюється переміщенням підшипникового вузла та підкладанням прокладок.

Приблизна маса рами складає 40 кг.

За проведеними розрахунками розроблена конструкція роторної косарки до Т-16М.

#### 4.1 Охорона праці при роботі на сільськогосподарській техніці

Охороні праці працюючих у будь-яких сферах виробництва продукції агропромислового комплексу необхідно приділяти належну увагу і виділяти на це достатні кошти. Дотримання вимог охорони праці сприяє впровадженню найнадійніших засобів техніки безпеки, покращення санітарно-гігієнічних умови, які дозволяють звести до мінімуму виробничий травматизм і професійні захворювання.

Державним стандартом і санітарними правилами регламентовані вимоги до конструкції тракторів, самохідних та сільськогосподарських машин (обладнання машин приладами безпеки, сигналізації, спеціальними пристроями, інструментом і документацією), до статичної стійкості машин, гідро- і пневмо приводів, робочого місця оператора, органів керування, від яких залежать умови праці й безпека оператора. При організації охорони праці в господарстві слід керуватися «Правилами охорони праці у сільськогосподарському виробництві», затвердженими наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240 (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542).

Трактори і самохідні сільськогосподарські машини є зручними й безпечними при технічному обслуговуванні. Усі машини мають безпечний доступ на робоче місце. Усі параметри мікроклімату відповідають санітарним нормам.

Усі сільськогосподарські машини забруднюють навколишнє середовище (повітря, ґрунт, водойми) шкідливими викидами, не являються джерелом пожеж і вибухів, а матеріали, які застосовуються при експлуатації і технічному обслуговуванні, є безпечними і не шкідливими для людей.

Для роботи допускаються лише технічно справні машини й знаряддя, що повністю відповідають вимогам безпеки. Нові, відремонтовані, а також

машини, що тривалий час не працювали, допускаються до роботи лише після їх, обкатки і реальної перевірки роботи всіх органів.

Для оцінки безпеки сільськогосподарської техніки застосовують різні способи й засоби. Найбільш поширеним є безпосередній огляд, випробування й вимірювання параметрів. В окремих випадках, при експлуатації складного обладнання для оцінки рівня безпеки (небезпеки) сільськогосподарських машин, виробничих процесів, виробництв, із метою запобігання травмонебезпечним, аварійним ситуаціям застосовують аналітичний метод. Усі наведені методи є складовими методу експертної оцінки робочих місць, машин, операцій.

Методом безпосереднього огляду і випробувань визначають стан кабіни, захисного каркасу, безпеку входу і виходу з кабіни, засобів приєднання і від'єднання сільськогосподарських машин і знарядь; наявність і справність огорожувальних та блокувальних пристроїв; стан і роботу вузлів, що працюють під тиском або при підвищеній температурі; справність засобів сигналізації; справність механізмів переведення машин з транспортного положення в робоче і навпаки; наявність і стан засобів фіксації начіпних машин у транспортному положенні; пристрої що забезпечують безпечну роботу в нічний час.

Методом вимірювання оцінюють навантаження на керовані колеса; статичну стійкість машин; люфт рульового колеса; габарити машин; кріплення пасів безпеки; показники оглядовості з робочого місця оператора; сили опору переміщенню органів керування; рівень шуму на робочому місці; рівень зовнішнього шуму; рівень вібрації; концентрацію шуму; наявність шкідливих речовин у повітрі; освітленість.

У процесі перевірки отримані дані порівнюють із нормативними і якщо вони перевищують допустимі, то машина до експлуатації не допускається [21; 23].

#### 4.2 Безпека при комплектуванні та використанні МТА

Комплектує МТА тракторист-машиніст, при потребі, за допомогою допоміжних робітників під обов'язковим контролем бригадира чи механіка. За технічний стан, комплектування і безпечне використання машин, що знаходиться у приватній власності, несе повну відповідальність власник. До експлуатації допускаються абсолютно справні, відрегульовані і перевірені машини, що пройшли відповідну обкатку, у тому числі і нові машини.

