

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Таврійський Державний Агротехнологічний Університет**  
**імені Дмитра Моторного**  
**Механіко-технологічний факультет**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. каф. "Машиновикористання в землеробстві"

доц. \_\_\_\_\_ Володимир КУВАЧОВ

"\_\_" \_\_\_\_\_ 2021 року

**Пояснювальна записка**

до дипломної роботи здобувача СВО «Магістр»

(ступінь вищої освіти)

на тему: «Обґрунтування конструктивних та режимних параметрів  
активного гвинтового стеблелідоломника для збирання полеглих хлібів  
для селянського фермерського господарства «Лан» Оріхівського району  
Запорізької області»

**31МЗД.118.000000ПЗ**

Виконав: здобувач ВО 2 курсу, групи 24МБ АІ  
спеціальності 208 Агроінженерія

за ОПП Агроінженерія

шифр і назва спеціальності та ОПП

\_\_\_\_\_ **В.А. СІДЕЛЬНИК**

(підпис)

Керівник проф. \_\_\_\_\_

(підпис)

Консультант проф. \_\_\_\_\_ **Ю.П. РОГАЧ**

(підпис)

Нормоконтроль доц. \_\_\_\_\_ **Т.С. ЧОРНА**

(підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_ (ініціали та прізвище)

**Мелітополь**

**2021**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Інститут, факультет МТ Кафедра Машиновикористання в землеробстві

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність 208 Агроінженерія

ОПП Агроінженерія  
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МВЗ

доцент \_\_\_\_\_

Володимир

КУВАЧОВ

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

**Сідельник Владислав Андрійович**

1 Тема роботи: «Обґрунтування конструктивних та режимних параметрів активного гвинтового стеблепідйомника для збирання полеглих хлібів для селянського фермерського господарства «Лан» Оріхівського району Запорізької області»

керівник проекту

затверджена наказом ректора університету від “13” жовтня 2020 р. № 1428-С.

2 Строк подання здовувачем роботи 05.02.2021 р.

3 Вихідні дані до роботи Результати практики, Інформація з науково-практичних періодичних видань України, рекомендовані технологічні карти на вирощування сільськогосподарських культур на півдні України, нормативні документи тощо.

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Проаналізувати сучасний стан питання збирання полеглих хлібів

2. Провести аналіз теоретичних досліджень конструктивно – технологічних параметрів робочих органів гвинтового стеблепідйомника

3. Розробити програму та методика експериментальних досліджень

4. Проаналізувати, обґрунтувати та розробити заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях

5. Оцінити ефективність застосування гвинтового стеблепідйомника при скошуванні полеглих зернових культур

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

1. Засоби механізації збирання полеглих хлібів

2. Конструктивно – технологічна схема гвинтового стеблепідйомника

3. Кінематичні показники роботи комбайну із гвинтовими стеблелідошмиками

4 Оптимальні значення кінематичного показнику при різноманітних рівнях полеглості хлібів

5. Методика вимірювання, відбору і обробки проб при визначенні якості роботи жатки з гвинтовими стеблелідошмиками

6. Оцінка ефективності застосування гвинтового стеблелідошмика

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	РОГАЧ Ю.П., професор		

7 Дата видачі завдання 21.12.2020 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Проаналізувати сучасний стан питання збирання полеглих хлібів	13.10.2020 р.- 31.10.2020 р.	
2	Провести аналіз теоретичних досліджень конструктивно – технологічних параметрів робочих органів гвинтового стеблелідошмика	01.11.2020 р.- 30.11.2020 р.	
3	Розробити програму та методика експериментальних досліджень	01.12.2020 р.- 31.12.2020 р.	
4	Проаналізувати, обґрунтувати та розробити заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	01.01.2021р. - 31.01.2021 р.	
5	Оцінити ефективність застосування гвинтового стеблелідошмика при скошуванні полеглих зернових культур	01.02.2021 р.- 05.02.2021 р.	

Здобувач ВО

(підпис)

В.А. СІДЕЛЬНИК

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

(ініціали та прізвище)

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№ аркуша	Примітка
	A4	31МЗД.118.000000ПЗ	Пояснювальна записка	85		
	A1	31МЗД.118.101000	Засоби механізації збирання полеглих хлібів	1	1	
	A1	31МЗД.118.201000	Конструктивно – технологічна схема гвинтового стебленідійомника	1	2	
	A1	31МЗД.118.202000	Кінематичні показники роботи комбайну із гвинтовими стебленідійомниками	1	3	
	A1	31МЗД.118.203000	Оптимальні значення кінематичного показнику при різноманітних рівнях полеглих хлібів	1	4	
	A1	31МЗД.118.301000	Методика вимірювання, відбору і обробки проб при визначенні якості роботи жатки з гвинтовими стебленідійомниками	1	5	
	A1	31МЗД.118.501000	Оцінка ефективності застосування гвинтового стебленідійомника	1	6	

--	--	--	--	--	--	--	--

					<b>31МЗД.118.000000ВДР</b>		
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата			
Розроб.	Сідельник				Літ.	Аркуш	Аркушів
Перев.	Мілько					1	1
Н. контр.	Чорна				<b>ТДАТУ, 2021</b>		
Затв.	Кувачов						

Дипломна робота

## РЕФЕРАТ

**Дипломна робота:** складається з 85 сторінок машинопису, має 5 розділів, 18 рисунків, 14 таблиць, 41 посилання.

**Графічна частина:** роботи складається з 6 аркушів формату А1.

**Метою роботи** є збільшення ефективності процесу збирання полеглих хлібів.

**Об'єкт досліджень:** обладнання для підвищення якості збирання полеглих хлібів.

**Предмет досліджень:** закономірності впливу показників розробленого устаткування на техніко – економічні показники процесу збирання полеглих хлібів.

В дипломній роботі вирішені наступні завдання:

- проаналізовано існуючі засоби механізації для збирання полеглих хлібів;
- обґрунтовано конструктивно – технологічну схему гвинтового стеблепідійомника;
- визначено основні параметри та режими роботи комбайну з гвинтовими стеблепідійомниками;
- розраховані основні кінематичні показники для гвинтового стеблепідійомника, які враховують конструктивні особливості робочих органів;
- здійснено економічну оцінку розроблюваного устаткування для збирання полеглих хлібів комбайнами з гвинтовими стеблепідійомниками.

**Ключові слова:** ЗБИРАННЯ, ПОЛЕГЛІ ХЛІБИ, СТЕБЛЕПІДІЙМАЧ, ГВИНТ, ЯКІСТЬ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ.



# ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	7
<b>1. СУЧАСНИЙ СТАН ПИТАННЯ ЗБИРАННЯ ПОЛЕГЛИХ ХЛІБІВ</b>	8
1.1 Загальні відомості селянське фермерське господарство «Лан» Оріхівського району Запорізької області	8
1.2 Агротехнічні вимоги при скошуванні полеглих зернових культур	14
1.3 Аналіз конструктивних особливостей робочих органів та пристроїв до жаток для збирання полеглих зернових культур	17
<b>2 АНАЛІЗ ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КОНСТРУКТИВНО- ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГВИНТОВОГО СТЕБЛЕПІДЙОМНИКА</b>	33
2.1 Кінематичні режими елементів гвинтового стеблепідйомник	33
2.2 Аналіз взаємодії гвинтового стеблепідйомника з прямостоячим і полеглим стеблостоем	37
2.3 Номограма для визначення кінематичного режиму гвинтового стеблепідйомника	44
<b>3 ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕННЯ</b>	46
3.1 Програма досліджень	46
3.2 Робочі органи гвинтового стеблепідйомника	46
3.3 Методика проведення експериментальних досліджень жатки з гвинтовими стеблепідйомниками	47
3.4 Методика визначення характеристики полеглих зернових культур	48
3.5 Методика визначення впливу кінематичного режиму роботи гвинтового стеблепідйомника на якісні показники скошування полеглих зернових культур	50
3.6 Методика вимірювання, відбору і обробки проб при визначенні якості роботи жатки з гвинтовими стеблепідйомниками	51
3.7 Методика оцінки експлуатаційно-технологічних показників жатки з гвинтовими стеблепідйомниками	54
<b>4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ</b>	59
4.1 Загальні законодавчі та нормативно-правові акти щодо управління охороною праці та безпекою у надзвичайних ситуаціях	59
4.2 Аналіз стану охорони праці	60

4.3	Проведення інструктажів з охорони праці	61
4.4	Розрахунок освітленості ремонтної майстерні	62
4.5	Розрахунок заземлення виробничого обладнання	68
4.6	Управління господарством у надзвичайній ситуації	70
4.7	Забезпечення умов пожежної безпеки	72
4.8	Висновки по розділу	73
<b>5</b>	<b>ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ГВИНТОВОГО СТЕБЛЕПІДЙОМНИКА ПРИ СКОШУВАННІ ПОЛЕГЛИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР</b>	<b>74</b>
5.1	Оцінка прямих експлуатаційних витрат на збирання полеглих культур за допомогою гвинтового стеблепідйомника	74
	<b>ВИСНОВКИ</b>	<b>81</b>
	<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</b>	<b>82</b>
	<b>ДОДАТКИ</b>	<b>86</b>



## ВСТУП

Задоволення зростаючих потреб населення в продуктах харчування, промисловості в сировині, тваринництві в концентрованих кормах, вимагає постійного збільшення валового збору зерна.

Вирішальна роль при цьому відводиться внесенню в ґрунт добрив, меліорації земель, впровадження прогресивної технології вирощування і збирання зернових культур.

Одним з найважливіших резервів збільшення виробництва зерна є скорочення втрат його при збиранні, які часто перевищують надбавки, отримані за рахунок застосування окремих агротехнічних прийомів. Втрати врожаю зерна істотно залежать від застосовуваних в технології збирання машин і відповідності їх робочих органів виконуваного технологічного процесу. Особливо великі втрати (25-30%) врожаю зерна спостерігаються при збиранні полеглих зернових культур, які займають значні площі.

Аналіз результатів роботи зернозбиральних комбайнів показує, що найбільші втрати врожаю спостерігаються за жаткою і складають 70-80% від загальних втрат. При збиранні зернових культур суцільної полеглисти жнивних агрегатів доводиться працювати в одному напрямку проти полеглисти, що знижує їх продуктивність на 25- 30%.

З метою скорочення втрат врожаю і підвищення продуктивності праці при збиранні полеглих зернових культур, в господарствах рекомендується переобладнати ріжучі апарати жаток і робочі органи мототила.

## **1 СУЧАСНИЙ СТАН ПИТАННЯ ЗБИРАННЯ ПОЛЕГЛИХ ХЛІБІВ**

### **1.1 Загальні відомості селянське фермерське господарство «Лан» Оріхівського району Запорізької області**

СФГ “ЛАН” розташоване у м. Оріхів, Оріхівського району Запорізької області, знаходиться в 150 км – від обласного центру - міста Запоріжжя і 110 км – від м. Мелітополь.

Територія господарства знаходиться в третьому агрокліматичному районі. Це засушливий і теплий район з високою ймовірністю вітрової ерозії ґрунтів. Пануючими вітрами на території господарства являються вітри східного і північно-східного напрямлення, які наносять значну шкоду сільськогосподарському виробництву і негативно впливають на ріст і розвиток рослин.

Середня кількість опадів за рік складає 300-420 мм. За період з температурою повітря більше 10о С випадає 250 мм.

Без морозний період складає 160 днів, середня тривалість вегетаційного періоду – 210 днів, середня сума температур за цей період – 3000. Зима – малосніжна. Найбільш холодний є січень, а часто і початок лютого. Оподи випадають у вигляді дощу і мокрого снігу.

Більшу частину земельного масиву в господарстві займають чорнозем звичайний мало гумусний, легко глинистий, середньо глинистий (58%) і чорнозем звичайний мало гумусний слабкоародирований легко глинистий, середньо глинистий (31%). Зміст гумусу в орному шарі 3-4%. Забезпеченість фосфором і калієм середня.

Земельний фонд підрозділяється на види земельних угідь; у відповідності з класифікацією всі земельні угіддя поділяються на сільськогосподарські і несільськогосподарські.

Сільськогосподарські угіддя – це ділянки землі, які постійно використовуються для сільськогосподарських цілей. До них відносять: пасовища, рілля, сінокоси, багаторічні насадження.

Рілля – це ділянки землі, які щорічно використовуються для вирощування сільськогосподарських культур.

До сінокосів відносять землі, які спеціально використовуються для одержання сіна, сінажу, зеленої трави, трав'яної муки і інших кормів.

Пасовища – це ділянки землі, покриті травою і призначені для випасу тварин.

Багаторічні насадження – це ділянки землі, зайняті суцільними культурними посадками плодово-ягідних, технічних і інших насаджень, від яких продукція надходить на протязі декількох років.

До несільськогосподарських угідь відносять землі покриті лісом, землі під водою, болотами, землі під дворами та інші землі, які не використовуються для сільськогосподарських цілей.

Під структурою земельних угідь розуміють питому вагу окремих видів угідь у загальній земельній площі.

В таблиці 1.1 приведена структура земельних угідь СФГ «ЛАН» Оріхівського району.

В період з 2017р. по 2019р. загальна земельна площа СФГ «ЛАН» зменшилась з 3038,6 до 2665,3 (на 11,34%), за рахунок сільськогосподарських угідь. В свою чергу рілля зменшились. Аналізуючи дані, щодо пасовищ та багаторічних насаджень, то вони також залишилися на такому ж рівні.

В структурі земельних угідь 2019 року найбільшу питому вагу становлять сільськогосподарські угіддя – 100%; із них рілля – 95,5%; пасовища – 4,5%; багаторічні насадження – відсутні.

Таблиця 1.1 - Склад і структура земельного фонду

Угіддя	2017		2018		2019	
	га	%	га	%	га	%
Загальна площа	3038,6	100	2851,5	100	2665,3	100
Площа сільськогосподарських угідь	3038,6	100	2851,5	100	2665,3	100
в т.ч. ріллі	2726,7	89,7	2540,1	89,1	2546,5	95,5
сінокоси	193,1	6,4	192,6	6,8	-	-
пасовища	118,8	3,9	118,8	4,2	118,8	4,5
багаторічні насадження	-	-	-	-	-	-

Сільськогосподарське виробництво за єдністю чотирьох факторів, серед яких важливе місце займають засоби виробництва – знаряддя і предмети праці. Вони беруть участь у створенні вартості продукції і, будучи складовим елементом продуктивних сил, визначають ступінь розвитку матеріально-технічної бази аграрних підприємств. Тому від рівня забезпеченості виробництва знаряддями і предметами праці, їх структури та ефективності використання значною мірою залежать кінцеві результати діяльності суб'єктів господарювання в сільському господарстві.

Спеціалізація сільськогосподарського підприємства означає зосередження його діяльності на виробництві одного або декількох видів конкурентоспроможної товарної продукції, для виробництва яких є найкращі умови. Вона сприяє скороченню кількості товарних галузей, збільшенню обсягів їх виробництва і підвищенню прибутку. Ціллю спеціалізації сільськогосподарських підприємств є підвищення виходу товарної продукції і зниження її собівартості за рахунок більш ефективного використання виробничих ресурсів.

Виробництво продукції тваринництва на 100 га сільськогосподарських угідь представлено в таблиці 1.2 [1].

Таблиця 1.2 - Виробництво продукції тваринництва на 100 га сільськогосподарських угідь

Вид продукції	2017	2018	2019
Молоко, т	364	395	381
Яловичина, т	342	296	243
Свинина, т	261	243	236

В господарстві велику увагу приділяють виробництву продукції тваринництва. В 2019 році вироблено м'яса і молока відповідно 579 т та 381 т.

Все поголів'я великої рогатої худоби розміщується на одній фермі. Собівартість і витрати праці на виробництво продукції тваринництва ще високі. В 2019 році собівартість молока склала 3324,6 грн./т, яловичини 43424,2 грн./т, а свинини 39413,2 грн./т [1].

Велику увагу в господарстві приділяють вирощуванню зерна, соняшника, фруктів, овочів і кормових культур. Врожайність і валовий збір їх з кожним роком росте. Основні площі господарства зайняті під посів овочів, зернових і кормових культур [1].

Розглянемо і проаналізуємо структуру товарної продукції СФГ «ЛАН».

На підставі даних наведених в таблиці 1.3 можна зробити висновок, що найбільшу питому вагу у господарстві займає галузь рослинництва, потім продукція власної промислової переробки, роботи і послуги на сторону, реалізація товарів.

Перше місце в вирощуванні зернових займає соняшник. Зернові культури на третьому місці, тобто вони також займають провідне місце у виробництві господарства.

Таблиця 1.3 - Динаміка складу і структури товарної продукції

Вид продукції	2017 р.		2018 р.		2019 р.	
	Виручка від реалізації, тис. грн.	Структура, %	Виручка від реалізації, тис. грн.	Структура, %	Виручка від реалізації, тис. грн.	Структура, %
Зерно	413,1	35,8	234,8	31,5	24,7	5,3
Соняшник	37,2	3,2	39,4	5,3	14,9	3,2
Картопля	-	-	-	-	-	-
Овочі	236	20,4	166,1	22,3	-	-
Плоди	100,1	8,7	96,5	12,96	87	18,7
Баштанні	-	-	-	-	-	-
Інша продукція	44	3,8	31,1	4,2	15,8	3,4
Разом по рослинництву	830,4	71,9	567,9	76,3	142,4	30,6
ВРХ на м'ясо	67,0	5,8	14,1	1,9	59,7	12,8
Свині на м'ясо	75,0	6,5	50,3	6,8	73,5	15,8
Інша продукція тваринництва	8	0,7	2,1	0,3	2,1	0,5
Разом по тваринництву	196,1	17,0	101,9	13,7	146,5	31,5
Підсобні виробництва	85,2	7,4	52,9	7,1	28,1	6,0
Роботи і послуги на сторону	43	3,7	21,8	2,9	148,7	31,9
Всього по господарству	1154,7	100	744,5	100	465,7	100

З таблиці 1.3 бачимо, що посівні площі під зернові колосові до 2019 року зменшилися.

З даних, приведених в таблиці 1.4 видно, що врожайність зернових культур росте поступово і за останні три роки зросла в 1,8 рази. За період, що аналізується спостерігається ріст врожайності кормових культур, підвищився валовий збір з порівнянням з минулими роками багатолітніх трав, однолітніх трав і кукурудзи на силос. Підприємство також збільшить долю зелених кормів в раціоні годівлі тварин в весняно-літній період [1].

Таблиця 1.4 - Динаміка врожайності і валовий збір сільськогосподарських культур

Найменування культур	2017		2018		2019	
	Врожай, ц./га	Валовий збір, т	Врожай, ц./га	Валовий збір, т	Врожай, ц./га	Валовий збір, т
Пшениця озима	21,1	2832	41,2	3093	44,5	2385
Жито озиме	-	-	35,8	72	-	-
Ячмінь яровий	14,2	266	23,3	1648	29,8	2889
Овес	10,6	56	24,8	231	35,1	397
Кукурудза	-	-	15	29	20	58
Баштан продовольчий	19	58	-	-	83	83
Соняшник	3,6	107	14,1	484	16,1	593
Овочі	50,3	327	75,5	317	85	323
Багатолітні трави	44,6	446	40,5	596	99	517
Однолітні трави	8,2	94	17,2	103	40	220
Кукурудза на силос	42,2	3056	140,6	10626	113	8108

В дійсний час більшість виробничих процесів в рослинництві механізовані, за виключенням збору овочів і фруктів.

Для механізації використовуються різні марки і набір техніки. В господарстві підбір техніки ведеться на основі її раціонального використання. Використовується техніка різних марок, модернізацій і різних потужностей [1].

## **1.2 Агротехнічні вимоги при скошуванні полеглих зернових культур**

В окремі роки відзначається масове вилягання хлібів характер і ступінь вилягання їх пояснюються цілою низкою чинників: метеорологічними, ґрунтовими, агротехнічними умовами, механічними властивостями рослин і іншими, При збиранні полеглих хлібів втрати за комбайнами досягають 10-25% і більше, а продуктивність машин знижується на 25-50%, Особливо велику складність представляє прибирання високоврожайних або засмічених полеглих хлібів [2].

Переобладнання агрегатів для збирання полеглих хлібів і спеціальна підготовка полів дозволяють зменшити втрати зерна, приблизно в три-п'ять разів і збільшити продуктивність агрегатів на 30-45%.

Полеглі хліба зазвичай прибирають прямим комбайнуванням і роздільним способом.