Причіпні й начіпні машини заздалегідь перевіряють і агрегують лише з тим трактором, що зазначений у заводській інструкції машини. До роботи на агрегатах допускаються фізично здорові, навчені за спеціальною програмою механізатори. Залежно від виду роботи, механізатори мають бути забезпечені відповідними засобами захисту й спецодягу.

Механізовані роботи й рух агрегатів відповідають розробленим і затвердженим керівником господарства технологіям та маршрутам руху агрегатів.

На ділянках полів, над якими проходять повітряні лінії передач, робота й поїзд машин дозволяється в тому випадку, якщо відстань від найвищої точки машини до нижнього проводу лінії не менше за такі величини:

Напруга лінії, кВт	1-20	35-110	150	200	200-500
Відстань по вертикалі, м	2	3	5	5	6

Особливу увагу слід приділяти агрегатам, що працюють на схилах. До керування такими агрегатами допускають механізаторів не нижче 2 класу, із стажем роботи за спеціальністю не нижче 3 років. В умовах гористої місцевості, як правило, застосовують спеціальні МТА й окремі машини (крутосхильної модифікації). Для роботи на схилах крутістю 8 – 9° допускаються трактори загального призначення.

Виконувати роботи під машинами, піднятими за допомогою гідромеханізмів, забороняється. Усунення несправностей, заміну ножів,

операції технічного обслуговування виконують тільки при зупиненому двигуні.

Видаляти масу при забиванні робочих органів можна здійснювати за допомогою спеціальних пристроїв із дотриманням вимог безпеки.

Для проведення ТО використовують стаціонарні пункти обслуговування, а для проведення ТО в польових умовах використовують пересувну майстерню. Технічне обслуговування в польових умовах виконують у світлий час доби. Агрегат технічного обслуговування розташовують на горизонтальному майданчику в найбільш зручному положенні відносно машини, що обслуговується, гальмують та заземлюють. Заміну ножів різальних агрегатів проводять удвох [ 21; 23 ].

#### 4.3 Безпека праці при виконанні польових робіт

Одночасно, із додержанням загальних для сільського виробництва правил охорони праці і пожежної безпеки при заготівлі сіна виконуються такі специфічні вимоги:

- забороняється працювати на тракторах чи шасі, не обладнаних іскрогасниками й засобами пожежегасіння;
- трактори і самохідні машини повинні бути забезпечені медичною аптечкою;
- перед початком роботи перевірено наявність агрегатних чистиків, гачків і інших засобів для очищення робочих органів машини;
- при транспортуванні пальці різального апарату косарки закриваються захисними щитками;
- перед пуском ротаційних косарок перевірити відсутність сторонніх предметів під ротором, а також кріплення роторів і ножів;
- слідкувати, щоб перед пуском і під час їх роботи нічого не було попереду агрегату;



- при заготівлі сіна ПК – 1,6 не можна протягувати сіно під транспортер при увімкненому валу відбору потужності;
- огляд внутрішніх частин копнувача можна проводити тільки при зафіксованій задній відкидній стінці;
- при заготівлі пресованого сіна забороняється проштовхувати сіно на підбирач, ремонтувати, регулювати й очищати робочі органи під час роботи машини;
- протипожежні відстані між закритими сіносховищами і тваринницькими приміщеннями та інженерними спорудами повинні становити 50 м;
- забороняється розміщувати сховища під лініями електропередач [21; 23].

#### 4.4 Безпека праці при роботі косарки

До обслуговування машин допускають працівників, добре обізнаних з їх, будовою та правилами безпечної експлуатації. До роботи не допускаються працівники, що не мають посвідчення тракториста-машиніста.

Перед початком роботи треба впевнитись в наявності захисних пристроїв та перевірити надійність їх кріплення. Працювати з незахищеними ланцюговими, пасовими та карданними передачами забороняється. Перед включенням робочих органів подається заздалегідь встановлений сигнал.

При скошуванні рослинної маси для підвищення стійкості агрегату перед начіплюванням косарки збільшується ширина колії.

Забороняється на ходу та при працюючому двигуні трактора проводити, ремонт, регулювання та технічне обслуговування агрегату.

Усі види ремонту, регулювання та технічний догляд проводиться тільки при зупиненому двигуні трактора. Ремонтні роботи під косаркою проводяться тільки з надійно встановленими під неї підпорами.

Не допускається під час роботи трактора перебування в ньому інших людей.

Не роз'єднувати робочі шланги, якщо вони знаходяться під тиском. Перед роз'єднанням шлангів косарку встановлюють у транспортне положення, а розподільник – в нейтральне.

При заміні ножів диск повинен бути зафіксований від прокручування, а сама заміна ножів проводиться за допомогою спеціальних пристосувань, причому у двох та в робочих рукавицях.

Підіймаючи косарку у транспортне положення або, опускаючи в робоче, забороняється братись руками за ножі.

Не залишати на косарці після ремонту інструмент та інші предмети.

Дотримувати правила безпеки при обслуговуванні та заправці трактора. Трактор повинен бути обладнаний вогнегасником, аптечкою.

Забороняється транспортування в темний час доби та в умовах поганої видимості. Працювати тільки у світлу пору доби.

Всі працюючі на агрегаті забезпечуються спеціальним одягом і взуттям.

## 5 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Науково-технічна революція і пов'язаний з нею різкий підйом промислового виробництва приводять до забруднення навколишнього середовища: повітря, води, ґрунту, продуктів харчування. Досягнення науки і техніки, бурхливий розвиток науково-технічної революції, що впливають на всю сферу людської діяльності, вимагають подальшого удосконалення керування, стилю і методів роботи, підвищення якості й ефективності управлінської праці.

Актуальність охорони навколишнього середовища полягає в тому, що у народному господарстві використовуються і випускаються тисячі хімічних сполук (і їх кількість зростає), багато з яких не розкладаються на більш прості нешкідливі продукти, а накопичуються в атмосфері, воді чи ґрунті і перетворюються у ще більш токсичні продукти. Велика кількість сполук, потрапляючи в атмосферу, включаються у процеси, що відбуваються у ній, і потім повертаються до людини, проникаючи в її організм через дихальні шляхи, шкіру й органи травлення.

І хоча кожна речовина надходить у порівняно невеликих кількостях, однак токсичність речовин може бути дуже високою. Крім того, деякі речовини викликають канцерогенні, мутагенні, алергенні й інші наслідки, що виявляються часом через кілька років і навіть у наступних поколіннях. Стабільні сполуки, що випали на ґрунт, проникають у ґрунтові води, входять до складу рослинності, а потім попадають у продукти харчування тварин і людини.

Забруднення навколишнього світу впливає на всі сторони життя – зменшується кількість сонячних днів, гине рослинність, руйнуються будівельні матеріали, змінюється хімічний склад повітря, води і ґрунту.

Усе це є серйозною загрозою для здоров'я людини і призводить до підвищеної захворюваності, передчасного старіння, виникнення важких віддалених наслідків і, нарешті, до можливих незворотних змін у майбутніх поколіннях.

Людство вперше за свою історію прийшло до такої ситуації, яку варто розглядати як конфліктну з природним середовищем. Турбота про майбутнє планети, про здоров'я людини диктує необхідність усе більше уваги приділяти запобіганню забруднень біосфери, використанню для цього технологічних, планувальних і санітарно-технічних заходів. Механізація й автоматизація праці вимагають від людей постійного підвищення своєї ділової кваліфікації, більш глибоких знань високих технологій.

Але відомо також, що забруднення шкідливіші для багатьох живих організмів і рослин, ніж для людей. Виходячи з цього, у майбутньому регламентування вмісту хімічних речовин у навколишньому середовищі буде вестися не тільки із санітарно-гігієнічних, але і з екологічних позицій, а це неминуче приведе до подальшої жорсткості нормованих величин.