Спосіб збирання вибирають конкретно в кожному господарстві і для кожного поля з урахуванням сформованих умов: стану ділянки та його стеблостою, ступеня зрілості і засміченості хлібів, виду і сорту культури, наявності відповідних коштів прибирання. Використання будь-якого одного способу збирання без урахування конкретних умов призводить до великих втрат урожаю.

Полеглі хліби косять поперек полеглості або під кутом до неї. ріжучий апарат повинен бути справним і ретельно відрегульованим. Для отримання мінімальної висоти зрізу (6 - 12см) ріжучий апарат перевертають на 180 °.

Скошують полеглі хліба тільки жатками, обладнаними ексцентриковими мотовилами. Граблини мотовила повинні бути повернені назад під кутом 30 ° до вертикалі.



Прямим комбайнуванням прибирають рівномірно дозрілі, а також зріджені посіви, з густотою стеблостою менше 300 рослин на 1 м<sup>2</sup>, і низькорослі хліба. Збирання хлібів прямим комбайнуванням починають в початку повної стиглості, коли вологість зерна не більше 20-25 %. висоту зрізу встановлюють в залежності від густоти і висоти стеблостою [3].

Для полеглих хлібів висоту зрізу зменшують так, щоб ріжучий апарат знаходився нижче розташування колосків.

Якість роботи жаток визначають по висоті зрізу рослин, характеру укладання стебел у валок (для валкових жаток), втрат вільного зерна, а також зрізаним і не зрізаним колосом [4].

Висоту стерні заміряють лінійкою (5-10 стебел) в двох місцях по ширині захвату жатки на відстані 1,0-1,5 м від подільників. повторність вимірів п'ятиразова по діагоналі скошеного ділянки. На підставі отриманих вимірів підраховують середню висоту стерні.

На збиранні полеглих хлібів висота зрізу повинна становити 6-12 см.

Втрати зерна за жаткою визначають в п'яти місцях по діагоналі ділянки, скошеного за зміну. Для цього між валками укладають рамку площею 1 м<sup>2</sup>. У рамці збирають зрізані, не зрізаного колосся і вільне зерно.

Дрібні колоски або частини колосків наводяться до середнього розміру колоса. Вільне зерно в рамці також переводиться до числа колосків шляхом ділення зібраної кількості зерен на число зерен, виділених із середнього колоса. Потім підраховують загальну кількість колосків по п'яти вимірах, суму ділять на п'ять і підраховують середнє їх значення. Підрахувавши густоту стеблестою на скошеній ділянці, визначають втрати зерна за жаткою [4]. Чистота зерна в бункері повинна бути повинна бути не нижче 95%, дроблення насінневого зерна - не більше 1%, а продовольчого і фуражного - 2%.

Сільськогосподарська практика і дані дослідних установ показують, що вилягання зернових культур спостерігається будь-де. Особливо сильно вилягання проявляється у вологі роки, в разі раннього випадіння снігу, при посіві зернових по чистому пару, на зрошуваних землях [5, 6]. Підвищення

родючості ґрунту за рахунок внесення органічних і мінеральних добрив, може також посилити вилягання зернових культур.

При збиранні полеглих хлібів втрати зерна в окремі роки, сягають 25-60% [7, 8]. При поляганні зернових культур з'являється залежність між величиною втрат зерна, ступенем полеглості стебел і тривалістю вилягання рослин. Полеглі рослини сильніше уражаються хворобами, внаслідок чого відбувається ще більше зниження врожайності і погіршення його якості [8].

При вирощуванні зернових культур розрізняють кореневе і стеблове вилягання. При кореновому поляганні рослини нахиляються або лягають на поверхню від недостатнього зчеплення коренів із землею. Таке вилягання частіше зустрічається на надмірно зволжених ґрунтах.

Стеблове вилягання, або кволість, відбувається в результаті вигину або зламу стебел. Воно може бути викликано швидким зростанням рослин при внесенні добрив, при затіненні рослин в загущених стеблах, при нестачі в ґрунті калію, при ураженні рослин внутрішньо стебловими шкідниками.

Під час наливу зерна стебло має постійне навантаження, тому при формуванні слабкої соломини навіть при невеликому вітрі відбувається його вилягання.

І.П. Гальченко показав, що стійкість рослин до вилягання залежить від освітленості посівів. Чим вище освітленість, тим (за інших рівних умов) інтенсивніше протікають біохімічні процеси у рослин, тим міцніше соломина і нижче полеглисть.

При підвищеному азотному харчуванні зернових формуються рослини з довгими ніжними міжвузлями стебел, що веде до їх згинання під вагою гойдаючогося колосу. На вилягання рослин впливає також тип ґрунту.

Дослідженнями вилягання рослин вчені займаються більше двохсот років. Цій проблемі присвячено ряд оглядів і монографій [9, 10].

Розрізняють три групи факторів вилягання рослин. До першої групи відносяться спадкові особливості рослин (морфологічна будова, біологічні властивості), до другої групи - фізичні фактори (вітер, дощ, град, низькі

температури повітря). Ступінь впливу цих факторів на полеглість рослин залежить від географічних і ґрунтово - кліматичних особливостей місцевості. Третя група включає в себе агротехнічні фактори (надлишок азотних добрив, завищена норма висіву, надмірне зрошення, ураження грибковими хворобами).

Якщо на першу і третю групу чинників можна вплинути, то на другу групу, яка призводить до вилягання хлібів на значній площі, вплинути вкрай важко.

В сільськогосподарському регіоні України виділяються три основні ґрунтово-кліматичні зони: полісся, лісостеп, степ.

Ярі зернові культури займають 50-60% рілля. Щорічно на значній площі хліби полягають. Найбільші площі полеглих хлібів спостерігаються в зонах полісся та лісостепу.

### **1.3 Аналіз конструктивних особливостей робочих органів та пристроїв до жаток для збирання полеглих зернових культур**

Як показують дані [11], при випробуванні комбайнів з жатками на машинівипробувальних станціях і роботі в виробничих умовах, прибирання зернових культур супроводжується великими втратами врожаю.

Втрати зерна при збиранні іноді ділять на прямі і непрямі або кількісні і якісні.

Л.Н.Федосеев пропонує умовно кількісні і якісні втрати зерна розділити на дві групи (біологічні та механічні).

1. Біологічні: втрати зерна протягом збирального сезону. Величина цих втрат залежить від способів збирання, метеорологічних умов зони, біологічних особливостей збирання культури. Цей вид втрат можна вважати залежним від часу збиральних робіт. Так при скошуванні недозрілих хлібів втрати сягають 11,5%. Великі втрати зерна від осипання бувають при перестої рослин на корені.

2. Механічні: втрати зерна працюючими машинами. Рівень втрат зерна визначається конструкцією робочих органів і режимом їх роботи. Для конкретних збиральних машин величина цих втрат буде залежати від властивостей культури, яка збирається (ступінь стиглості, вологість, сортові особливості) і режиму роботи машин. При збиранні зернових культур як прямим комбайнуванням, так і роздільним способом основна частка втрат припадає на жатку і молотильно - сепаруючим пристроєм комбайна (МСУ).

Співвідношення між втратами зерна жаткою і МСУ комбайна в різних зонах різне. У зоні діяльності ряду машиновипробувальних станцій втрати зерна жаткою становлять 35-70%, а іноді і 80-90% від загальних втрат комбайном [12, 13]. А.Н. Пугачов [14] зазначає, що співвідношення втрат зерна жаткою і МСУ комбайна при прямому комбайнуванні наступне (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Співвідношення втрат зерна за жаткою та молотаркою, %

Комбайн	Жито озиме		Пшениця озима	
	жатка	молотарка	жатка	молотарка
СК-4	71,7	28,3	74,2	25,8
СКД-5	74,0	26,0	73,4	26,6

Втрати зерна жаткою поділяють на три види: втрати зрізаним колосом, не зрізаним колосом та вільним зерном.

При використанні валкових жаток на скошуванні прямо стоячих хлібів у валки співвідношення видів втрат приведені у таблиці 1.6

Втрати зрізаним колосом та вільним зерном можна пояснити невідповідністю кінематичного режиму роботи мотовила його оптимальному значенню [14]. На практиці швидкість обертання планок мотовила встановлюється з перевищенням поступальної швидкості комбайну приблизно у 1,2 – 2 рази.

Таблиця 1.6 Співвідношення видів втрат при скошуванні пшениці, %

Машиновипробувальні станції	Вільне зерно	Зрізані колосся	Не зрізані колосся
Південно – Українська	35,8	64,2	-
Українська	20	80	-

Аналізуючи джерела втрат зерна жаткою, можна дійти висновку, що усунути втрати зерна зрізаним колосом та вільним зерном можна шляхом встановлення колової швидкості мотовила на 10% більше поступальної швидкості машини.

Найменші втрати зерна жаткою, при скошуванні зернових культур досягаються при роботі жатки на оптимальних режимах.

Регулювання швидкості обертання мотовила у залежності від швидкості руху агрегату повинна відбуватися згідно даних таблиці 1.7

Таблиця 1.7 – Регулювання швидкості обертання мотовила у залежності від швидкості агрегату

Швидкість руху агрегату, км/год	Швидкість обертання мотовила, хв. <sup>-1</sup>
До 3,0	22
3,0 - 4,0	27
4,1 – 5,0	31
5,1 – 6,0	33
6,1 – 7,0	34
7,1 – 8,0	35

Дані таблиці 1.3 свідчать про той факт, що зі зміною швидкості руху жатного агрегату у широких межах (3-8 км/год.), швидкість обертання мотовила змінюється не значно (13 хв.<sup>-1</sup>).

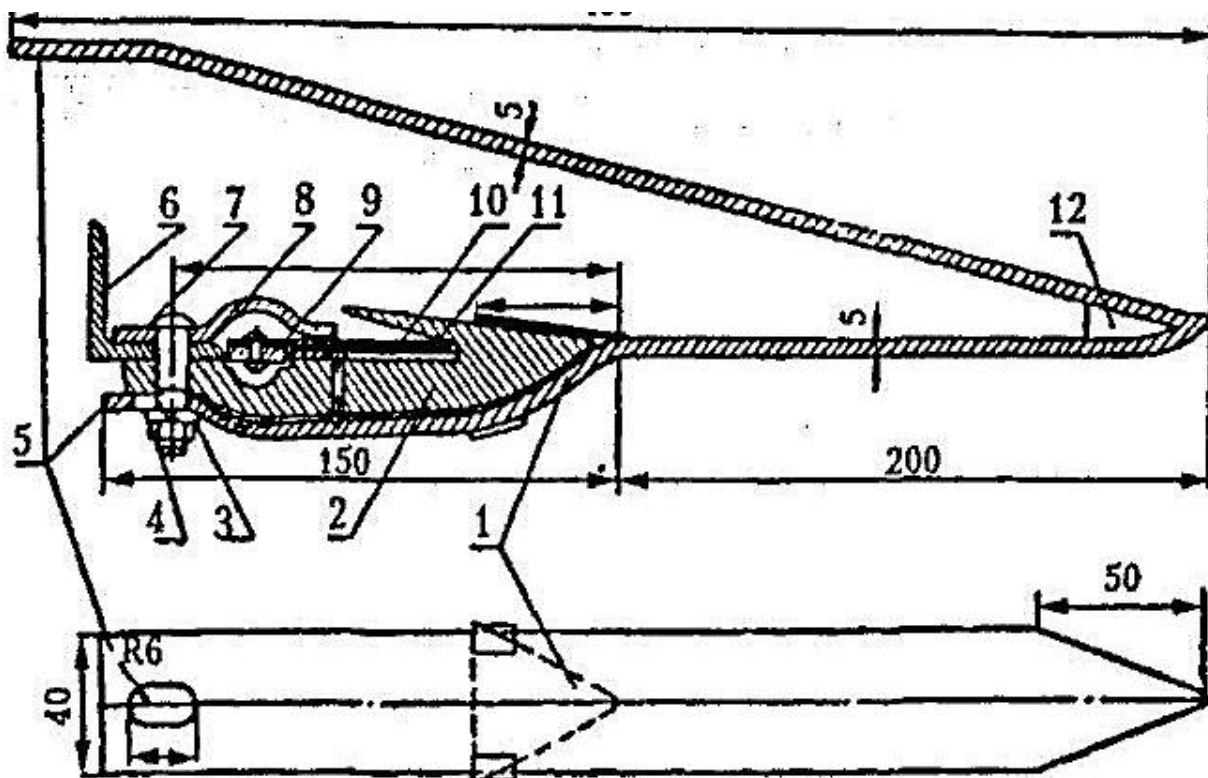
Для підтримки таких режимів потрібна велика чутливість всієї системи регулювання і певний досвід механізатора. Проведені в господарстві спостереження за визначенням втрат зерна жатками при скошуванні прямої пшениці показав, що втрати зерна жатками перевищують припустимий рівень - 0,5% - у середньому в два рази. Пояснюється це невідповідністю кінематичного режиму роботи мотовила і труднощами вибору і підтримки його комбайнером в оптимальних режимах. Постановка спеціальних дослідів по визначенню впливу кінематичного режиму ( $\lambda$ ) роботи мотовила на втрати зерна показали, що відхилення від оптимального значення  $\lambda$  в сторону зменшення і збільшення веде до зростання втрат зерна. У першому випадку, за рахунок зрізаних стебел, що падають перед ріжучим апаратом жатки, у другому, за рахунок перекидання їх планками через вітрової щит [15].

На відміну від збирання прямостоячих хлібів, прибирання полеглих пов'язана з великими труднощами. Вилягання рослин ускладнює механізоване прибирання зернових культур, знижує фізичні якості зерна та погіршує його технологічні властивості. Втрати зерна при цьому складають 10-25% і більше, а продуктивність знижується на 25-50% [16].

В першу чергу на втрати зерна впливає ступінь полеглих рослин, чим сильніше полягли рослини, тим більше втрати і нижче продуктивність. Для прибирання полеглих хлібів в даний час найбільш ефективним і доступним у виготовленні пристосуванням є стеблепідйомник, зображений на рисунку 1.1.

Такий стеблепідйомник виготовляється в майстерні господарства з полоси сталі товщиною 5 мм та встановлюється на кожен третій палець жатки. На випадок збирання полеглих хлібів кожен комбайн повинен оснащуватися комплектом стеблепідйомників представленої конструкції або аналогічними пристроями.

При збиранні полеглих хлібів жатка повинна обов'язково комплектуватися ексцентриковим мотовилом, при знятих планках мотовила пальці грабли повинні бути нахилені назад по ходу руху комбайну на 10-15%. Мотовило, як правило виноситься вперед та максимально опускається у нижнє



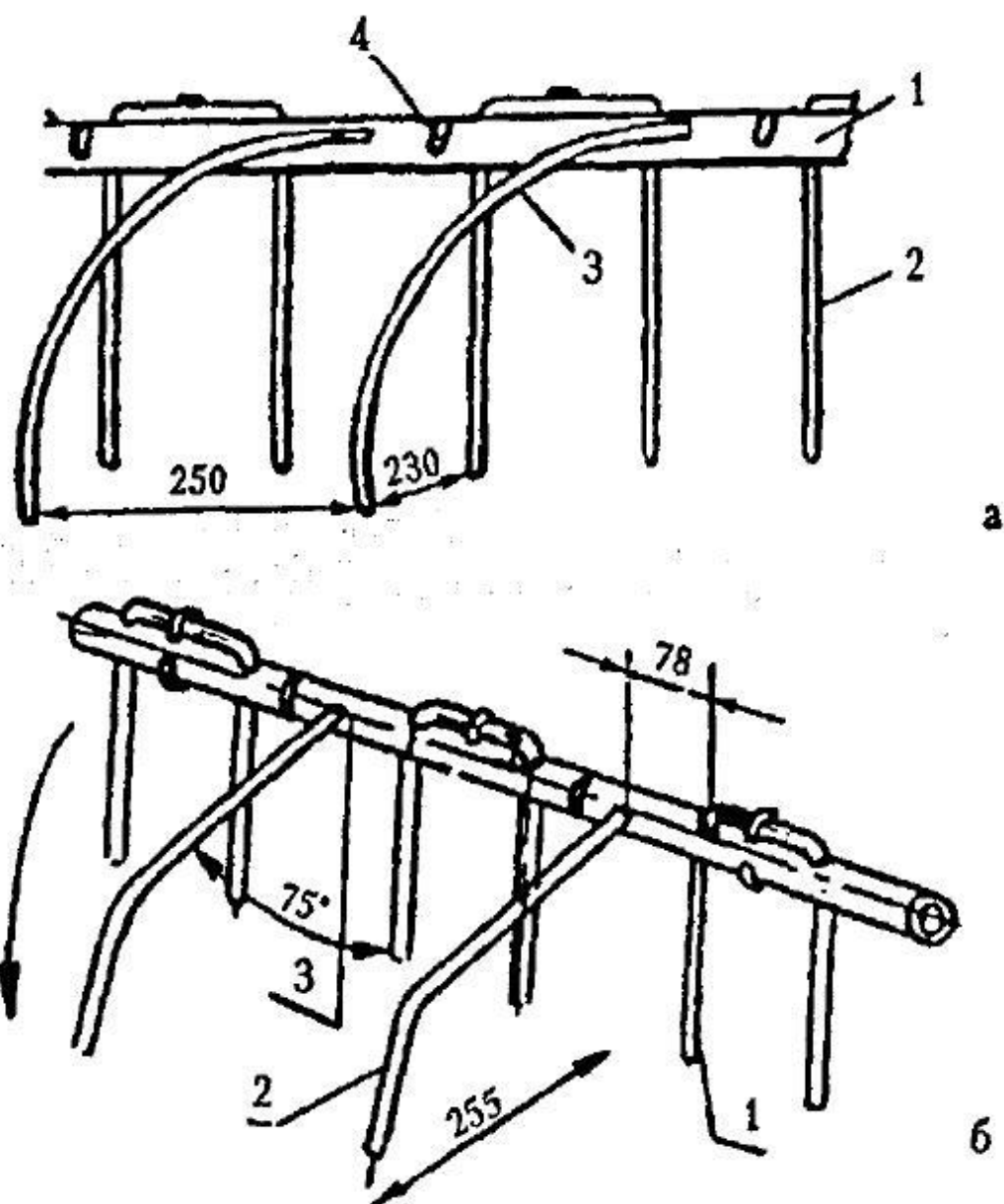
1 - ковпачок; 2 – палець; 3 – пружинна шайба; 4 – гайка М10; 5 – стеблепідйомник; 6 – кутник; 7 – лапка притискна; 8 – болт М10х45; 9 – спинка ножа; 10 – сегмент; 11 – протиризальна пластина; 12 косинка.

Рисунок 1.1 – Стеблепідйомник

положення за допомогою гідроциліндрів підйому так, щоб кінці пальців не потрапляли в ріжучий апарат. Для поліпшення роботи ексцентрикового мотвила добре зарекомендувала себе установка додаткових вигнутих пальців, що закріплюються на граблинах мотвила різними способами. Один з варіантів установки додаткових вигнутих пальців на мотвилі показаний на рисунку 1.2.

Вигнутий під кутом  $90^{\circ}$  палець виносить уперед по відношенню до основного, завдяки чому поліпшується захоплення полеглих стебел, їх підйом і підведення до ріжучого апарату для скошування. Для цього з пружинного дроту марки 65Г діаметром 5 мм виготовляють комплект (105 штук) додаткових пальців. Кожна заготовка має довжину 470 мм, вигинається по радіусу 145 мм і один її кінець довжиною 80 мм відводиться в сторону під прямим кутом. Для

кріплення додаткових пальців в трубках в проміжках між основними пальцями свердлять по два отвори під кутом  $90^\circ$  до основних отворів - одне посередині, інше зміщене на 40 мм. У центральний отвір вставляють додатковий палець 3, який через зміщений отвір кріплять шплінтом 4 (4,5 x 35) до трубки 1. Пальці виготовляють і встановлюють на мотовило безпосередньо в господарстві.