Вивчення і вирішення проблем, пов'язаних із забезпеченням здорових і безпечних умов, із охороною навколишнього середовища у якому протікає праця людини - одна з найбільш важливих задач у розробці нових технологій і систем виробництва. Вивчення і виявлення можливих причин забруднення навколишнього середовища, виробничих нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, вибухів, пожеж, і розробка заходів і вимог, спрямованих на усунення цих причин дозволяють створити безпечні і сприятливі умови для праці людини.

У планетарній соціоекосистемі поряд із природною та соціальною підсистемами формується потужна технічна (промисловість, транспорт, механізоване сільське господарство, тощо) Якраз ця підсистема з її велетенськими можливостями і є, за влучним висловлюванням Ю. Одума, "паразитом біосфери". Вона щороку поглинає мільйони гектарів орних земель і лісів. Щороку промислові підприємства, теплові станції, автомобілі, літаки

спалюють понад 5 мільйонів тон вугілля, нафти і більше трильйона кубометрів природного газу. Всього у світі щороку добувається 100 мільярдів тон мінеральної сировини, більша частина якої (95-99%) безповоротно губиться у вигляді відходів. У річкові системи щороку скидається 450 км<sup>3</sup> техногенних брудних стоків (лише при аварії танкерів виливається в океан 2-5 млн. т. нафти). Понад 500 млн. автомобілів щороку викидають в атмосферу близько 400 млн. т. окислів вуглецю та понад 100 млн. т. вуглеводів. Проте й ці факти красномовно свідчать, що екологічна проблема переросла в глобальну, загальнолюдську проблему сучасності. Людина, яка своїм розумом збурила колосальну енергію промислової та науково-технічної революції, сьогодні стоїть на краю прірви. Передусім порушення саморегуляції біосфери і накопичення в ній значної кількості хімічних сполук зумовило безліч невідомих раніше хвороб: генетичних, токсикологічних, алергічних, респіраторних тощо. Серед них особливо небезпечним є СПІД — втрата імунних властивостей людського організму, набутих у процесі еволюційних адаптацій.

У США, наприклад, економічні втрати від смертності та хвороб, пов'язаних із забрудненням повітряного середовища, становлять щорічно 6 млрд. доларів. Загальні економічні втрати від забруднення атмосфери становлять 16 млрд. доларів на рік, або 80 доларів на одного мешканця.

Одним із вражаючих наслідків антропогенного забруднення атмосфери стало зменшення загального вмісту озону в атмосфері. Понад десять років тому над Антарктидою виявлено "озонову діру", розміри якої з року в рік збільшуються, хоча з незначними коливаннями. Отже, озоновому екрану, який формувався мільярди років і завдяки якому організмами заповнився весь земний простір, загрожує небезпека, створюється реальна загроза існуванню життя.

До навколоземних екологічних проблем належить і проблема "парникового ефекту", зумовленого різким зростанням в атмосфері вуглекислого газу, який пропускає сонячну радіацію, але у зворотному

напрямку не пропускає інфрачервоне (теплове) випромінювання. Все це може спричинити глобальне підвищення температури на Землі аж до танення льодовиків.

В Україні головними причинами, що призвели до загрожуючого стану є застаріла технологія виробництва та обладнання, висока енергоємність та матеріалоємність, що перевищують у два - три рази відповідні показники розвинутих країн; високий рівень концентрації промислових об'єктів, несприятлива структура промислового виробництва з високою концентрацією екологічно небезпечних виробництв. Відсутність належних природоохоронних систем (очисних споруд, оборотних систем водопостачання), низький рівень експлуатації існуючих природоохоронних об'єктів; відсутність належного правового та економічних механізмів, які б стимулювали розвиток екологічно безпечних технологій та природоохоронних систем; відсутність належного контролю за охороною довкілля.

Господарська діяльність людини, пошкодження і вичерпування природних ресурсів, привели до деформації складених протягом багатьох мільйонів років природного кругообігу речовин та енергетичних потоків на планеті. В результаті це може набрати не зворотних процесів.

Негативні наслідки впливу на природне середовище визначаються: безперервно зростаючими масштабами споживання природних ресурсів, що приводить до їх вичерпання; забрудненням природного середовища відходами господарської діяльності, що погіршує її якість і негативно впливає на здоров'я людей; здійсненням передбачених, але екологічно необґрунтованих змін в природному середовищі, наслідки яких за розмірами збитків перевищують початковий економічний ефект чи інший ефект.

Актуальність захисту навколишнього середовища на нашому підприємстві пояснюється тим, що підприємство використовує природні ресурси і викидає їх залишки.

В системі управління охороною навколишнього середовища в якості

підсистеми управління розглядається вся соціально-економічна діяльність підприємства, результатом якої є усунення збитків, завданих навколишньому середовищу. Проте, для кожного виду діяльності характерні свої виникаючі в процесі виробництва відходи, шкідливі викиди, які є одним з продуктів цього виду діяльності, і які негативно впливають на навколишнє середовище. Кількість і склад цих відходів можуть бути функцією багатьох змінних. Це залежить від сировини, технології, розмірів, типу і кількості обладнання підприємства, інтенсивності роботи.

Основою вдосконалення системи управління охороною навколишнього середовища на підприємстві, як і будь-якої іншої системи, на всіх рівнях є, насамперед, вичерпна, достовірна і своєчасна інформація про поточний стан підсистеми управління.

## 6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Розроблена ротаційна косарка за складністю виготовлення і в конструктивному плані аналогічна косарці КРН–2,1. При визначенні ціни нової косарки будемо виходити з наступного. Ціна косарки КРН–2,1 становить 1440 ум. од., ширина захвату – 2,1 м, маса – 450 кг [19].

Приблизну масу запропонованої косарки визначимо за таким співвідношенням:

$$m_H = \frac{m_C \cdot B_H}{B_C}, \quad (6.1)$$

де  $m_C$  – маса косарки КРН–2,1, кг;

$B_C, B_H$  – відповідно, конструктивна ширина захвату косарки КРН–2,1 та запропонованої косарки, м.

Підставивши дані, будемо мати

$$m_H = \frac{m_C \cdot B_H}{B_C} = \frac{450 \cdot 1,45}{2,1} = 310 \text{ кг.}$$

Орієнтовну ціну нової косарки розрахуємо за формулою:

$$C_H = \frac{C_C \cdot B_H}{B_C}, \quad (6.2)$$

де  $C_C$  – ціна косарки КРН – 2,1, ум. од.

$$C_H = \frac{1440 \cdot 1,45}{2,1} = 995 \text{ ум. од. або } 37810 \text{ грн.}$$

Для розрахунку економічної ефективності від використання запропонованої косарки за базу для порівняння приймемо агрегат, який включає трактор Т-16М і косарку КНШ–1,8 з конструктивною шириною захвату 1,8 м.



Розрахунки економічної ефективності виконані з врахуванням нижченаведених довідкових і нормативних даних. Оскільки і базова косарка і розроблена нами агрегатуються з одним трактором Т-16М розрахунки затрат на ремонт, технічне обслуговування і амортизацію будемо проводити тільки по косарках. Світова ціна косарки КНШ-1,8 становить 1050 ум. од. або 39900 грн. Нормативне річне завантаження обох косарок становить 200 год., норма відрахувань на реновацію – 14,2 %, норма відрахувань на ремонти і ТО 9 %.

Продуктивність базового агрегату при рівному в порівнянні з новим агрегатом коефіцієнтови використання часу зміни  $\tau = 0,75$  буде становити

$$W_r = 0,1B_k \cdot \beta \cdot V_p \tau. \quad (6.3)$$

Згідно даних [13] швидкість руху пальцево-брусових косарок, зокрема і КНШ–1,8 на скошуванні не повинна перевищувати 8 км/год. Прийmemo, з врахуванням передач трактора, що робоча швидкість базового агрегату (Т-16М+ КНШ-1,8) буде становити 6,5 км/год. Тоді, будемо мати

$$W_{rc} = 0,1 \cdot 1,8 \cdot 0,96 \cdot 6,5 \cdot 0,75 \approx 0,85 \text{ га/год.}$$

Норма виробітку агрегату, який включає Т-16М і запропоновану косарку становить 8,7 га, при питомих витратах палива 3,9 л/га.