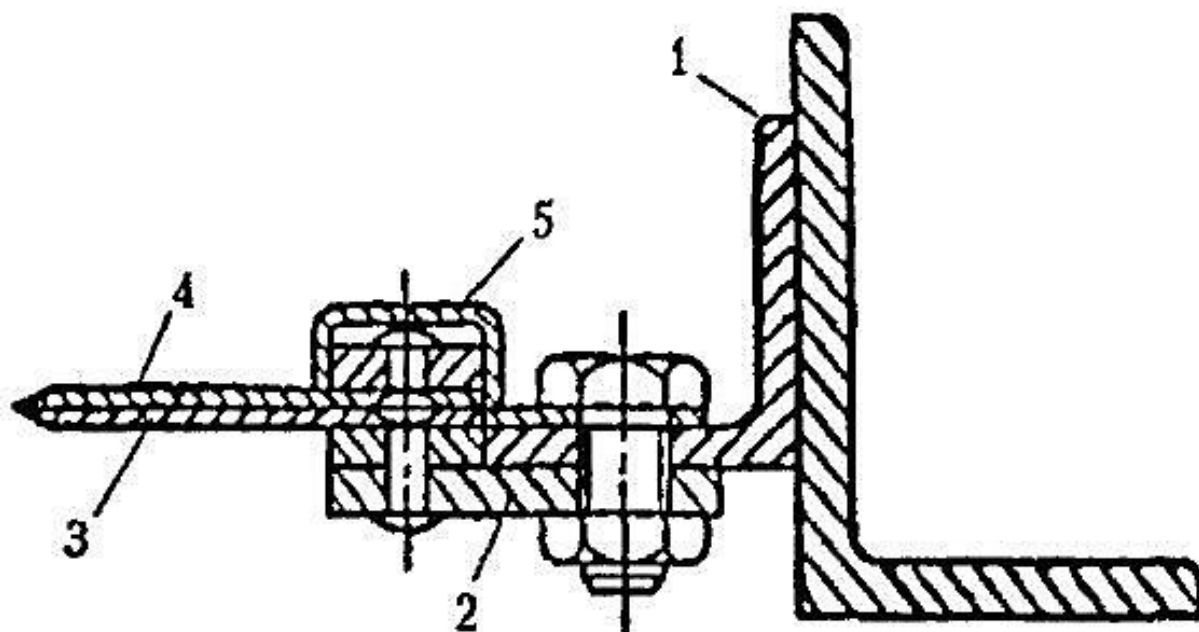
а: 1-труба граблини; 2 – палець граблини; 3 – додатковий палець; 4 – шплінт; б: 1 – основний палець; 2 – додатковий палець; 3 – труба мотовила.

Рисунок 1.2 – Переобладнана граблина мотовила.



Для більш низького зрізу полеглих зернових пластини підвіски між блоком пружин і корпусом жатки ЖВН-6А подовжують на 20 мм. Це збільшує кут нахилу корпусу ріжучої частини жниварки і дозволяє зрізати хлібостій на висоті 8 см.

Для скошування густих полеглих, сильно переплутаних і перезвожених стебел зернових і зернобобових культур доцільно застосовувати спеціальний безпальцевий ріжучий апарат типу «подвійний ніж», виконаний за схемою, наведеної на рисунку 1.3, і складається з нерухомого 3 і рухомого 4 ножів, які встановлюються замість звичайного ріжучого апарату.



1 – повернутий куток; 2 – пластина; 3 – нерухомий ніж; 4 – рухомий ніж;  
5 – затискач ножа.

Рисунок 1.3 – Переобладнання ріжучого апарату на низький зріз

У нерухомого ножа видаляють п'яту з прилеглим до неї сегментом, а ніж повертають так, щоб його спинка виявилася внизу. Від спинки відкріплюють (в напрямку від шатуна) 1-й, 4-й, 7-й і т. д. (через кожні два) сегменти. Під спинку

ножа встановлюють куточок 1 (75 x 50) мм широкою полицею вниз. Потім сегменти ставлять на свої місця так, щоб отвори їх збігалися з отворами в спинці ножа і в полках кутників, і закріплюють їх подовженими заклепками.

Зібраний нерухомий ніж 3 прикріплюють до пальцевому брусу на місце знятих пальцевих секцій. На нього накладають рухомий ніж 4 і закріплюють дев'ятьма притискними лапками 5. Утворений поріжок між брусом жатки і подвійним ножом перекривається кожухом, виготовленим з покрівельного заліза. Напрямна головки рухомого ножа опускається на величину зниження верхнього ножа і за допомогою перехідної пластини кріпиться до платформи жатки. Головку рухомого ножа з'єднують з коромислом приводу ножа за допомогою сполучної ланки жатки і спеціально виготовленої перехідною колодки, нижній кінець якої з'єднують з головою ножа, а верхній - з коромислом приводу ріжучого апарату. Правильно зібраний переобладнаний ріжучий апарат вважається тоді, коли при крайніх положеннях кривошипа сегменти рухомого і нерухомого ножів повністю поєднуються.

Верхній ніж приводиться в рух за допомогою кривошипного механізму і гойдаючого коромисла, аналогічно серійної конструкції. При роботі з таким переобладнаним ріжучим апаратом стеблепідйомники не знадобляться, але застосування ексцентрикового мотовила обов'язково.

Двоножевий апарат добре працює на вологих, поплутаних і засмічених хлібах з зеленим підгоном [17]. Однак через недостатню міцність двоножевого апарату часто порушується робочий зазор між рухомими і нерухомими сегментами. Тому його краще використовувати на чистих полеглих хлібах.

Низькорослі хліба з висотою стебел менше 60 см і густотою менше 300 рослин на 1 м, що не мають підгону і бур'янів, прибирають прямим комбайнуванням. Якщо ж є підгін або бур'яни, то низькорослі хліба дозрівають повільно, і їх вигідніше прибирати роздільним способом, використовуючи для цього різноманітні пристосування і прийоми [18, 19].

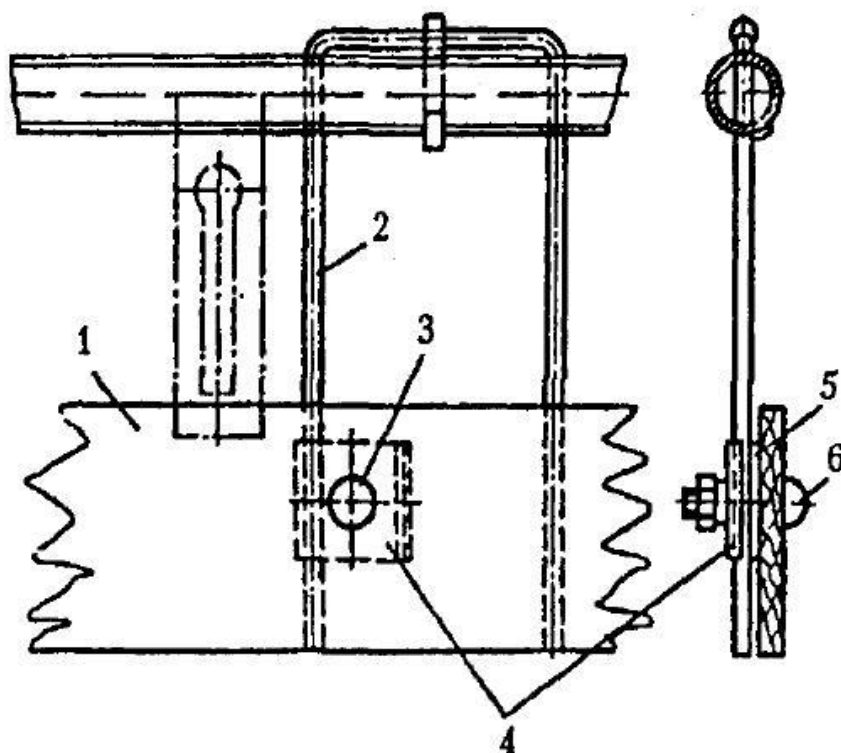
При збиранні низькорослих зернових культур (ячмінь, овес) значні втрати виникають від падіння зрізаних коротких стебел і окремих колосків з ріжучого

апарату на ґрунт під жатку до того, як вони будуть подані планками мотовила на платформу жниварки.

Щоб уникнути цих втрат рекомендується нарощувати планки мотовила по всій довжині прогумованим ременем. При цьому вал мотовила встановлюється над ріжучим апаратом, а саме мотовило опускається так, щоб прогумовані стрічки стосувалися пальців ріжучого апарату і скидали при своєму торканні стебла і колосся на транспортер жниварки.

Косити низькорослий зріджений хлібостій жаткою з ексцентриковим мотовилом важко, оскільки пальці граблин прочісують стебла і погано очищають ріжучий апарат. Щоб усунути цей недолік, достатньо змінити кріплення лопатей (рисунок 1.4), для чого в кожній лопаті 1 свердлять отвори 3 діаметром 9 мм поруч з найближчими до кронштейнів пальцями 2.

З сталеві пластини виготовляють притискач 430x40x3 мм, який кріплять болтом 6 до лопаті 1. Цим притискачем закріплюють лопать на пальці 2 граблини. Під притискачем ставлять гумові прокладки 5.

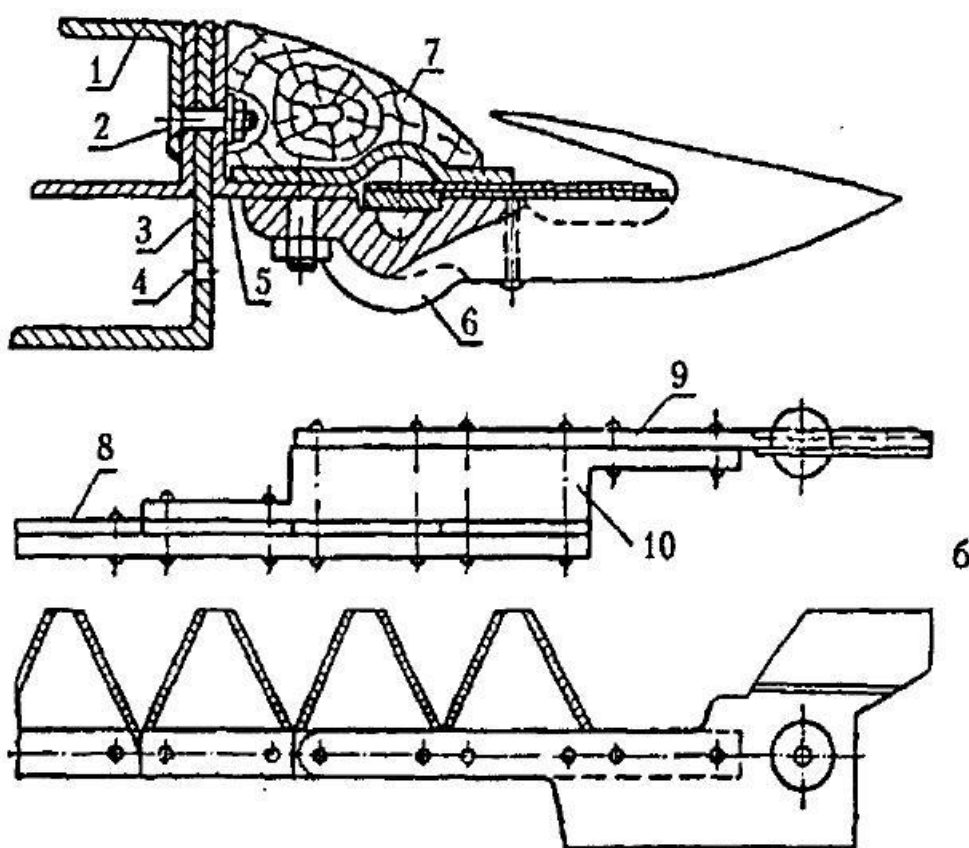


1 – лопать; 2 – палець; 3 – отвір; 4 притискач; 5 – гумова прокладка; 6 – болт.

Рисунок 1.4 – Кріплення лопаті мотовила до пальця граблини

Для виключення перекидання зрізаних стебел планками мотовила через вітровий щит, останній необхідно наростити на висоту 200-250 мм додатковим щитом з листової сталі або дерев'яними дошками.

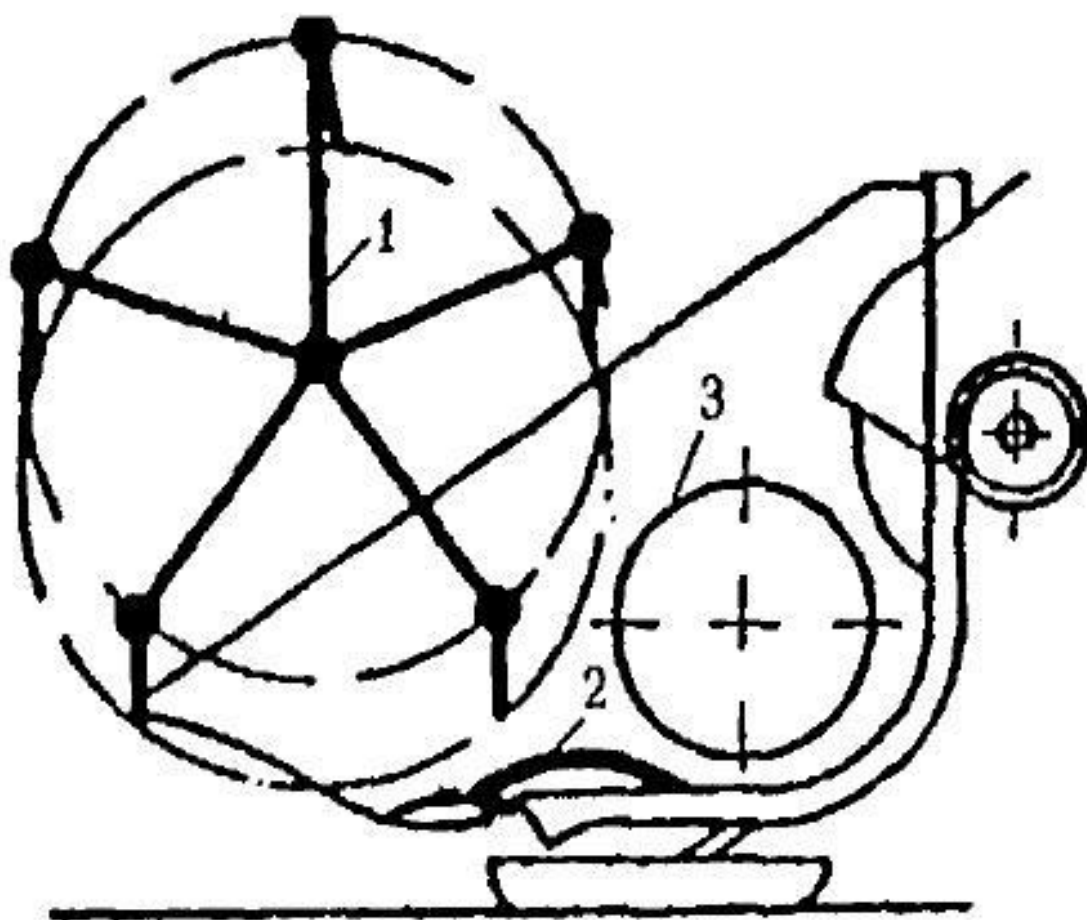
Іншим способом переобладнання жатки на низький зріз є перестановка пальцевого бруса верхньою полицею вниз з одночасною перестановкою пальців на куточку пальцевого бруса (рисунок 1.5). Таким чином вдається знизити висоту скошування короткостебельчастого хлібостою на 50-55 мм і знизити втрати врожаю.



1 - верхній напрямний куточок пальцевого бруса; 2 - болт, що кренить куточок пальцевого бруса; 3 - кутник; 4 - отвір для додаткового (при необхідності) зниження ріжучого апарату; 5 - передній куточок пальцевого бруса; 6 - секція пальців; 7 - дерев'яний брус; 8 - ніж; 9 - головка ножа; 10 - знижувач.

Рисунок 1.5 - Переобладнаний ріжучий апарат жатки ЖВН-6А:  
а) поперечний розріз апарату; б) з'єднання зниженого полотна і головки ножа

При прямому комбайнуванні зрізані стебла укладаються на днище жатки комбайна відразу ж за ріжучим апаратом і затримуються перед гвинтом. Це призводить до порціонної подачі маси в молотарку комбайна, а також до збільшення втрат зерна за жаткою. Для зменшення «мертвої зони» на днище жатки за ріжучим апаратом встановлюють спеціальний металевий лист (рис. 1.6). У нових комбайнів передбачено профільоване днище.



1 – мотовило; 2 – металевий лист; 3 - гвинт

Рисунок 1.6 – Схема переобладнання днища жатки

Для скошування зернових культур середньої полеглості, коли зрізані стебла легко відокремлюються від незрізаних, використовується звичайне планчасте мотовило, на лопаті якого встановлюються пальці, виготовлені зі сталевого дроту діаметром 5 мм і довжиною 150 мм.

У ряді зарубіжних країн США, Канаді та ін. Для прибирання полеглих зернових культур застосовують на жатках ексцентриккові мотовила [20, 21]. Пальці граблин мають криволінійну форму і відігнуті в бік зворотний по ходу жатки. При використанні планчастих мотопил на скошуванні полеглих хлібів встановлюють на лопаті гачкові пальці.

Однак використання даних спеціальних пристосувань до кінця не вирішує проблему збирання врожаю в складних умовах, також залишається факт втрат зерна і питання про винахід агрегату, який працює однаково добре і з мінімальними втратами в різних умовах залишається досить актуальним.

Таким чином, проведений аналіз показує, що в даний час як у нас в країні, так і за кордоном ведуться значні роботи по визначенню оптимальних варіантів пристосувань до мотопил для прибирання полеглих хлібів.

У зв'язку з цим, народжуються найрізноманітніші пропозиції щодо удосконалення робочих органів мотовила. Слід визначити яка форма робочих органів, їх параметри, кінематичний режим є оптимальними для мотовила, використовуваного на жатках при скошуванні полеглих хлібів.

Багато дослідників вказують на можливість зниження втрат врожаю що виникають від впливу робочих органів машини на прибиранні культури. Для цього необхідно виявити причини їх виникнення та можливості зниження з урахуванням умов, в яких відбуваються збирання зернових культур. Основні положення теорії робочого процесу мотовила були розроблені В.П. Горячкиним [22] і викладені в його роботі "Теория жатвеных машин". В цій роботі В.П. Горячкин визначив основні залежності між конструктивними і кінематичними параметрами мотовила і станом хлібостою. На підставі аналізу абсолютної траєкторії планок мотовила були визначені діаметр, число планок, установка осі мотовила по висоті і виносу щодо ріжучого апарату, а також оптимальне співвідношення окружної швидкості мотовила до поступальної швидкості комбайна, що впливають на захоплення стебел планками. На підставі аналізу було встановлено, що втрати врожаю при збиранні прямостоячих хлібів від впливу мотовила мінімальні в тому випадку, коли планки впроваджуються в

стеблестій з абсолютною швидкістю, вектор якої спрямований вертикально вниз і виключає відгин стебел планкою по ходу комбайна. Подальше обґрунтування шляхів зниження втрат врожаю від впливу робочих органів мотовила на стебла рослин при збиранні зернових культур було проведено Г.Л. Терсковим [23] і академіком І.Ф. Василенко [24]. Г.Л. Терсков в роботі "Теорія мотовила" дав обґрунтування залежності радіуса мотовила від довжини стебел і виносу осі мотовила за лінію ріжучого апарату. Однією з умов якісної роботи мотовила при підводі стебел до різального апарату є те, що в кінці впливу планки на стебло вона повинна стосуватися його не нижче центра ваги частини, що зрізається, щоб уникнути перекидання зрізаного стебла через внутрішню кромку планки мотовила.

У цій роботі Г.Л. Терсков вказує на наявність взаємодії між стеблами в процесі підведення їх планкою до ріжучого апарату, залежить від густоти стеблостою. Для оцінки захоплюючої здатності стебел планками мотовила, в формулу визначення ширини ділянки стеблостою був введений коефіцієнт стиснення стебел. З умови охоплення впливом планками мотовила всіх зрізаних стебел була визначена залежність для знаходження необхідного числа планок. Величина окружної швидкості мотовила обмежувалась умовою запобігання обмолоту колосків ударами планки.

Звертаючи головну увагу на ступінь впливу мотовила на хлібостій, Г.Л. Терсков також вказує, що робота мотовила повинна характеризуватися і такими показниками як укладання зрізаних стебел на платформу жнивarki і очищення ріжучого апарату від зрізаної маси. Однак, при цьому не були визначені залежності цих показників від конструктивних розмірів і режиму роботи мотовила.

Питанням укладання зрізаних стебел на платформу жнивarki і очищення ріжучого апарату від зрізаної маси займалися академік І.Ф. Василенко, професор К.А. Полевицький, С.Н. Перснев та інші.

Академік І.Ф. Василенко запропонував оцінювати якість укладання стебел мотовилом на платформу жнивarki величиною кута  $\alpha$ , утвореного

дотичною, проведеною з кінця сегмента ножа і відносною траєкторією руху планки мотовила і горизонталлю. Зі зменшенням кута  $\alpha$ , тобто, при зменшенні висоти установки осі мотовила, поліпшується якість укладання зрізаних стебел на платформу жаток і зменшується ймовірність спадання зрізаної маси з ріжучого апарату.