Затрати праці при скошуванні можна визначити за формулою:

$$z_{\Pi} = \frac{M}{W}, \quad (6.4)$$

де  $M$  – кількість обслуговуючого персоналу, осіб;

$W$  – продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год.

Затрати праці при скошуванні базовим агрегатом

$$z_{\Pi B} = \frac{1}{0,85} = 1,18 \text{ люд.-год/га.}$$

Затрати праці при скошуванні новою косаркою

$$z_{\Pi Y} = \frac{1}{1,2} = 0,83 \text{ люд.-год/га.}$$

Економія затрат праці при скошуванні новою косаркою буде становити

$$Z_E = 1,18 - 0,83 = 0,35 \text{ люд.-год/га.}$$

Прямі питомі експлуатаційні витрати на скошуванні трави визначимо за формулою [23]:

$$C_{\text{пит}} = C_{\text{опт}} + C_{\text{пмм}} + C_p + C_{\text{то}}, \quad (6.5)$$

де  $C_{\text{опт}}$  - оплата праці, грн./га;

$C_{\text{пмм}}$  – вартість витрачених паливо-мастильних матеріалів, грн./га;

$C_p$  – відрахування на реновацію, грн./га;

$C_{\text{то}}$  – відрахування на ремонти і технічне обслуговування, грн./га.

Основну питому заробітну плату тракториста визначимо за формулою:

$$Z_o = K_i t_{\text{год}} / W, \quad (6.6)$$

де  $t_{\text{год}}$  – годинна тарифна ставка механізатора, грн./год.

$K_i$  - коефіцієнт, що враховує доплати механізатору за класність та якість виконання роботи.

В господарстві прийнята наступна система оплати праці механізаторів, які працюють на скошуванні трав. Оплату праці їм здійснюють по четвертому розряду тарифної сітки. Враховуючи, що Т-16М відноситься до першої групи тракторів, тарифна ставка механізатора з врахуванням мінімальної заробітної плати з 01.01.2024 р. в розмірі 7100 грн. становить 298,2 грн./зм. Крім того, в господарстві доплачують 20 % за класність, якщо тракторист має перший клас тракториста-машиніста, та 10 % за якість виконання роботи, якщо вона відповідає агротехнічним умовам. Таким чином, коефіцієнт  $K_i = 1,3$ .

Тоді, оплата праці механізатора на скошуванні трав буде становити:

- при роботі на базовому агрегаті

$$C_{оп.б} = 1,3 \cdot 298,2 / 5,53 = 70,1 \text{ грн./га,}$$

- при роботі новому агрегаті

$$C_{оп.н.} = 1,3 \cdot 298,2 / 8,06 = 48,1 \text{ грн./га.}$$

Питомі витрати на реновацію машин в агрегаті визначимо за формулою:

$$C_p = \frac{\alpha_{pm} \cdot B_m}{100 \cdot W \cdot t_m}, \quad (6.7)$$

де  $\alpha_{pm}$  – норма річних відрахувань на реновацію від балансової вартості сільськогосподарської машини %;

$B_m$  – балансова вартість машини, грн.;

$W$  – продуктивність агрегату за годину експлуатаційного часу, га;

$t_m$  – нормативне річне завантаження машини, год.

Тоді, відрахування на реновацію для базового агрегату будуть становити

$$C_{pc} = \frac{14,2 \cdot 37810}{100 \cdot 5,53 \cdot 200} = 4,85 \text{ грн./га,}$$

- для агрегату із запропонованою косаркою

$$C_{pm} = \frac{14,2 \cdot 39900}{100 \cdot 8,06 \cdot 200} = 3,51 \text{ грн./га.}$$

Відрахування на капітальний і поточний ремонт і технічне обслуговування,  $C_{кто}$  грн./га обчислюється за аналогічною формулою.

Оскільки коефіцієнт відрахувань на ремонт і ТО приймаємо такий же, як і для відрахувань на амортизацію, то і значення відрахувань будуть такими ж.

Питомі затрати на паливо-мастильні матеріали визначимо за формулою:

$$C_{пмм} = q_{га} \cdot Ц_{п}, \quad (6.8)$$

де  $q_{га}$  – витрати палива, л/га;

$Ц_{п}$  – комплексна ціна 1 л палива, грн.

Комплексна ціна включає витрати на основне та пускове паливо, а також мастильні матеріали.

Норми витрати мастильних матеріалів у % до основного палива складає:

- дизельне масло – 5 %;
- солідол – 0,5 %;
- трансмісійне масло – 0,8 %.

Ціни на паливо та мастильні матеріали коливаються в залежності від поставок та об'єму закупівлі. З врахуванням сьогоднішніх цін приймаємо комплексну ціну палива 51,40 грн./л. Норма витрат палива у агрегаті Т-16М+КНШ-1,8 становить 4,2 л/га.

Питомі затрати на паливо та мастильні матеріали становлять:

- для базового агрегату

$$C_{\text{пмм.б}} = 4,20 \cdot 51,40 = 215,88 \text{ грн./га.},$$

- для агрегату із запропонованою косаркою

$$C_{\text{пмм.н.}} = 3,90 \cdot 51,40 = 200,46 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі питомі витрати на скошуванні будуть становити:

- для базового агрегату

$$C_{\text{пит.б.}} = 70,1 + 4,85 + 4,85 + 215,88 = 295,68 \text{ грн./га.}$$

- для агрегату із запропонованою косаркою

$$C_{\text{пит.н.}} = 48,1 + 3,51 + 3,51 + 200,46 = 255,58 \text{ грн./га.}$$

Річна економія від зниження експлуатаційних витрат в розрахунку на одну машину складає

$$E_{\text{в}} = (C_{\text{б}} - C_{\text{н}}) W t_{\text{м}} \quad (6.9)$$

Підставивши дані, будемо мати

$$E_{\text{в}} = (295,68 - 255,58) \cdot 1,24 \cdot 200 = 9944,8 \text{ грн.}$$

Таблиця 6.1 – Основні економічні показники проекту

Назва показників	Агрегат		Відхилення +, -
	Т-16М + КМШ-1,8	Т-16М+ розробл. косарка	
Вартість косарки, грн.	37800	39900	2100
Продуктивність, га/год.	0,85	1,24	0,39
Затрати праці, люд.-год./га	1,18	0,83	- 0,35
Прямі експлуатаційні затрати, грн./га	295,68	255,58	-40,1
В т.ч.: - оплата праці	70,1	48,1	-22,0
- відрахування на реновацію	4,85	3,51	- 1,34
- затрати на ремонт і ТО	4,85	3,51	- 1,34
- затрати на ПММ	215,88	200,46	-15,42
Річний економічний ефект, грн.		9944,8	

Оскільки використання запропонованої косарки не вимагає додаткових капітальних вкладень, то термін окупності їх визначати не потрібно.

Результати розрахунків економічної ефективності від використання запропонованої косарки зведемо в табл. 6.1.

Результати розрахунків економічної ефективності показують, що використання запропонованої косарки в агрегаті з трактором Т-16М дозволить, в порівнянні з агрегатом Т-16М+КНШ-1,8, одержати річний економічний ефект в сумі 9944,8 грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Невід'ємною операцією в технологіях заготівлі сіна та сінажу є скошування трави. Для виконання її використовують різноманітні косарки із зворотно-поступальним рухом ножів та обертовим рухом (роторні). Серед роторних косарок найбільш досконалыми є косарки з верхнім приводом.

2. Із-за малого набору машин до трактора Т-16 його річне завантаження недостатнє. Збільшити його можливо за рахунок використання цього трактора у технологічних процесах заготівлі кормів, зокрема за рахунок агрегування розробленої косарки з верхнім приводом.

3. В результаті розрахунків встановлено основні параметри і режим роботи косарки - сумарна потужність приводу ріжучого апарату  $N_{\text{сум}} = 6,82$  кВт, діаметр ротора – 0,725 м, і розроблена косарка в агрегаті з самохідним шасі Т-16М буде мати продуктивність на косінні трав рівну 1,24 га за годинну змінного часу, при питомих витратах палива 3,9 л/га.