Найбільш повне теоретичне дослідження спільної роботи мотовила з ножем було проведено академіком М.Н. Летошневим [25] і В.Є. Пластиніним [26]. При розгляді спільної роботи мотовила з ножем, він розбиває весь процес на три фази: фаза спільної роботи планки з ножем, фаза холостий роботи ножа і фаза роботи ножа без участі мотовила. Співвідношення тривалості цих фаз характеризують злагодженість, взаємодії мотовила з ножем. Дається аналіз впливу виносу осі мотовила, густоти стеблостою, відносини окружної швидкості мотовила до поступальної швидкості комбайна на величину фаз процесу. Також даються аналітичні залежності для визначення величини радіусу і максимального виносу мотовила за умови, що кінець впливу планки на пучок стебел не переходить моменту закінчення дії нахилу планки на зрізані стебла.

В роботі відзначається, що якщо вісь мотовила винести вперед за лінію ножа, то співвідношення цих фаз змінюється. Якщо змінити кінематичний режим роботи мотовила, то можна домогтися максимального ступеню впливу планки мотовила на стеблестій.

С. М. Григор'єв [27], розглядав вплив планки мотовила на густий стеблестій, нахилений вперед по ходу машини, приходять до висновку, що максимальна величина виносу осі мотовила даного радіуса залежить від висоти, нахилу і густоти стеблостою і, для достатнього впливу планок на стебла, кінематичний режим не повинен бути нижче певної величини.

Питанню співвідношення конструктивних розмірів мотовила і кінематичного режиму його роботи присвячені дослідження Ф. М. Гофбауера, Ф.М. Курушина та інших.



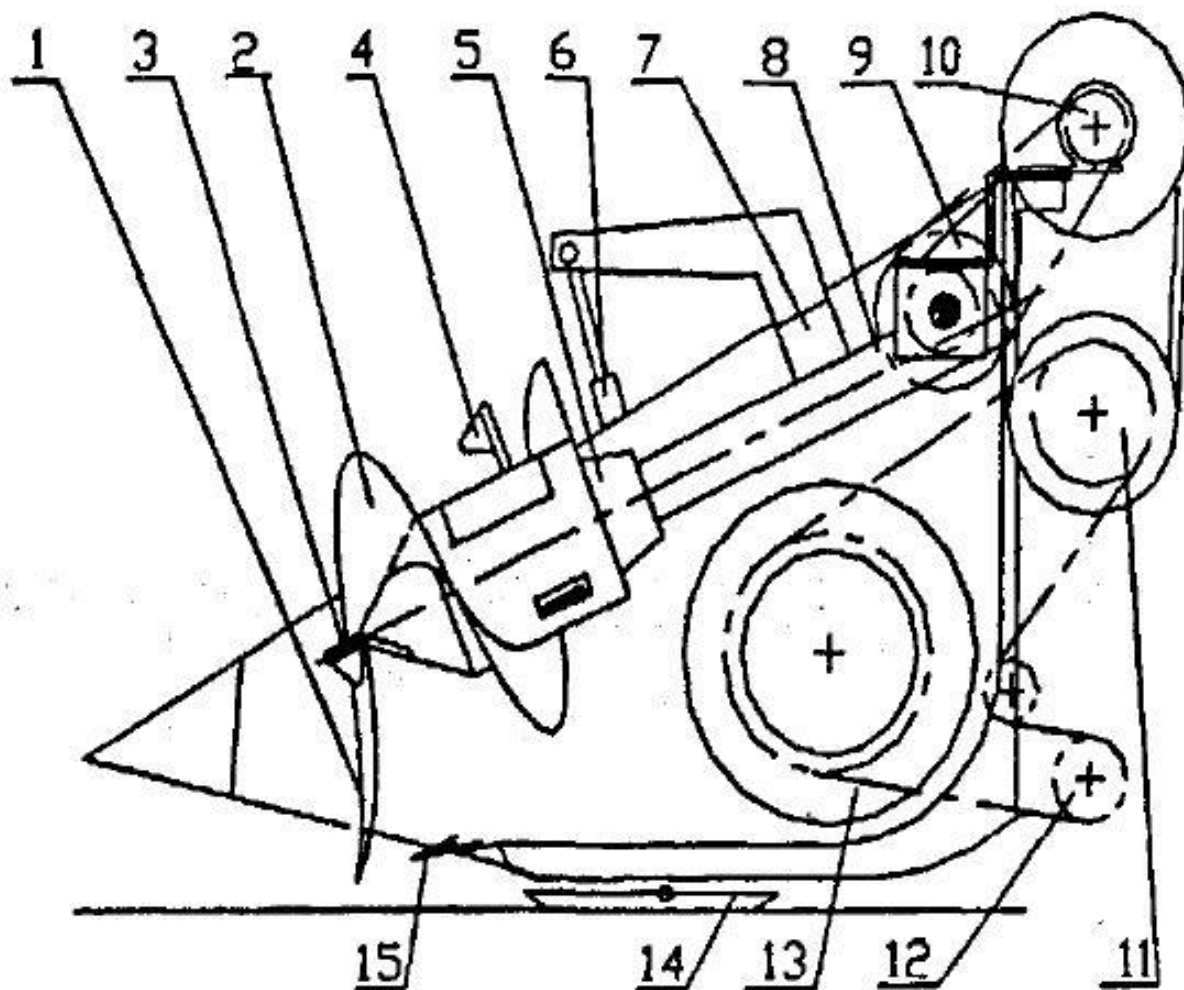
У своїх дослідженнях, при певному радіусі мотовила від довжини стебел і кінематичного режиму роботи, особливу увагу звертають на безударне входження робочих органів мотовила в стеблестій рослин, В. В. Деревенко зазначає, що паралелограмне мотовило отримало найбільшого поширення, але використання його пов'язано з істотними втратами зерна незалежно від стану хлібостою і швидкості руху збирального агрегату. Підвищення ефективності даного мотовила - завдання досить актуальне.

Провівши детальні дослідження роботи крючкового пальця, в порівнянні з прямим, він приходять до висновку, що крючковий палець при меншому заглибленні підіймає меншу кількість стебел, але на велику висоту, що має важливе значення при збиранні полеглих хлібів. На наш погляд, якщо подовжити крючковою палець так, щоб хорда, яка з'єднує його кінці, дорівнювала довжині прямого, то він буде піднімати ту саму кількість стебел, що і прямий палець, але на більшу висоту.

Проведені автором дослідження показують, що можна поліпшити роботу мотовила за рахунок зміни його конструктивних і експлуатаційних параметрів.

На наш погляд, в цьому випадку немає гарантії, що хлібна маса буде зісковзувати на платформу жнивarki.

Проведений аналіз результатів роботи відомих засобів механізації, які застосовуються при скошуванні полеглих хлібів, показує, що немає підстав назвати яку-небудь схему переобладнання мотовила раціональною. З аналізу теорії робочого процесу мотовила видно, що технологічний процес скошування полеглих зернових культур вивчений недостатньо і потрібно проведення досліджень по обґрунтуванню більш ефективних технологічних і технічних рішень для прибирання полеглих зернових культур. В цьому відношенні викликає інтерес, запропоноване авторами Архиповим В.М., Семченко О. І., Петухової Е.С пристосування для прибирання полеглих хлібів у вигляді гвинтового стеблелідомика (рис. 1.7), який виконує функції мотовила при взаємодії з ріжучим апаратом і активного підйому стебел зернових культур.



1 - серповидний носок; 2 - виток гвинта; 3 - осьовий ніж; 4 - радіальний ніж; 5 - захисний конус; 6 - гідроциліндр; 7 - труба підйому; 8 - черв'ячний редуктор; 9 - зірочка валу приводу; 10 - зірочка веденого шківа варіатора; 11 - зірочка ведучого шківа варіатора; 12- зірочка кривошипу; 13 - поперечний гвинт жатки; 14 - башмак; 15 - ріжучий апарат.

Рисунок 1.7 – Схема гвинтового стеблепідйомника

Дослідження стосовно обґрунтування конструктивних та технологічних параметрів робочих органів подібних приладів на даний час не проводились.

## 2 АНАЛІЗ ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГВИНТОВОГО СТЕБЛЕПІДЙОМНИКА

### 2.1 Кінематичні режими елементів гвинтового стеблепідйомника

Стеблепідйомник являє собою циліндричний ротор з навітої спіраллю, в початковій частині якого спіраль утворює наконечник серповидної форми (рис. 2.1). Основними конструктивно-технологічними та кінематичними параметрами гвинтового стеблепідйомника є:

$n$  - швидкість обертання ротору стеблепідйомника, об/хв;

$S$  - крок спіралі гвинта, м;

$h_2$  - висота встановлення наконечника спіралі від поверхні поля, м;

$h_1$  - винос носка наконечника відносно різального апарату, м;

$\alpha$  - кут нахилу осі ротора стеблепідйомника, град.;

$D$  - діаметр спіралі гвинта по зовнішньому контуру шнека, м;

$d$  - діаметр спіралі по внутрішньому контуру гвинта, м.

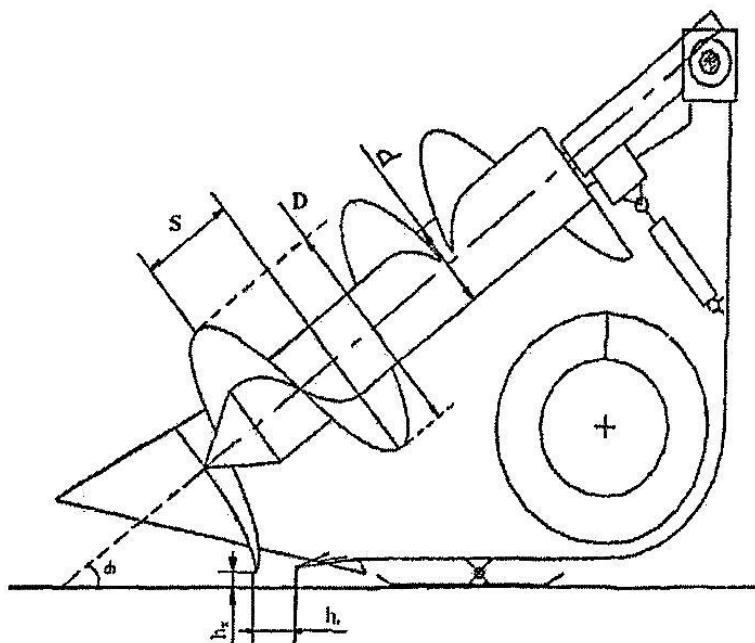


Рисунок 2.1 – Конструктивно – технологічна схема гвинтового стеблепідйомника

Найбільш істотний вплив на процес роботи гвинтового стеблепідйомника надає його кінематичний режим, тобто швидкість обертання ротора стеблепідйомника. При роботі стеблепідйомника кожен елемент ротора здійснює складний рух, при цьому абсолютний рух наконечника ротора складається з обертального (відносно осі приводу ротора) і переносного (разом із поступальним рухом комбайна). На підставі законів теоретичної механіки [28, 29] положення матеріальної точки в просторі визначається рівнянням:

$$x^2 + y^2 + z^2 = l^2 \quad (2.1)$$

де  $x$ ,  $y$ ,  $z$  – координати точки  $M$  наконечника ротору у просторовій системі координат.

Як впливає з рисунку 2.2, при рівномірному обертальному русі точки  $M$  в площині  $хоу$  з кутовою швидкістю  $\omega$  і одночасно поступальному русі точки  $M$  уздовж осі  $Z$  зі швидкістю  $V_K$  координати точки визначаються в параметричній формі наступними виразами:

$$x = R \cos\omega t, y = R \sin\omega t, Z = V_K t \quad (2.2)$$

Тоді рівняння (2.1) представляється в наступному вигляді:

$$R^2 \sin^2 \omega t + R^2 \cos^2 \omega t + V_K^2 t^2 = l^2 \quad (2.3)$$

З огляду на, що  $\sin^2 \omega t + \cos^2 \omega t = 1$ ,

представимо рівняння абсолютного руху точки  $M$  ротора у вигляді

$$R^2 + V_K^2 t^2 = l^2 \quad (2.4)$$

Дане рівняння являє собою траєкторію руху точки  $M$  ротора стеблепідйомника в абсолютному русі, що є гвинтовою лінією з кроком  $S$ .

При заданих значеннях конструктивних параметрів стеблепідйомника ( $R$ ) та кінематичних режимів відносного руху ( $\omega$ ) та поступального ( $V_K$ ), підставив

у рівняння (2.4)  $t = \varphi/\omega$ ,  $\omega = U/R$ , де  $\omega$  це кутова швидкість ротору (рад./с),  $\varphi$  – кут повороту ротору (рад.),  $U$  – колова швидкість точки ротора (м/с),  $R$  – радіус ротора (м),  $V_k$  – швидкість комбайну (м/с).

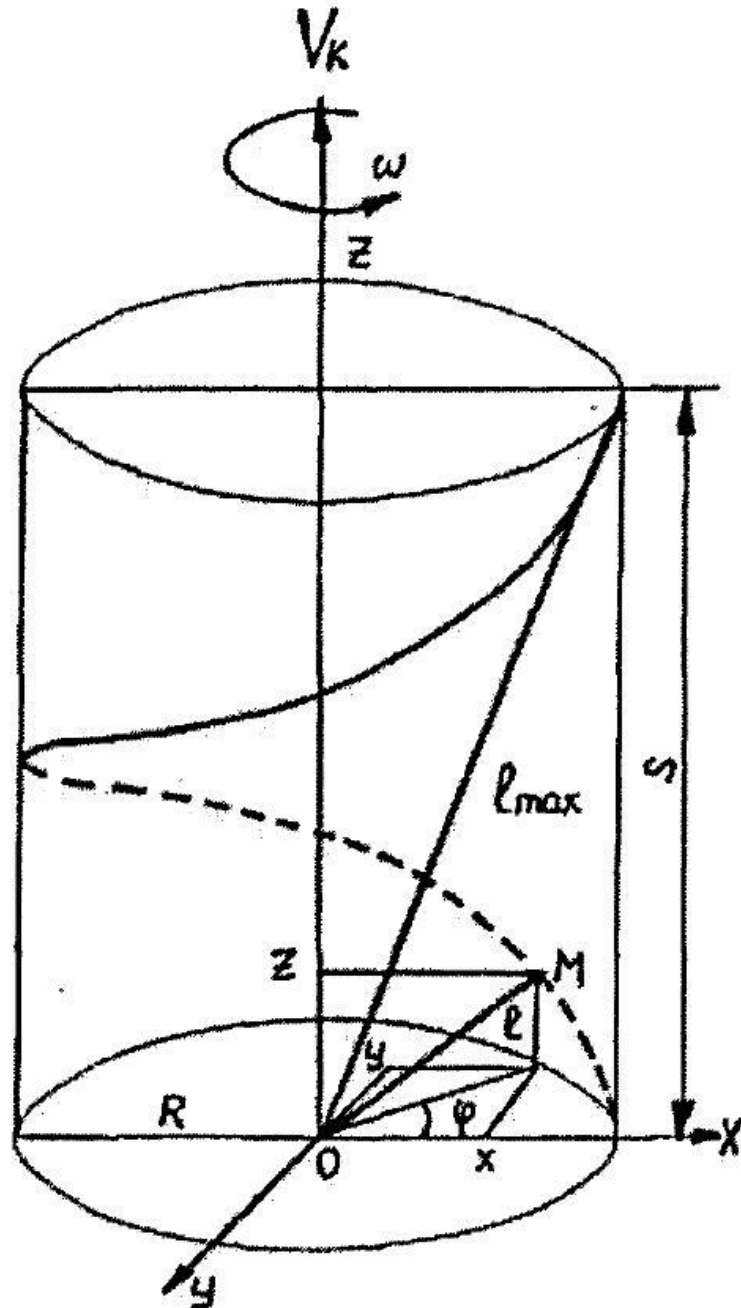


Рисунок 2.2 – Траєкторія наконечника стеблелідошмика у абсолютному русі

Отримаємо рівняння абсолютного руху наконечника стеблелідошмика у вигляді

$$R^2(1+V_k^2\phi^2/U^2)=l^2. \quad (2.5)$$

Беручи ставлення  $V_k/U$  як показник кінематичного режиму  $\lambda$  отримаємо:

$$R^2(1 + \lambda^2 \omega^2) = l^2. \quad (2.6)$$

Наведене рівняння визначає параметри спіралі гвинта при заданих значеннях радіуса ротора і співвідношеннях швидкостей відносного і переносного руху ротора стеблепідйомника.

При повороті ротора на один повний оборот ( $\phi = 2\pi$ ) рівняння (2.6) набуде вигляду

$$R^2(1+V_k^2 4\pi^2/U^2)=l^2_{max}. \quad (2.7)$$

Траєкторія руху точки М (рис 2.2), відповідно рівнянню (2.7) являє собою гвинтову лінію з кроком гвинта  $S$  і може визначатися за формулою

$$S = \sqrt{l^2 - R^2} \quad (2.8)$$

Підставляючи значення  $l^2_{max}$  в формулу (2.8) і провівши перетворення, визначаємо крок спіралі траєкторії будь-якої точки стеблепідйомника при заданих конструктивних і кінематичних параметрах

$$S=2\pi R V_k/U. \quad (2.9)$$

З огляду на, що  $\omega = 2\pi n/60$  і  $\omega = U/R$ , тоді  $2\pi n/60 = U/R$  звідки  $n = 60U/2\pi R$ , замінюючи  $U = V_k/\lambda$  отримуємо залежність частоти обертання стеблепідйомника від швидкості руху комбайна

$$n = \frac{30V_k}{\pi R \lambda}, \quad (2.10)$$

де  $n$  - швидкість обертання стеблепідйомник, об/хв.;

$V_k$  - поступальна швидкість комбайна, м/с;

$R$  - радіус серпоподібного наконечника стеблепідйомника, м;

$\lambda = V_k/U$  - показник кінематичного режиму.

Після переведення поступальної швидкості комбайна  $V_k$  в розмірність км/год, залежність (2.10) набуде вигляду

$$n = \frac{30V_k}{3,6\pi R\lambda} \approx 2,6 \frac{V_k}{R\lambda}, \quad (2.11)$$

## 2.2 Аналіз взаємодії гвинтового стеблепідйомника з прямостоячим і полеглим стеблостоєм

Наконечник стеблепідйомника, обертаючись, здійснює складний рух подібно мотовилу. Тільки планки мотовила обертаються і переміщуються поступально разом з комбайном в одній площині, утворюючи при цьому плоску трохіду. А наконечник стеблепідйомника обертається з коловою швидкістю та переміщується з поступальною швидкістю комбайна в перпендикулярних площинах, роблячи рух по гвинтовій спіралі.

На підставі наведених вище закономірностей розглянемо взаємодію робочих елементів гвинтового стеблепідйомника зі стеблостоєм скошуваних зернових культур. Графоаналітичною побудовою отримана схема взаємодії стеблепідйомника при горизонтальному розташуванні осі ротора і фази взаємодії наконечника ротора зі стеблами рослин.

Як видно з рисунку 2.3, при повороті ротора на кут від 0 до  $\pi$  (0-180°) його серповидний наконечник робить холостий хід. Активна фаза взаємодії серпоподібного наконечника зі стеблом відбувається при нижньому його розташуванні, тобто при куті повороту ротора від  $\pi$  до  $2\pi$  (180-360°), позначена на схемі у вигляді заштрихованої зони (абсолютна траєкторія від точки А до точки В).

В процесі скошування зернових культур стеблепідйомник переміщується поступально разом з комбайном зі швидкістю  $V_k$ . З рисунку 2.2

бачимо, що крок спіралі визначається тільки відношенням поступальної швидкості комбайна  $V_k$  до окружної швидкості ротора  $U$  (2.7). На підставі залежностей (2.6) і (2.7) в таблиці 2.1 наведені розрахункові значення величини поступального переміщення стеблепідійомника при різних кутах повороту ротора в зоні його активної частини процесу (від  $\pi$  до  $2\pi$ ).