4. В проекті проаналізовані основні небезпечні ситуації, що виникають при скошуванні трав та заготівлі сіна і вказані методи та правила по їх запобіганню. Розроблені рекомендації по поліпшенню охорони праці і навколишнього середовища.

5. Результати розрахунків економічної ефективності показують, що використання запропонованої косарки в агрегаті з трактором Т-16М дозволить знизити питомі затрати при скошуванні трав на 40,1 грн./га і річний економічний ефект може бути в сумі 9944,8 грн.

6. Отримані результати роботи передано в СФГ «Нове» Царичанського району Дніпропетровської області для впровадження у виробництво.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Петриченко В.Ф., Корнійчук О.В. Наукове забезпечення виробництва кормів в умовах воєнного стану// Корми і кормовиробництво. – 2022, Вип. 93. – с. 10 - 20.
2. Збитки сільського господарства від війни перевищили весь аграрний ВВП за 2021 рік. <https://agravery.com/uk/posts/show/zbitki-silskogo-gospodarstva-vid-vijni-perevisili-ves-agrarnij-vvp-za-2021-rik>.
3. Лиса А. Члени НААН підготували рекомендації фермерам щодо виробництва прогнозованої кількості кормів в умовах воєнного стану. <https://landlord.ua/news/zahotivlia-kormiv-v-umovakh-viiny-ta-obmezhenykh-resursiv-rekomendatsii-vid-naan/>.
4. Стречен С. Ще раз про сінозаготівлю (як добрати техніку для сінозаготівлі)// Пропозиція. - № 6, 2003. – с. 88 – 90.
5. Карпенко М. Інновації механізації заготівлі та приготування кормів// Пропозиція. - № 7, 2004. – с. 91 – 95.
6. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.
7. Карпенко М., Карпенко В. Новий типоряд косарок// Пропозиція. - № 10, 2003. – с. 104.
8. Карпенко М.І., Карпенко В.М. Високопродуктивні ротаційні косарки з надійним клинопасовим приводом// Новини агротехніки. - № 1, 2005. – с. 52 – 54.
9. Карпенко М. Косарка-граблі// Пропозиція. - № 2, 2003. – с. 97 – 98.
10. Карпенко М., Карпенко В. Перспективна технічна політика в галузі механізації заготівлі стеблових кормів в Україні// Пропозиція. - №4, 2005. с. 116 – 118.

11. Карпенко М. Обґрунтування ресурсозберігаючої технології заготівлі стеблових кормів/Техніка АПК. – Київ, № 7, 2000 р.- с. 9 – 13.
12. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. – К.: Урожай, 1994 – 448с.
13. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: навчальний посібник / Дніпропетровський державний аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.
14. Землеробська механіка. Т 2. Теоретичні основи сільськогосподарської механіки/ А.С. Кобець, А.Г. Дем'яненко, О.Ю. Береза та ін. – Дніпро, «Свідлер А.Л.», 2022. – 712 с.
15. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві /В.Ю.Льченко, П.І.Карасьов, А.С.Лімот та ін.; За ред. В.Ю.Льченка. – К.: Урожай, 1993. – 288 с.
16. Машиновикористання в землеробстві / В.Ю.Льченко, Ю.П.Нагірний, А.П.Джолос та ін.; За ред. В.Ю.Льченка і Ю.П.Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
17. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С.Кобець, О.Д.Деркач, М.І.Ролдугін, В.М.Яцук, П.М.Кухаренко, А.М.Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.
18. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред.. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.
19. Гряник Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. Охорона праці. – К.: Урожай, 1994. – 272 с., іл.
20. Скобло Ю.С., Тіщенко Л.М, Цапко В.Г. Безпека життєдіяльності – К.: “Нова книга”, 2000. – 360с.
21. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві// Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня



2018 року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.

22. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф.Головчука. – К.: Грамота, 2007.- 360 с.

23. Вініченко І.І, Сітковська А.О. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства// Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.