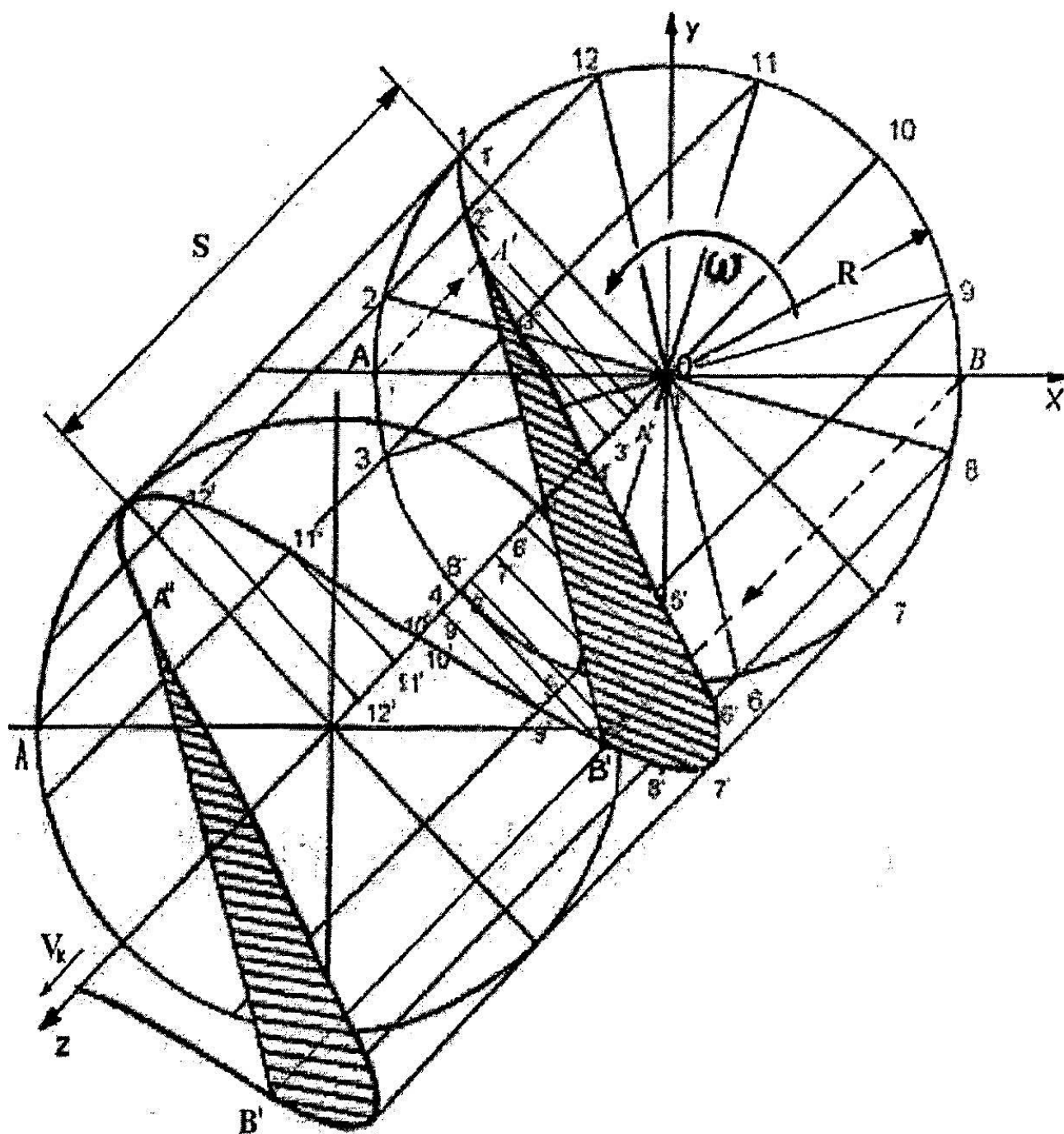


Рисунок 2.3 – Схема фаз взаємодії стеблепідійомника зі скошуваним стеблостоем



Таблиця 2.1 – Довжина шляху, що проходить комбайн при відношенні поступальної швидкості комбайна та окружної швидкості наконечника ротора та кутах повороту  $\varphi$  стеблепідйомника

$V_k/U_c$	$\varphi=2\pi$		$\varphi=\pi$		$\varphi=\pi/2$		$\varphi=\pi/3$		$\varphi=\pi/6$	
	$l_{\max}$	$S_{\max}$	$l_1$	$S_1$	$l_2$	$S_2$	$l_3$	$S_3$	$l_4$	$S_4$
1	1,977	1,953	1,022	0,973	0,577	0,487	0,449	0,325	0,350	0,162
0,85	1,821	1,794	0,949	0,897	0,545	0,449	0,431	0,300	0,344	0,150
0,75	1,713	1,682	0,898	0,843	0,523	0,421	0,419	0,282	0,340	0,141
0,65	1,599	1,569	0,844	0,785	0,500	0,392	0,406	0,262	0,336	0,131
0,55	1,476	1,443	0,786	0,722	0,476	0,361	0,393	0,241	0,333	0,120
0,45	1,342	1,609	0,723	0,653	0,450	0,326	0,379	0,218	0,329	0,109
0,35	1,192	1,151	0,654	0,576	0,423	0,288	0,365	0,192	0,325	0,096
0,1	0,689	0,615	0,437	0,308	0,346	0,154	0,327	0,103	0,314	0,051

При взаємодії з полеглими стеблами, розташованими нижче середньої лінії  $x-x$ , зона активного процесу захоплення стебел знижується і може перебувати в меншому діапазоні кута повороту ротора, наприклад від  $4/3 \pi$  до  $5/3 \pi$ .

Виходячи із зазначених співвідношень, застосуємо до нашого процесу поняття коефіцієнта активної дії стеблепідйомника, рівного відношенню кута повороту ротора в активній фазі взаємодії стеблепідйомника (в радіанах) до кута повного повороту ротора за один цикл ( $2\pi$ ).

У табл. 2.2 наведені розрахункові значення коефіцієнта активної дії стеблепідйомника в залежності від різних фаз його взаємодії зі скошуваним стеблостоем.

Таблиця 2.2 – Коефіцієнти активної дії стеблепідйомника у залежності від відношення швидкостей  $V_k/U_p$  при кутах повороту від  $\pi$  до  $\pi/6$

$V_k/U_p$	$\pi$	$\pi/2$	$\pi/3$	$\pi/6$
	$S_1/S_{\max}$	$S_2/S_{\max}$	$S_3/S_{\max}$	$S_4/S_{\max}$
1	0,498	0,249	0,166	0,0829
0,85	0,500	0,250	0,167	0,0836
0,75	0,501	0,250	0,168	0,0838
0,65	0,500	0,249	0,167	0,0835
0,55	0,500	0,250	0,167	0,0832
0,45	0,500	0,249	0,167	0,0834
0,35	0,500	0,250	0,167	0,0829

В таблиці 2.3 приведені розрахункові значення колової швидкості наконечника стеблепідйомника у залежності від поступальної швидкості комбайну при різних значеннях  $\lambda$ .

Таблиця 2.3 – Колова швидкість стеблепідйомника

$V_k, \text{ м/с}$	$U = V_k/\lambda$					
	1	0,85	0,75	0,65	0,5	0,35
1,0	1,0	1,17	1,33	1,54	2,0	2,85
1,5	1,5	1,76	2,0	2,30	3,0	4,29
2,0	2,0	2,35	2,61	3,07	4,0	5,71
2,5	2,5	2,94	3,33	3,85	5,0	7,14
3,0	3,0	3,52	4,0	4,62	6,0	8,57

Як впливає із залежності (2.11), швидкість обертання стеблепідйомника визначається поступальною швидкістю комбайна і показником кінематичного режиму. А показник кінематичного режиму, в нашому випадку, визначається відношенням поступальної швидкості комбайна до колової стеблепідйомника.

Швидкість обертання встановлюється для певної швидкості комбайна, і це співвідношення змінюється зі зміною показника кінематичного режиму. Чим менше показник кінематичного режиму, тим вище швидкість обертання стеблепідйомника. Нижче на рисунку 2.4 показана залежність частоти обертання від показника кінематичного режиму  $\lambda$  при різних швидкостях руху комбайна.

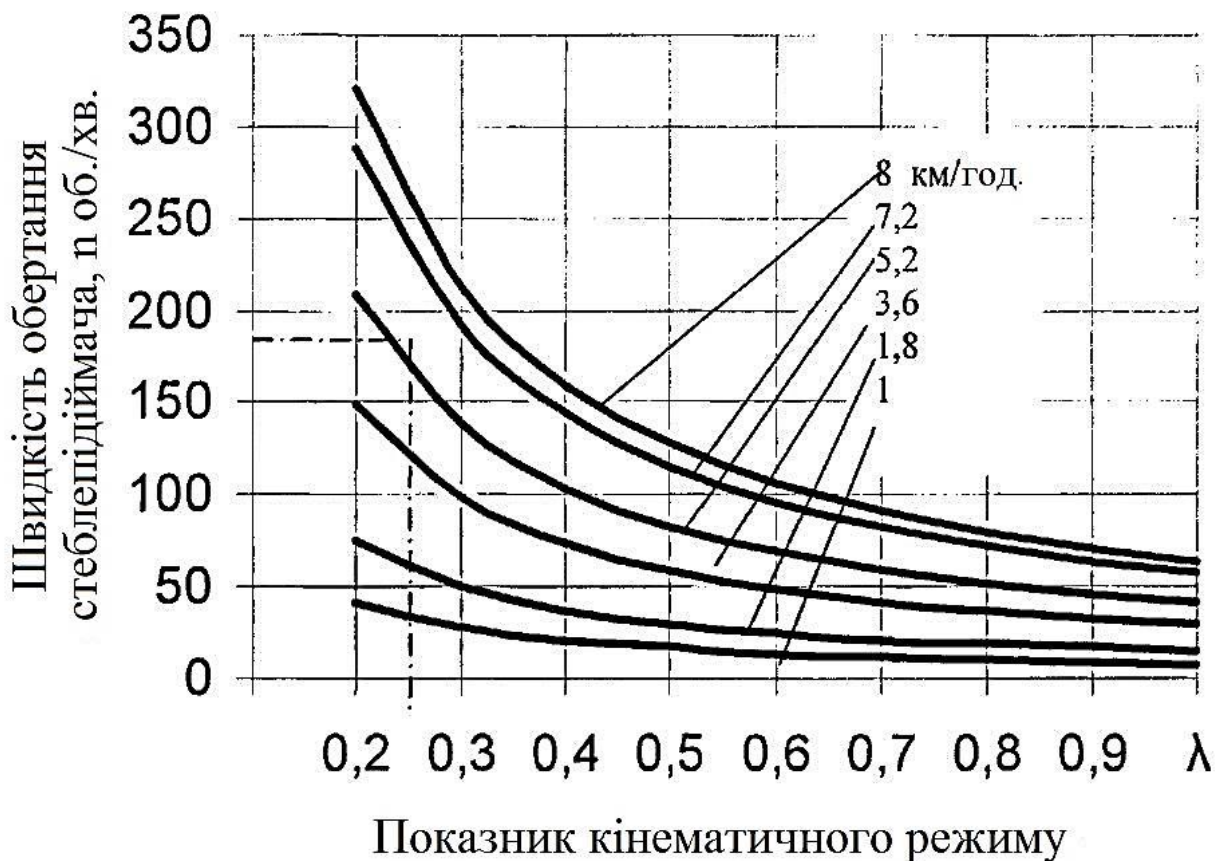


Рисунок 2.4 – Залежність швидкості обертання стеблепідйомника від показника кінематичного режиму

При проведенні досліджень було встановлено оптимальний режим роботи стеблепідйомника в діапазоні показника кінематичного режиму  $\lambda$  від 0,2 до

0,38, при якому забезпечується якість скошування зернових культур відповідно до агротехнічних вимог.

На підставі цих даних на рисунку 2.5 показана залежність швидкості обертання стеблепідйомника від поступальної швидкості комбайна.

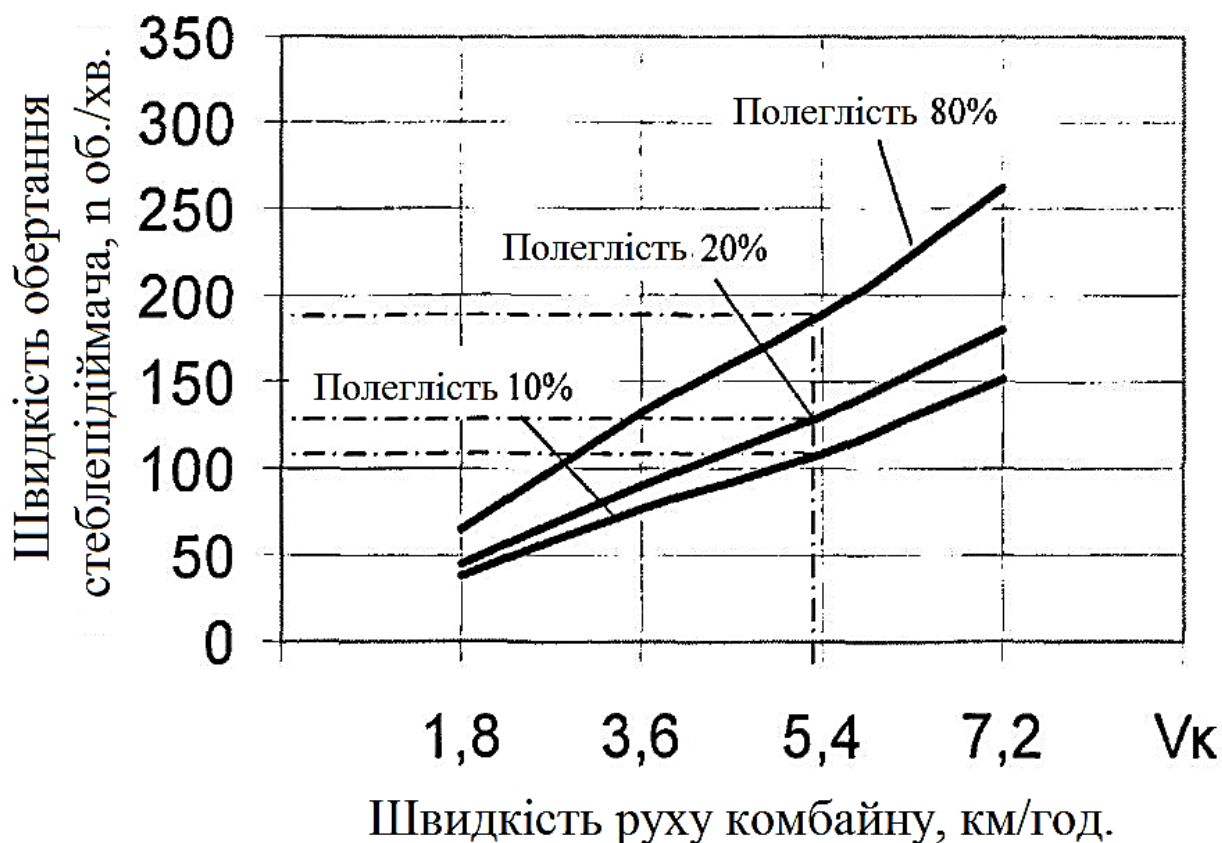


Рисунок 2.5 – Залежність швидкості обертання стеблепідйомника від швидкості руху комбайну

Отримані залежності визначають діапазон швидкостей обертання необхідний для оптимальної роботи стеблепідйомника при різних умовах збирання.

У таблиці 2.4 представлені розрахункові значення швидкостей обертання стеблепідйомника при різних рівнях  $\lambda$ .

Таблиця 2.4 – Розрахункові швидкості обертання стеблелідомика в залежності від швидкості руху комбайну

$V_k$ $\lambda$	n						
	0,2	0,22	0,25	0,3	0,32	0,35	0,38
1,8	72	65	58	48	45	41	38
3,6	144	131	115	96	90	82	16
5,2	208	189	166	139	130	119	109
7,2	288	262	230	192	180	165	152
8	320	291	256	214	200	183	168

В процесі експериментальних досліджень планується уточнити оптимальні значення  $\lambda$  при різноманітних рівнях полеглисті зернових та зернобобових культур (рис. 2.6).

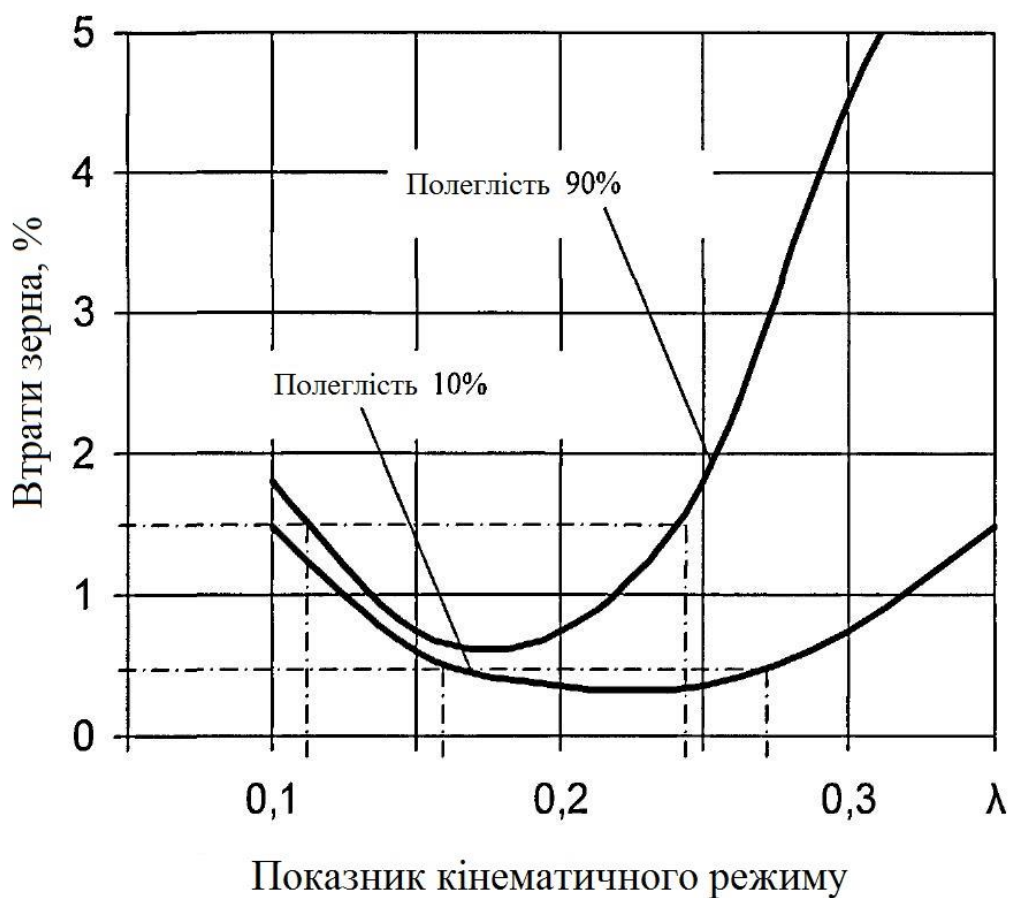


Рисунок 2.6 – Залежність втрат зерна за жаткою від показника кінематичного режиму

Як показують отримані теоретичні дані, втрати зерна за жаткою залежать від кінематичного режиму роботи гвинтового стеблепідйомника. Чим вище полеглисть зернових культур, тим менше повинен бути показник кінематичного режиму.

### 2.3 Номограма для визначення кінематичного режиму гвинтового стеблепідйомника

Для оперативного визначення кінематичного режиму стеблепідйомника розроблена номограма (рис. 2.7), де стрілками на пунктирній лінії показана послідовність вибору необхідної швидкості обертання ротору в залежності від поступальної швидкості комбайну.

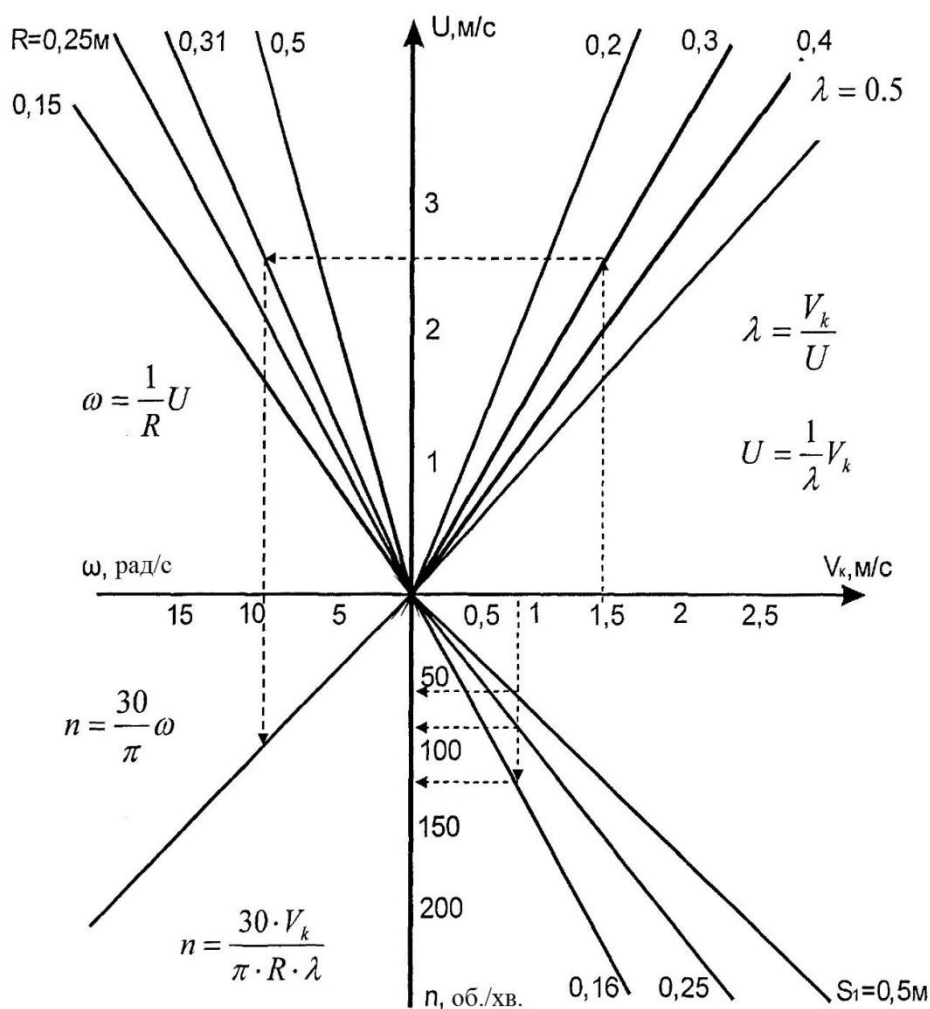


Рисунок 2.7 – Номограма визначення кінематичного режиму стеблепідйомника

В першому квадранті номограми визначається окружна швидкість стеблепідйомника  $U$  в залежності від поступальної швидкості комбайна  $V_K$  та показника кінематичного режиму  $\lambda$ . У другому квадранті, в залежності від колової швидкості  $i$  і радіуса стеблепідйомника  $R$ , визначається кутова швидкість  $\omega$  і далі за значенням кутової швидкості в третьому квадранті - частота обертання стеблепідйомника  $n$ .

В результаті теоретичного аналізу процесу взаємодії гвинтового стеблепідйомника з полеглим стеблостоем були встановлені аналітичні залежності кінематичних параметрів стеблепідйомника і поступальної швидкості руху комбайна. Обґрунтовано режими роботи гвинтового стеблепідйомника і визначено оптимальний діапазон швидкостей обертання стеблепідйомника, розроблена номограма для визначення необхідної частоти обертання стеблепідйомника в залежності від поступальної швидкості комбайна. Для перевірки результатів теоретичних досліджень і уточнення оптимальних значень  $\lambda$ , необхідно проведення експериментальних досліджень на збирання зернових культур різного ступеня полеглисті.

## **3 ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

### **3.1 Програма досліджень**

Для вирішення поставлених завдань і перевірки теоретичних досліджень експериментальна робота повинна виконуватися за наступною програмою.

1. Виявлення впливу конструктивних параметрів робочих органів стеблепідйомника на якість скошування.

2. Визначення впливу кінематичного режиму роботи гвинтового стеблепідйомника і швидкості руху жатки на втрати зерна при скошуванні полеглих культур.

3. Визначити експлуатаційно-технологічні показники роботи жатки з гвинтовим пристроєм при скошуванні полеглих зернових і зернобобових культур.

### **3.2 Робочі органи гвинтового стеблепідйомника**

Блок стеблепідйомника є змінний робочий орган жатки, що замінює ексцентрикове мотовило і складається з підйомника гвинтів, чотирьох правих і чотирьох лівих шнеків, вала приводного, механізму приводу, опорної балки, редукторів із косозубими колесами, балки підйому.

Передні кінці гвинтових робочих органів виконані у вигляді серпів, встановлених відносно один одного таким чином, щоб витки спіралей послідовно перекривали весь простір по ширині захвату жатки без зазорів між ними.

Вал приводний складається з редукторів з косозубими колесами правого і лівого напрямків обертання (по чотири кожного), встановлених в один ряд, передавальних обертальний момент безпосередньо на кожен з шнеків. Приводні вали редукторів з'єднуються між собою карданної передачею. Ведені вали мають фланці кріплення гвинтів, місце стику гвинтів і редукторів закрито



конічним кожухом. Ведені вали всередині порожнисті і крізь них проходять осі ексцентрикового механізму приводу радіальних і осьових ножів гвинтів, які заднім кінцем кріпляться до корпусів редукторів, де передбачений гвинтовий механізм регулювання ексцентрикового механізму приводу ножів.

Корпуси редукторів кріпляться до верхньої балки жатки, посиленою швелером, на кронштейнах - шарнірах, вісь яких співвісна з приводними валами. На обох валах редуктора встановлені косозубі шестерні однакового розміру, правого і лівого напрямків обертань.

Підйомник гвинтів є квадратною трубою, на кінцях якої є два кронштейна, з'єднаних з гідроциліндрами, призначеними для підйому мотовила. Ведені вали із гвинтами редукторів кріпляться на трубі підйому за допомогою хомутів. Підйом і опускання гвинтових стеблепідйомників здійснюється за допомогою гідравлічної системи зернозбирального комбайна аналогічно підйому ексцентрикового мотовила жатки, редуктори при цьому вільно обертаються відносно кронштейнів-шарнірів задньої балки корпусу жатки.

Механізм приводу гвинтових стеблепідйомників включає дві ланцюгові, карданні передачі та клинопасовий варіатор для зміни швидкості обертання стеблепідйомників. По ширині захвату жатки ЖШУ-5 (5 метрів) встановлюються 8 стеблепідйомників і їх приводні пристрої (редуктори).

### **3.3 Методика проведення експериментальних досліджень жатки з гвинтовими стеблепідйомниками**

Експериментальні дослідження проводяться з метою перевірки теоретично обґрунтованих значень технологічних, кінематичних і конструктивних параметрів гвинтового стеблепідйомника на основі якісних показників результатів роботи жнивної машини [30, 31, 32]. Дослідження при скошуванні полеглих зернових культур, в залежності від зміни досліджуваних факторів, бажано проводити на північному для агрофоні, при повній стиглості

зерна, але не пізніше ніж через 7 днів після її настання. Характеристику поля: розміри, довжину гону, рельєф, ухил, вологість і твердість ґрунту - визначають за ГОСТ 20915.

### 3.4 Методика визначення характеристики полеглих зернових культур

Для проведення вимірювань та обліків при визначенні висоти рослин, втрати зерна від самоосипання, відношення маси зерна до маси соломи, полеглості і засміченість бур'янами на поле уздовж всього прокошу за допомогою рамки розміром 50/50 см необхідно, відступивши на 100 см у нескошений стеблостій, виділити десять майданчиків (по п'ять майданчиків на кожній стороні прокошу) [33, 34]. Усередині рамки на кожному майданчику підраховують природні втрати шляхом збору зерна на землі. У двадцяти рослин, обраних випадково, вимірюють висоту в випрямленому і природному стані. Полеглисть (С) у відсотках обчислюють за формулою

$$C = \frac{\tau - \tau_1}{\tau} \cdot 10^2 \quad (3.1)$$

де  $\tau$  - середня висота рослин в випрямленому стані, см;

$\tau_1$  - середня висота рослин в природному стані, см.

Середні втрати зерна від самоосипання ( $q_e$ ) в грамах всередині рамки обчислюють за формулою

$$q_e = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_{ei} \quad (3.2)$$

де  $q_{ei}$  - маса зерна, зібраного з  $i$ -ї облікової майданчики, г;

$n$  - число облікових майданчиків, шт.

Після вимірювань рослин та обліку втрат зерна від самоосипання з кожного майданчика зрізають всі рослини (культурні окремо від бур'янів), збирають в снопи.

Від рослин з боку комля відрізають по п'ять частин довжиною 5 см кожна і зважують кожну частину. Засміченість бур'янами на висоті зрізу визначають згідно з ГОСТ 20915. Снопи потім обмолочують. Зерно очищають і зважують.

Відношення маси зерна до маси соломи ( $\gamma_{ij}$ ) обчислюють за формулою

$$\gamma_{ij} = \frac{q_{ej} - q_s}{q_s}, \quad (3.3)$$

де  $q_{ij}$  - маса і-го снопа над і-ю висотою зрізу з урахуванням маси бур'янів, г;

$q_s$  - маса зерна, виділеного з і-го снопу, г;

$i$  - номер снопа (1, 2 ... 10);

$j$  - відповідна висота зрізу (5, 10 ... см).

За отриманими результатами обчислюють середньоарифметичне значення.

Урожайність зерна ( $u$ ) при прямому комбайнуванні в тонах на гектар визначають шляхом зважування бункерного зерна, зібраного з трьох ділянок (прохід комбайна), прибраних при однаковому режимі роботи комбайну та обчислюють її за формулою

$$u = \frac{M_3 \cdot 3}{10^2 \cdot F} + q_0, \quad (3.4)$$

де  $M_3$  - маса бункерного зерна, т;

3 - вміст у бункерному воросі основного зерна, %;

$q_0$  - втрати комбайну при прямому комбайнуванні, т/га;

F - площа, з якої намолочено зерно, га.

Урожайність соломи ( $u_c$ ) в тонах на гектар визначають за формулою

$$u_c = u \cdot \gamma \quad (3.5)$$

Вологість зерна визначають методом висушування або за допомогою вологоміру. Для цього проби відбирають через кожні 2 год. по ГОСТ 13586.5.

### **3.5 Методика визначення впливу кінематичного режиму роботи гвинтового стеблепідйомника на якісні показники скошування полеглих зернових культур**

Продуктивність комбайна визначають при проходах по контрольних ділянках, під час яких виконують виміри необхідних параметрів і відбір проб на якість роботи комбайну [35].

Проходи виконуються на робочих швидкостях, які повинні забезпечити подачу рослинної маси у діапазоні від 70% до 130% розрахункової продуктивності. У цьому діапазоні проводять не менше п'яти дослідів. Під час контрольного проходу комбайн повинен рухатися на постійній швидкості.

Безпосередньо перед випробуванням випробовуваний комбайн налаштовують на оптимальний режим роботи з урахуванням умов випробувань і виходячи з агротехнічних вимог до збирання даної культури. При порівняльних випробуваннях на всіх порівнюваних комбайнах встановлюють однакову висоту зрізу. Під час випробувань регулювання робочих органів комбайну не допускається.

Для визначення впливу параметрів і режимів роботи гвинтового стеблепідйомника на якість зрізу зернових культур проводиться серія дослідів на скошуванні полеглих зернових культур при зміні швидкості комбайна від 3,6 до 7,2 км/год.

Якість скошування визначається коефіцієнтом варіації висоти зрізу, що визначається за формулою

$$V = \frac{\sigma_h}{h} \cdot 100\%, \quad (3.6)$$

де:  $\sigma_h$  - середнє квадратичне відхилення висоти зрізу;

$h$  - середнє значення висоти зрізу, см.

Вимірювання висоти стерні за жаткою проводиться в десяти точках по ширині захоплення і по ходу руху комбайна.

За контрольними точками коефіцієнту варіації на кожній швидкості будуються залежності коефіцієнту варіації при заданій швидкості обертання стеблепідйомника (рис. 3.1). Сімейство зазначених залежностей отриманих експериментальним шляхом дозволяє визначити оптимальні значення показників кінематичного режиму  $\lambda$  при скошуванні зернових культур різного ступеня полеглості, по формулі

$$\lambda = \frac{30V_k}{3,6\pi Rn}. \quad (3.7)$$

Позначення і розмірності параметрів відповідно до формули (2.11).

### **3.6 Методика вимірювання, відбору і обробки проб при визначенні якості роботи жатки з гвинтовими стеблепідйомниками**

Критерієм оцінки роботи жатки з гвинтовими стеблепідйомниками є втрати зерна незрізаним колосом, зрізаним колосом, вільним зерном, а також коефіцієнт варіації висоти стерні.

Для обліку втрат зерна за жаткою комбайна на кожному контрольному проході відзначають по три майданчики. Колосся обмолочують, виділене з них зерно зважують.

Довжина майданчика для обліку втрат зерна повинна визначатися окремо в зрізаних і незрізаних колосках 1м; вільним зерном на землі - 0,15 м. Ширина майданчиків повинна бути рівна робочій ширині захвату жатки.

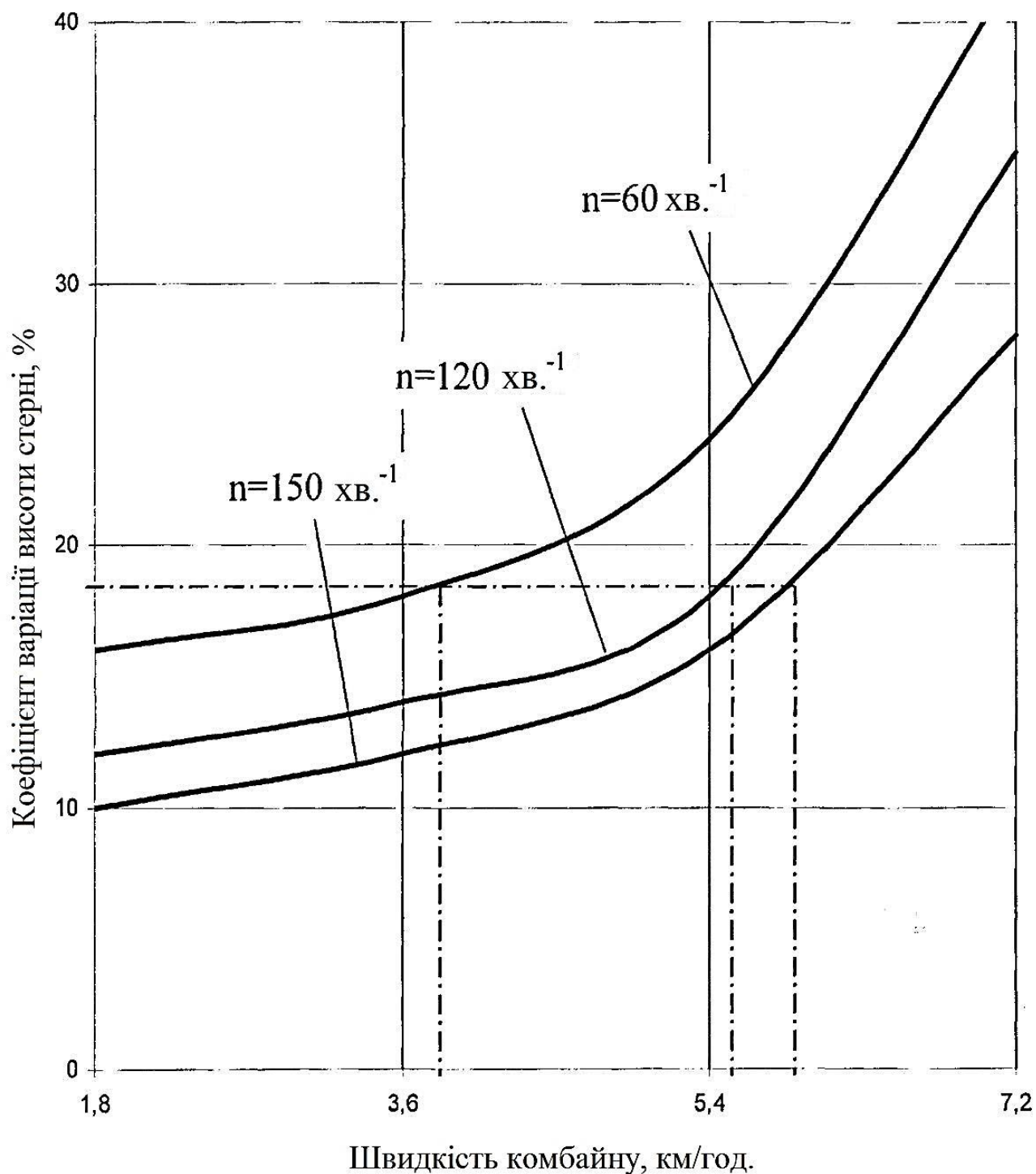


Рисунок 3.1 – Залежності коефіцієнту варіації висоти стерні від швидкості комбайну

На кожному майданчику рівномірно по всій ширині захвату жатки виконують не менше двадцяти вимірювань висоти стерні.

Після обробки зібраних проб проводиться розрахунок відносних втрат зерна за формулами:

-втрати зерна від самоосипання, %

$$\Delta q_e = \frac{q_e}{f \cdot u}, \quad (3.8)$$

де  $q_e$  - втрати зерна від самоосипання, г;

$f$  - площа рамки для обліку втрат зерна від самоосипання, м<sup>2</sup>;

$u$  - врожайність зерна, т/га.

- втрати за жаткою комбайна, %

зерна в незрізаною колосках

$$\Delta q_n = \frac{q_n}{f_1 \cdot u} \quad (3.9)$$

де  $q_n$  - втрати зерна за жаткою комбайна в незрізаною колосках, г;

$f_1$  - площа рамки для обліку втрат зерна в зрізаних і незрізаною колосках, г;

зерна в зрізаних колосках

$$\Delta q_k = \frac{q_k}{f_1 \cdot u} \quad (3.10)$$

де  $q_k$  - втрати за жаткою комбайна в зрізаних колосках, г;

вільного зерна на землі

$$\Delta q_c = \frac{q_c}{f_1 \cdot u} - \frac{q_e}{f \cdot u} \quad (3.11)$$

де  $q_c$  - втрати зерна на землі за жаткою, г;

$f_2$  - площа рамки для обліку втрат зерна на землі, м<sup>2</sup>.

Сумарні втрати за жаткою комбайна становлять:

$$\Delta q_{жс} = \Delta q_n + \Delta q_k + \Delta q_c \cdot \quad (3.12)$$

Повторність визначення втрат зерна за жаткою в кожному досліді п'ятиразова.

### **3.7 Методика оцінки експлуатаційно-технологічних показників жатки з гвинтовими стеблелідоомниками**

Експлуатаційно-технологічну оцінку машин проводять у сільсько-господарських зонах, для яких вони призначені, з урахуванням відмінних характеристик зон, умов експлуатації та правил виробництва механізованих робіт.

Функціональні випробування досвідчених машин передбачають проведення випробувань на всіх видах робіт, для яких вони призначені згідно програми випробувань.

Під час контрольної зміни відтворюють режим роботи машинотракторного агрегату і визначають експлуатаційні показники та показники якості виконання технологічного процесу по номенклатурі показників.

Збір інформації для експлуатаційно-технологічної оцінки машин проводять під час контрольних змін і протягом всього періоду випробувань на надійність.



При експлуатаційно-технологічній оцінці визначають:

- продуктивність за годину основного, змінного і експлуатаційного часу;
- питому витрату палива;
- кількість число обслуговуючого персоналу;
- кількість і якість продукції.

Дані випробувань отримують методом хронографії робочого часу, коли всі операції і елементи часу записують в хронологічній послідовності в форму листа спостереження.

Допускається дані випробувань отримувати хронометражними спостереженнями, коли елементи часу реєструються шляхом вимірювання тривалості циклічно повторюваних елементів часу, наприклад на повороти, вивантаження, переведення в робоче і транспортне положення і т.д.

При спостереженні за агрегатом фіксують такі дані:

- по організації випробувань - дату і місце випробувань, вид роботи і склад агрегату, марку машини;
- за умовами випробувань - метеорологічні, ґрунтові, природні, агробіологічні;
- по режимам роботи - швидкість руху, ширину захвату, висоту зрізу і т.д.;
- за якістю роботи - агрозоотехнічних і лісотехнічних показники.

При спостереженні враховують:

- кількість обслуговуючого персоналу;
- витрата палива на робочий процес і холостий хід, витрата основних і допоміжних матеріалів;
- обсяг виконаної роботи в гектарах, тоннах.

Обсяг виконаної роботи визначають наступним чином:

- кількість прибраного основного продукту - зважуванням всього продукту;
- розмір зібраної площі - безпосереднім обміром ділянки.

Після закінчення спостережень проводять первинну обробку отриманих даних.

Визначають тривалість кожного елемента часу, проводять шифровку, виключають помилкові вимірювання.

Визначення витрат експлуатаційного часу і сумарних періодів проводять згідно з ГОСТ 24055 - 88.

Техніко - експлуатаційні показники розраховують таким чином: швидкість руху, км/год.

$$v = 3,6 \frac{L}{t}, \quad (3.13)$$

де  $L$  - довжина облікової ділянки, м;

$t$  - час проходження облікової ділянки, с.

Продуктивність за 1 год. експлуатаційного і змінного часу визначають за формулами:

$$W_{ек} = W_0 \cdot K_{ек}, \quad (3.14)$$

$$W_{зм} = W_0 \cdot K_{зм}, \quad (3.15)$$

де  $W_{ек}$ ,  $W_{зм}$ ,  $W_0$  - продуктивність за 1 год часу відповідно: експлуатаційного, змінного, основного в га;

$K_{ек}$   $K_{зм}$  - коефіцієнти використання експлуатаційного і змінного часу.

Продуктивність за 1 год основного часу визначають за формулою

$$W_0 = \frac{F}{T_0}, \quad (3.16)$$

де  $F$  - напрацювання агрегату в га;

$T_0$  - основний час роботи.

Питома витрата палива за час змінної роботи визначають за формулою

$$q_p = \frac{Q}{l_0}, \quad (3.17)$$

де  $q_p$  - питома витрата палива, кг/га;

$Q$  - загальна витрата палива, кг;

$l_0$  - загальна площа за зміну, га.

Експлуатаційно - технологічні коефіцієнти, що характеризують витрати часу, визначають за такими формулами:

- коефіцієнт технологічного обслуговування

$$K_T = \frac{T_{зч}}{T_{он} + T_T}, \quad (3.18)$$

де  $T_{зч}$  - загальний час роботи, год;

$T_T$  - час технологічного обслуговування, ч.

- коефіцієнт надійності технологічного процесу

$$K_H = \frac{T_{он}}{T_{он} + T_{відм.}}, \quad (3.19)$$

де  $T_H$  - час усунення технологічних відмов, год.;

$$K_{зМ} = \frac{T_{он}}{T_{зМ}}, \quad (3.20)$$

де  $T_{зМ}$  - змінний час роботи, год.

- коефіцієнт використання експлуатаційного часу

$$K_{ЕК} = \frac{T_{он}}{T_{ЕК}}, \quad (3.21)$$

де  $T_{ек}$  - експлуатаційний час роботи, год.

Показники якості виконання технологічного процесу:

- втрати зерна за жаткою, % визначаються за формулами (3.14), (3.15), (3.16);

- сумарні втрати зерна за жаткою, % обчислюють за формулою (3.17);

- коефіцієнт варіації зрізу, % визначають за формулою (3.18).

Обробці з використанням статистичних методів в залежності від типу агрегатів передбачено піддавати такі дані випробувань: продуктивність за 1 год основного і змінного часу; час поворотів; час технологічного обслуговування; робочу швидкість; витрата палива за 1 год. основного часу і на одиницю об'єму виконаної роботи.

Статистичний метод обробки даних випробувань передбачає: обробку даних по СТ СЭВ 545 - 77;

Визначення статистичних характеристик отриманого матеріалу, представленого однією вибіркою на одному тлі згідно СТ СЭВ 876 - 78, і оцінку точності середніх значень  $\Delta$ , %, розраховується за формулою

$$\Delta = \frac{m}{x} \cdot 100. \quad (3.22)$$

Необхідне для досягнення заданої точності число вимірювань  $n$ , розраховується за формулою

$$n = \left( \frac{t \cdot V}{\Delta} \right)^2 \quad (3.23)$$

Зазначені рівні точності і довірчої ймовірності слід уточнювати в нормативно-технічної документації на випробування машин конкретного типу. Оцінку відмінності середніх значень показників по випробовуваної і базової машинам або в порівнянні з нормативним значенням визначають за стандартними програмами до ЕОМ.

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **4.1 Загальні законодавчі та нормативно-правові акти щодо управління охороною праці та безпекою у надзвичайних ситуаціях**

При виконанні технологічних процесів на підприємстві працівники повинні дотримуватися вимог нормативно правових актів з охорони праці:

- Закон України «Про охорону праці».
- Кодекс законів про працю України.
- Закон України «Про пожежну безпеку».
- Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення».
- Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності».
- Закон України "Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру" ВРУ № 1809 - III від 08.06.2000 р. - К., 2000.
- Постанова Кабінету Міністрів України від 25.08.2004 р. № 1112 «Деякі питання розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві».
- НПАОП 0.00-4.09-07 «Типове положення про комісію з питань охорони праці підприємства». Наказ Держгірпромнагляду від 21.03.2007 р. № 55.
- НПАОП 0.00-4.11-07 «Типове положення про діяльність уповноважених найманими працівниками осіб з питань охорони праці». Наказ Держгірпромнагляду від 21.03.2007 р. № 56.
- НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці». Наказ Держнагляддохоронпраці від 26.01.2005 р. № 15.
- НПАОП 0.00-4.15-98 «Положення про розробку інструкцій з охорони праці». Наказ Держнагляддохоронпраці від 29.01.1998 р. № 9.
- НПАОП 0.00-6.03-93 «Порядок опрацювання та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві». Наказ Держнагляддохоронпраці від 21.12.1993 р. № 132.

## 4.2 Аналіз стану охорони праці

У господарстві організація робіт з охорони праці здійснюється у відповідності з Законом України «Про охорону праці» та іншими нормативно-правовими актами.

На підприємстві постійно дбають про здорові та безпечні умови праці. Директор несе відповідальність та відповідає за стан охорони праці в цілому.

Головний інженер (він же за сумісництвом інженер з охорони праці) організовує та здійснює контроль за дотриманням безпечних умов праці на кожній ділянці, відповідає за справність усього обладнання на підприємстві, проводить інструктаж працівників один раз у 6 місяців та 32-годинне навчання по програмі з охорони праці один раз на рік.

Працездатність людей, що працюють на фермі, залежить від багатьох факторів: фізичних, хімічних, біологічних та психофізіологічних. До фізичних факторів відносяться: рухомі машини та механізми, підвищення запиленості та загазованості повітря робочої зони; підвищення чи зниження температури повітря в робочій зоні; підвищення рівня шуму та вібрацій; порушення освітленості.

Хімічні фактори діляться на підгрупи по характеру дії на організм людини: загально токсичні, подразнюючі, що впливають на репродуктивну функцію.

До біологічних факторів відносяться мікроорганізми та макроорганізми, дія яких викликає захворювання.

Психофізіологічні фактори діляться на фізичні та нервово-психічні перевантаження. Фізичні перевантаження можуть бути статичними, динамічними та гіподинамічними. До нервово-психічних перевантажень відносяться: розумове перевантаження, одноманітність праці, перенапруження аналізаторів і емоційні перевантаження.

На підприємстві проведено паспортизацію робочих місць. При цьому були враховані параметри навколишнього середовища, що впливають на організм людини: освітлення, рівень шуму, температура, вологість, тиск, швидкість руху повітря.

Навчання з питань праці нових працівників проводяться під час професійно-технічного навчання на робочому місці під керівництвом спеціаліста [36].

### **4.3 Проведення інструктажів з охорони праці**

Всі види інструктажу проводяться за раніше окресленим планом і розробляються у відповідності з діючими правилами та нормами вимог безпеки відповідно до виробничих умов на підприємстві. Планування охорони праці в основному складається з розробки плану заходів, які оформлюються угодою між адміністрацією та профспілковим комітетом [36].

Вступний інструктаж проводять з усіма працівниками та спеціалістами, що приймаються на роботу, незалежно від їх освіти, стажу роботи чи посади, а також з відрядженими, учнями та студентами, що прибули на виробниче навчання чи практику. Вступний інструктаж проводить інженер з охорони праці. Він реєструється в журналі реєстрації вступного інструктажу.

Первинний інструктаж на робочому місці проводиться з кожним працівником окремо з практичним показом безпечних способів і методів роботи.

Повторний інструктаж проводиться індивідуально чи з групою працівників через шість місяців за програмою інструктажу на робочому місці з метою перевірки та покращення рівня знань правил та інструкцій з охорони праці.

Позаплановий інструктаж проводять після зміни правил з охорони праці, технологічного процесу, модернізації обладнання та інструменту, порушення

робітниками вимог безпеки, перерви в роботі більше 30 календарних діб для робіт з підвищеною небезпекою і 60 діб для інших робіт.

Цільовий інструктаж проводять з робітниками, що направляються на роботи, які потребують наряд-допуск.

Проведення поточного інструктажу фіксується в наряді-допуску, а повторного та позапланового – в журналі реєстрації первинного інструктажу на робочому місці [37].

Навчання безпеці праці при підвищенні кваліфікації для робітників проводиться на курсах підвищення кваліфікації спеціалістів при вищих учбових закладах або науково-дослідницьких інститутах і підприємствах.

#### 4.4 Розрахунок освітленості ремонтної майстерні

Розміри приміщення: довжина  $a = 54$  м, ширина  $b = 16$  м, висота  $H = 4,5$  м. Приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбиття  $\rho_{\text{стелі}} = 70\%$ ,  $\rho_{\text{стін}} = 50\%$ . Висота робочих поверхонь (столів)  $h_p = 0,7$  м.

Для освітлення прийнято світильники типу УПМ – 15, які підвішуються до стелі; відстань від світильника до стелі  $h_c = 0,5$  м. Мінімальна освітленість за нормами  $E_p = 300$  лк.

Визначаємо висоту підвісу світильників над підлогою:

$$h_o = H - h_c \quad (4.1)$$

$$h_o = 4,5 - 0,5 = 4 \text{ (м)}$$

Для світильників загального освітлення з лампами розжарювання потужністю до 200 Вт мінімальна висота підвісу над підлогою відповідно до СніП II-4-79 повинна бути 2,5 – 4,0 м, залежно від характеристики світильника. В нашому випадку  $h_o$  відповідає цій вимозі.

Висота підвісу світильника над робочою поверхнею (рисунок 4.1) визначається за формулою



$$h = h_o - h_p \quad (4.2)$$

$$h = 4 - 0,7 = 3,3 \text{ (м)}$$

Рівномірність освітлення досягається при відповідному співвідношенні відстані між світильниками і висоти їх підвісу  $h$  (таблиці 4.1).

Таблиця 4.1- Рекомендовані та допустимі значення  $L/h$  для світильників з різними КСС

Тип світильника (ГОСТ 13828-74)	КСС	L/h	
		Рекомендовані значення	Найбільш допустимі значення
Концентрована (К)		0,4 – 0,7	0,9
Глибока (Г)		0,8 – 1,2	1,4
Косинусна (Д)		1,2 – 1,6	2,1
Рівномірна (М)		1,8 – 2,6	3,4
Напівширока (Л)		1,4 – 2,0	2,3

Визначимо рекомендовану відстань між світильниками

$$L = 0,7h \quad (4.3)$$

$$L = 0,7 \cdot 3,3 = 2,31 \text{ (м)},$$

Необхідна кількість світильників становить

$$N = \frac{ab}{nL^2} \quad (4.4)$$

$$N = \frac{54 \cdot 16}{2 \cdot 2,31^2} = 81,5 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо 80 світильників, враховуючи розміри приміщення, розташовуємо їх у п'ять рядів по 16 штук (рис. 4.2)

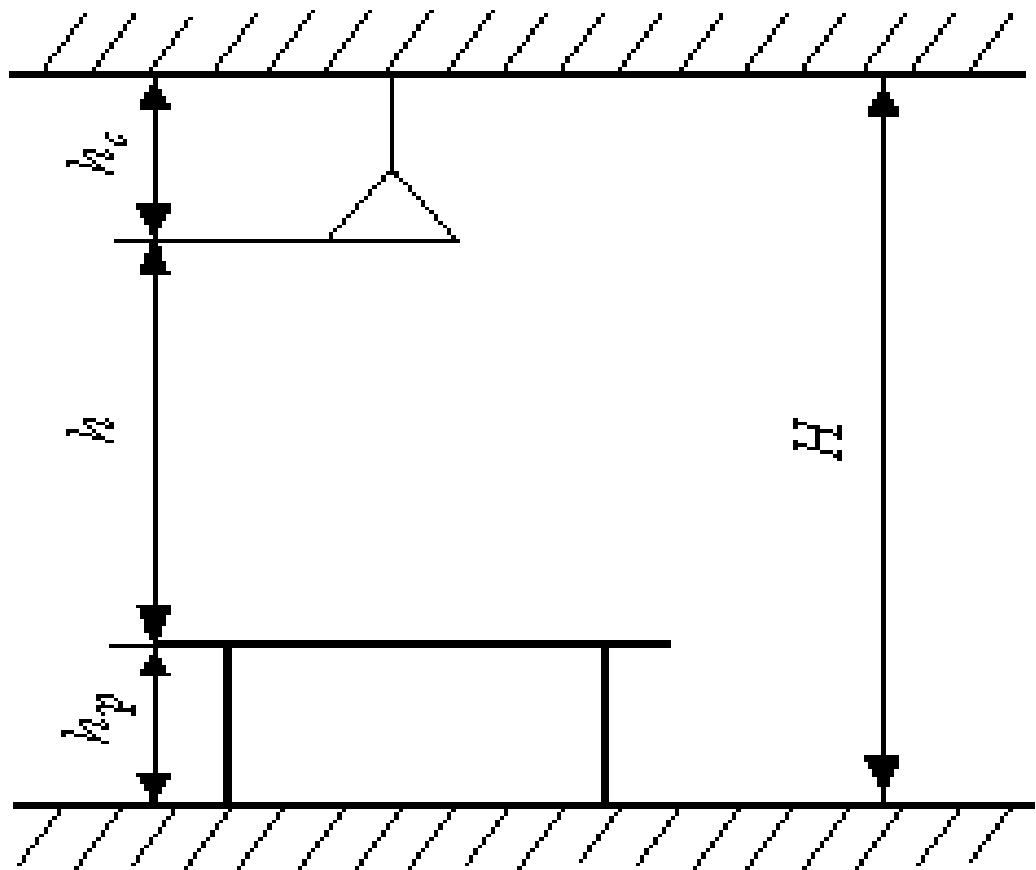


Рисунок 4.1 - Схема визначення висоти підвісу світильника

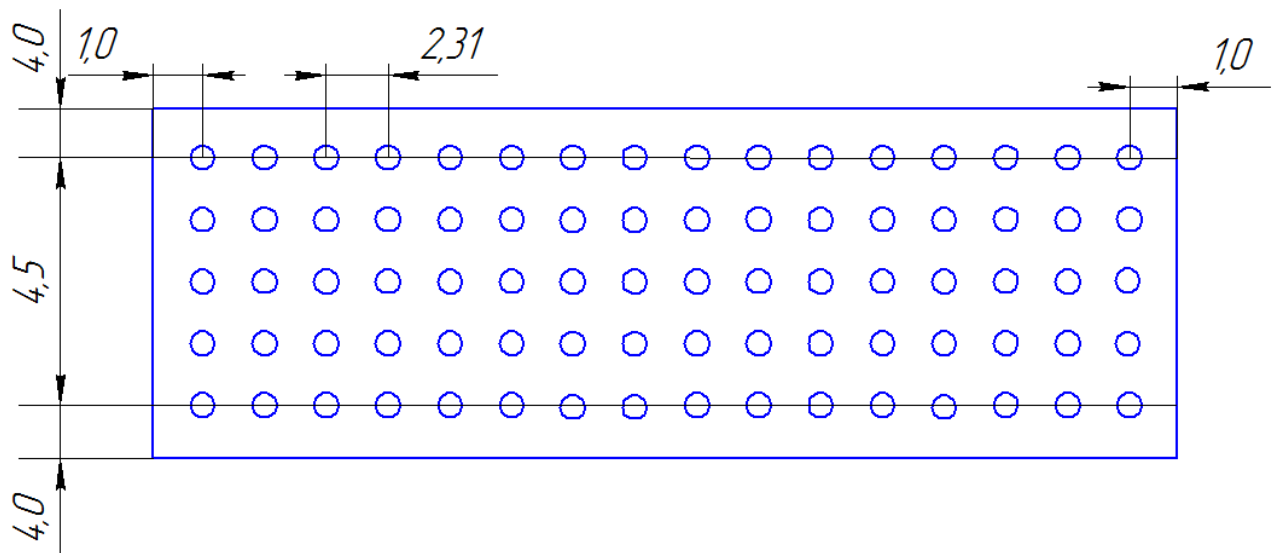


Рисунок 4.2 - Схема розташування світильників УПМ-15 у приміщенні  
Показник приміщення і становить

$$i = \frac{ab}{h(a+b)} \quad (4.5)$$

$$i = \frac{54 \cdot 16}{3 \cdot (54 + 16)} = 4,11$$

За таблиці 4.2 знаходимо коефіцієнт використання  $\eta = 0,52$  для світильника УПМ – 15 при  $i = 4,0$ ,  $\rho_{\text{СТЕЛІ}} = 70\%$ ,  $\rho_{\text{СТІН}} = 50\%$ ;  $K_3$  – коефіцієнт запасу (приймають в межах 1,25...1,5 за винятком особливо запилених приміщень, для яких  $K_3=1,7$ ); (таблиця 5.2)  $Z$  – коефіцієнт використання світлового потоку (приймають 0,7...0,9).

Світловий потік — фізична величина, що чисельно дорівнює енергії світлового потоку, який проходить через деяку поверхню за одиницю часу.

Світловий потік відрізняється від потоку електромагнітної енергії тим, що враховує різну чутливість людського ока до випромінювання на різних частотах, тобто до світла різного кольору.

Світловий потік одного світильника, а значить і лампи, оскільки за конструктивним виконанням у світильнику встановлюється лише одна лампа, визначається за формулою:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{ESK_3Z}{N\eta} \quad (4.6)$$

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{300 \cdot 60 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{80 \cdot 0,52} = 646,8 \text{ лм}$$

Таблиця 4.2 - Коефіцієнти використання світлового потоку світильників  
з лампами розжарювання

Тип світильника	У;УПМ – 15 “Астра-1,12”	Гс:ГсУ	По-21	НСПО24 НСПО3	ВЗГ-100М
ρСТЕЛІ %	70 50 30	70 50 30	70 50 30	70 50 30	70 50 30
ρСТІН %	50 30 10	50 30 10	50 30 10	50 30 10	50 30 10
i	Коефіцієнти використання, %				
0,5	22 20 17	55 50 48	23 20 17	10 7 5	13 8 6
0,6	32 26 23	59 54 51	28 25 20	15 10 7	17 12 9
0,7	39 34 30	62 59 54	31 29 25	19 14 10	20 16 13
0,8	44 38 34	66 62 58	38 34 30	21 16 12	23 19 16
0,9	47 41 37	68 64 61	39 36 33	24 18 15	24 20 17
1,0	49 43 39	70 66 63	42 38 34	26 20 17	25 21 18
1,1	50 45 41	72 67 65	43 39 35	27 21 18	26 22 19
1,25	52 47 43	74 70 67	46 41 37	28 23 19	28 23 20
1,5	55 50 46	77 73 71	49 44 39	31 25 21	29 24 22
1,75	58 53 48	79 76 74	52 46 41	33 27 22	30 26 24
2,0	60 55 51	82 80 76	54 48 44	35 29 23	31 28 25
2,25	62 57 53	83 81 77	56 50 45	37 30 25	32 29 26
2,5	64 59 55	85 82 79	58 51 47	39 32 27	33 30 28
3,0	66 62 58	86 83 80	60 53 50	43 35 29	35 33 31
3,5	68 64 61	88 85 82	62 56 52	45 37 31	37 34 33
4,0	70 66 62	88 86 83	63 57 53	47 39 32	38 36 34
5,0	73 69 64	89 86 84	65 58 56	50 42 35	39 37 35
ФН.П., %	75	80	52	42	48
ФВ.П., %	0	0	28	28	0

За таблиці 4.3 вибираємо лампу Б–715 потужністю 60 Вт, світловий потік якої становить 715 лм.

Таблиця 4.3 - Технічні дані деяких ламп розжарювання та люмінесцентних ламп

Лампи розжарювання							Люмінесцентні лампи загального призначення			
загального призначення (U = 220 В)			місцевого освітлення							
Потужність, Вт	Тип лампи	Світловий потік, лм	Потужність, Вт	Тип лампи	Напруга, В	Світловий потік, лм	Потужність, Вт	Тип лампи	Світловий потік, лм	Довжина лампи, м
25	В	220	15	МО	12	200	20	ЛДЦ	850	0,6
40	Б	400	25	МО	12	380	20	ЛД	1000	0,6
40	БК	460	40	МО	12	620	20	ЛБ	1200	0,6
60	Б	715	60	МО	12	850	30	ЛДЦ	1500	0,9
60	БК	790	25	МО	36	300	30	ЛД	1800	0,9
100	Б	1350	40	МО	36	600	30	ЛБ	2180	0,9
100	БК	1450	60	МО	36	800	40	ЛДЦ	2200	1,2
150	Г	2000	100	МО	36	1550	40	ЛД	2500	1,2
150	Б	2100	40	МОЗ	12	400	40	ЛБ	3200	1,2
200	Г	2800	60	МОЗ	12	660	80	ЛДЦ	3800	1,5
200	Б	2920	60	МОЗ	36	650	80	ЛД	4300	1,5
300	Г	4600	10	МОЗ	36	1200	80	ЛБ	5400	1,5

Сумарна електрична потужність усіх світильників, встановлених у приміщенні становить:

$$\sum P_{CB} = P_{CB} N$$

$$\sum P_{CB} = 300 \cdot 82 = 24000 \text{ Вт} \quad (4.7)$$

#### 4.5 Розрахунок заземлення виробничого обладнання

Найбільш допустимий опір заземлюючого пристрою до 1000 В з глухими заземленнями у випадку заземлення нейтралі при лінійній напрузі 380 В не повинен перевищувати 4 Ом. [38]

Визначаємо опір розтіканню струму одиночної смуги [38]

$$R_n = \frac{\rho \cdot \Psi_n}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \lg \frac{l}{d \cdot h}, \quad (4.8)$$

де  $\rho$  – питомий електричний опір ґрунту, Ом. Для чорнозему  $\rho = 30$  Ом;

$\Psi_n$  – коефіцієнт сезонності для смуги,  $\Psi_n = 1,75$ ;

$l$  – довжина смуги, м. Приймаємо  $l = 7$  м;

$d$  – еквівалентний діаметр смуги, м,  $d = 0,95 \cdot b$  ( $b = 0,05$  м)  $d = 0,048$  м;

$h$  – глибина залягання смуги, м,  $h = 0,6$  м.

$$R_n = \frac{30 \cdot 1,75}{2 \cdot 3,14 \cdot 7} \lg \frac{7}{0,048 \cdot 0,6} = 2,85 \text{ Ом}$$

Опір розтіканню струму смуги, яка з'єднує стержневі електроди [38]

$$R_{пд} = \frac{R_n}{\eta_{ВП}} \quad (4.9)$$

де  $\eta_{ВП}$  – коефіцієнт використання з'єднувальної смуги,  $\eta_{ВП} = 0,75$  [38]

$$R_{пд} = \frac{2,85}{0,75} = 3,8 \text{ Ом}$$

Визначаємо опір розтіканню струму одиночного вертикального трубчатого електрода за формулою [38]

$$R_{el} = \frac{\rho \psi_{el}}{0,366 \cdot \pi \cdot l_{el}} \left( \lg \frac{2 \cdot l_{el}}{d_{el}} + 0,5 \frac{4t + l_{el}}{4t - l_{el}} \right), \quad (4.10)$$

де  $\psi_{el}$  – коефіцієнт сезонності для електрода,  $\psi_{el} = 1,3$ ;

$l_{el}$  – довжина електрода, м. Приймаємо  $l_{el} = 2$  м;

$d_{el}$  – діаметр електрода, м. Приймаємо  $d_{el} = 0,058$  м;

$t$  – глибина залягання електрода, м.  $t = 1,6$  м.

$$R_{el} = \frac{30 \cdot 1,3}{0,366 \cdot 3,14 \cdot 2} \left( \lg \frac{2 \cdot 2}{0,058} + 0,5 \frac{4 \cdot 1,6 + 2}{4 \cdot 1,6 - 2} \right) = 47,3$$

Визначаємо опір групи з шести електродів без урахування смуги зв'язку [38]

$$R_{гр.ел.} = \frac{R_{el}}{n \cdot \eta_v}, \quad (4.11)$$

де  $n$  – кількість електродів, шт.,  $n = 5$  шт.;

$\eta_v$  – коефіцієнт використання стрижневих заземлювачів,  $\eta_v = 0,7$ .

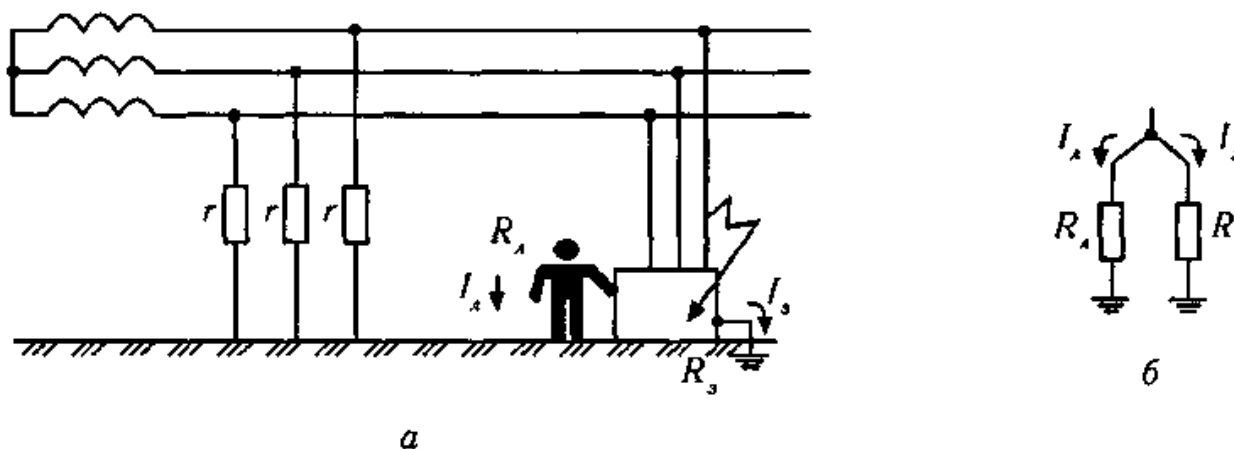
$$R_{гр.ел.} = \frac{47,3}{5 \cdot 0,7} = 13,5 \text{ Ом}$$

Опір розтіканню струму заземлюючого пристрою  $R_{zn}$ , Ом, який складається з 5 електродів і з'єднувальної смуги, визначається за формулою [38]

$$R_{zn} = \frac{R_{гр.ел.} \cdot R_{нд}}{R_{гр.ел.} + R_{нд}}, \quad (4.12)$$

$$R_{zn} = \frac{13,5 \cdot 3,8}{13,5 + 3,8} = 3,0 \text{ Ом}$$

Опір розтіканню струму заземлюючого пристрою менше 4 Ом, що задовольняє вимогам Правил будови електроустановок. На рисунку 4.3 предсталена схема захисного заземлення.



а — схема доторкання людини до заземленого корпусу, який опинився під напругою; б — еквівалентна захисту електрична схема.

Рисунок 4.3 - Захисне заземлення

#### 4.6 Управління господарством у надзвичайній ситуації

Надзвичайна ситуація – порушення нормальних умов життя і діяльності людей на об'єкті або території, спричинене аварією, катастрофою, стихійним лихом чи іншою небезпечною подією, яка призвела ( може призвести) до загибелі людей та (або) значних матеріальних втрат.

Стійкість роботи об'єкта — це здатність його в надзвичайних ситуаціях випускати продукцію у запланованому обсязі, необхідної номенклатури і відповідної якості, а у випадку впливу на об'єкт вражаючих факторів, стихійних лих та виробничих аварій — у мінімально короткі строки відновити своє виробництво. Залежить вона від таких основних факторів: розміщення об'єкта відносно великих міст, об'єктів атомної енергетики, хімічної промисловості, великих гідротехнічних споруд, військових об'єктів та ін.; природно-кліматичних умов, технології виробництва; надійності захисту працюючих, населення від впливу вражаючих факторів, наслідків стихійних лих і



виробничих аварій, катастроф; надійності системи постачання об'єкта всім необхідним для виробництва продукції (паливом, мастилами, електроенергією, газом, водою, хімічними засобами захисту рослин, ветеринарними засобами, мінеральними добривами, запасними частинами, технікою та ін.); здатності інженерно-технічного комплексу протистояти надзвичайним ситуаціям; стійкості управління виробництвом і ЦЗ, психологічної підготовленості керівного складу, спеціалістів і населення до дій в екстремальних умовах; навченості керівного складу ЦЗ об'єкта і населення правильно виконувати комплекс заходів цивільного захисту; масштабів і ступеня вражаючої дії стихійного лиха, виробничої аварії, катастрофи чи зброї і підготовленість об'єкта до ведення рятувальних та інших невідкладних робіт для відновлення порушеного виробництва [39].

Відповідальність за цивільний захист об'єкта несе голова.

Згідно зі ст. 8 закону України "Про цивільну оборону України" "Керівництво підприємств, установ і організацій незалежно від форм власності і підпорядкування забезпечує своїх працівників засобами індивідуального та колективного захисту, організовує здійснення евакуаційних заходів, створює сили для ліквідації наслідків НС та забезпечує їх готовність до практичних дій, виконує інші заходи з цивільної оборони і несе пов'язані з цим матеріальні та фінансові витрати в порядку та обсягах, передбачених законодавством" [39].

Цивільний захист який здійснюється на фермі підсобного господарства організовується з метою своєчасної підготовки ферми до захисту від наслідків НС та оперативного проведення рятувальних і інших невідкладних робіт.

Начальник ЦЗ він же директор ліцею відповідає за постійну готовність сил і засобів, за забезпечення підлеглих спеціальними засобами (засобами індивідуального захисту, спец-обладнанням, апаратурою, приладами, технікою тощо), за навчання діям у надзвичайних ситуаціях.

Забезпечення засобами радіаційного та хімічного захисту здійснюється відповідно до Порядку забезпечення населення і особового складу

невоєнізованих формувань засобами радіаційного та хімічного захисту, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 19.08.2002.

Начальник цивільного захисту на фермі несе відповідальність за:

- створення, організацію, підготовку і дієздатність системи цивільного захисту на фермі;
- організацію і здійснення заходів щодо попередження НС, а у разі їх виникнення – за мінімізацію збитків від них;
- створення і організацію роботи системи оповіщення на фермі;
- створення і організацію роботи комісії з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій, а також евакуаційної комісії фермерського господарства;
- фінансове та матеріально-технічне забезпечення заходів у сфері цивільного захисту;
- підготовку і навчання персоналу до дій у НС [39].

#### **4.7 Забезпечення умов пожежної безпеки**

Відповідальність за додержання заходів пожежної безпеки несе голова підприємства, який повинен призначати особу відповідальну за пожежну безпеку.

На фермі влаштовано основний пост з повним набором справного протипожежного інвентарю (лопати, відра, сокира, гаки, 4 вогнегасники, пересувна насосна установка, дзвін для подачі пожежної тривоги), крім того біля кожного приміщення для утримання молодняку встановлено протипожежний щит, на якому закріплено відра, 2 вогнегасники, лопату. Біля щита знаходиться ящик з піском і бочка з водою місткістю 300 л.

На території ферми обладнано 2 пожежні водойми місткістю 500 м<sup>3</sup> кожна. Необхідна місткість водойми  $V(\text{м}^3)$  визначена з умови:

$$V = 3.6 \cdot g \cdot t \cdot n \quad (5.13)$$

де  $g$  – витрата води, л/с;

$t$  – тривалість пожежі, год.;

$n$  – кількість пожеж;

У кожній будівлі на видному місці вивішені "Правила пожежної безпеки". Для паління відведено спеціальні місця, обладнані протипожежним інвентарем. На фермі також встановлений порядок(система)сповіщення керівників,та робітників про пожежу.

У приміщеннях на помітних місцях встановлені телефони де вивішені таблички з номерами телефонів для виклику пожежної охорони [40].

#### **4.8 Висновки до розділу**

У результаті аналізу виконання робіт у СФГ «Лан» розглянуто основні проблеми з охорони праці та безпекою у надзвичайних ситуаціях.

На підставі виявлених небезпечних та шкідливих факторів запропоновано заходи, які мають на меті зменшити ймовірність виникнення травмонебезпечних ситуацій при виконанні основних операцій, які можуть спричинити матеріальні втрати та травмувати працівників.

Висвітлено актуальні питання, на які необхідно звернути увагу при проведенні інструктажів з техніки безпеки. Запропоновані заходи для поліпшення умов праці по підприємству. Проаналізовано стан підприємства при виникненні надзвичайних ситуацій і запропоновано різні заходи до поліпшення цих умов. Присвячено увагу питанням пожежної безпеки.

## **5 ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ГВИНТОВОГО СТЕБЛЕПІДЙОМНИКА ПРИ СКОШУВАННІ ПОЛЕГЛИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**

### **5.1 Оцінка прямих експлуатаційних витрат на збирання полеглих культур за допомогою гвинтового стеблепідйомника**

Проблема збирання полеглих зернових і зернобобових культур з найменшими витратами праці і коштів є актуальною, особливо в даний час, коли різко погіршилися умови обробітку хлібів через нестачу технічних, паливних та інших матеріальних ресурсів. У критичній ситуації сьогодення необхідний обґрунтований вибір низько затратних і енергозберігаючих технологій прибирання полеглих хлібів.

Проводиться економічна оцінка збирання полеглих культур на прямому комбайнуванні із застосуванням безмотовильної жатки ЖШУ-5 оснащеної гвинтовими стеблепідйомника. Після скошування і обмолоту зерна відбувається вивантаження зерна і транспортування його на стаціонарний пункт з подальшою обробкою. Очікуваний економічний ефект буде отриманий за рахунок зниження втрат зерна за жаткою комбайна, зниження витрат на польові операції і транспортні витрати.

Оцінка економічної ефективності збирання полеглих зернових та зернобобових культур проводиться за стандартною методикою [41].

Економічна ефективність безмотовильної жатки ЖШУ-5 буде оцінюватися в порівнянні з серійною жаткою оснащеною ексцентриковим мотомилом і пристосуваннями для скошування полеглих хлібів.

Критерієм вибору технології збирання полеглих культур є мінімум прямих експлуатаційних витрат з урахуванням втрат і якості зерна по схожості.

Прямі експлуатаційні витрати на прибирання полеглих культур оцінюються за формулою

$$B \sum_i = Z_n + \Pi + R + A + B_3 + B_n + B_c + \Phi, \text{ грн./т.} \quad (5.1)$$

де  $Z_n$  - витрати на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн./т;

$\Pi$  - витрати на паливно-мастильні матеріали і електроенергію, грн./т;

$R$  - витрати на технологічне обслуговування та ремонт, грн./т;

$A$  - відрахування на амортизацію, грн./т

$B_3$  - витрати від втрат зерна, грн./т;

$B_n$  - витрати від пошкодження (подрібнення) зерна, грн./т;

$B_c$  - витрати від зниження схожості зерна, грн./т;

$\Phi$  - інші прямі витрати на допоміжні матеріали, грн./т.

Складові витрат, що входять в формулу (5.1) розраховуються за такими формулами.

Витрати на оплату праці обслуговуючого персоналу  $E$ , грн./т

$$Z_n = \frac{1}{W_{змі}} \cdot \sum_{i=1}^n L_i \cdot \tau_i \cdot K_{ci} \cdot K_3 \quad (5.2)$$

де  $L_i$ , - кількість обслуговуючого персоналу на  $i$  - тому вигляді робіт, чол.;

$\tau$  - годинна оплата праці обслуговуючого персоналу на  $i$  - тому виді робіт, грн./люд.-год;

$K_{ci}$  - коефіцієнт складності виконання робіт в залежності від типу енергозасобу на  $i$  - тому вигляді робіт;

$K_3$  - коефіцієнт нарахувань на зарплату на  $i$  - тому виді робіт: натуроплата, податкові відрахування в регіональний бюджет, що нараховуються від рівня годинної оплати праці з урахуванням коефіцієнта складності на  $i$  - тому виді робіт (в галузі рослинництва  $K_3 = 1,829$ );

$W_{змі}$  - продуктивність агрегату або робітника за годину змінного часу на  $i$  - тому виді робіт, т/год.

Витрати коштів на ПММ та інші енергоресурси  $\Gamma$ , грн./т.

$$\Pi = q_n \cdot B_{\text{ПММ}} \cdot K_{\text{мс}}, \quad (5.3)$$

де  $q_n$  - питома витрата палива, електроенергії, кг, кВт-год / т;

$B_{\text{ПММ}}$  - ціна одного кілограма палива, одного кВт-год електроенергії  
грн./кг, грн./кВт-год;

$K_{\text{мс}}$  коефіцієнт обліку вартості мастильних матеріалів (вітчизняної техніки та країн СНД  $K_{\text{мс}} = 1,1$ ; зарубіжної  $K_{\text{мс}} = 1,25$ ).

Витрати на ремонт і технічне обслуговування в цілому по агрегату (Енергомашин, сільгоспмашин)  $R$ , грн./т.

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \cdot C_i + S_m}{W_{\text{зм}} \cdot T_i}, \quad (5.4)$$

де  $N_i$  - кількість  $i$  - тих відмов I, II, III груп складності за період збирання, шт.;

$C_i$  - нормативна вартість усунення  $i$  - тих відмов I, II, III груп складності, грн./відмову;

$S_m$  - витрати на проведення технічного обслуговування з урахуванням вартості матеріалів (дрантя, солідолу, литолу), грн.;

$T_i$  - зональна фактичне завантаження  $i$  - техніки, год:

$$T_i = D \cdot T_d \cdot K_{\text{екс}}, \quad (5.5)$$

де  $D$  - річна кількість днів використання техніки в зоні (по агросроку);

$T_d$  - тривалість робочого дня, год;

$K_{\text{екс}}$  - коефіцієнт експлуатаційного часу.

Витрати на проведення технічного обслуговування  $S_m$ , грн., обчислюють за формулою

$$S_m = \sum_{i=1}^n Z_i \cdot S_i \cdot \tau_i \cdot K_3 \cdot K_m, \quad (5.6)$$

де  $Z_i$ - кількість щозмінних технічних обслуговувань за сезон

$$Z_i = \frac{T_i}{T_\partial \cdot K_{зм}}, \quad (5.7)$$

де  $K_{зм}$  - коефіцієнт змінного часу;

$S_i$  - трудомісткість одного  $i$  - того технічного обслуговування сільськогосподарської енергомашин, люд.-год;

$\tau_i$  - годинна оплата праці механізатора при проведенні  $i$  - того технічного обслуговування, грн./люд.- год;

$K_m$  - коефіцієнт обліку вартості матеріалів, використуваних при технічному обслуговуванні ( $K_m = 1,35$ ).

Відрахування на амортизацію  $A$ , грн./т.

$$A = \frac{B_i \cdot a_i}{W_{екс} \cdot T_i} \quad (5.8)$$

де  $B_i$ , - балансову вартість  $i$  - техніки, грн.;

$a_i$  - фактичний коефіцієнт відрахувань на амортизацію;

$W_{екс}$ - продуктивність  $i$  - техніки за годину експлуатаційного часу, т/год.

Фактичне значення коефіцієнта відрахувань на амортизацію,  $a$ , - обчислюють за формулою:

$$a_i = \frac{1}{T_{тв}}, \quad (5.9)$$

де  $T_{тв}$  - термін володіння технікою, років.

Витрати від втрат продукції технологічних матеріалів  $B_3$ , грн./т. по збиральній та сільськогосподарській техніці обчислюють за формулою

$$B_3 = \frac{X_n \cdot Y_n \cdot Ц_3}{100}, \quad (5.10)$$

де  $X_n$  - втрати зерна по відношенню до врожайності, %;

$Y_n$  - врожайність зерна, т/га;

$Ц_n$  - ціна зерна (без ПДВ), грн./т.

Витрати від пошкодження зерна  $B_n$ , грн./т.

$$B_n = \frac{X_d \cdot Y_n \cdot (Ц_n - Ц_d)}{100}, \quad (5.11)$$

де  $X_d$  - пошкодження продукту по відношенню до врожайності, %;

$Ц_d$  - ціна пошкодженого продукту (без ПДВ), грн./т.

Витрати від втрат схожості зерна  $B_c$ , грн./т.

$$B_c = \frac{X_v \cdot Y_n \cdot Ц_n}{100}, \quad (5.12)$$

де  $X_v$  - втрати схожості зерна по відношенню до урожайності зерна, %;

$Y_n$  - урожайність зерна, т/га;

$Ц_n$  - ціна схожих насінин культури (без ПДВ), грн./т.

Витрати коштів на технологічні матеріали  $\Phi$ , грн./т.

$$\Phi = m_i \cdot Ц_{mi}, \quad (5.13)$$

де  $m_i$  - кількість витраченого  $i$  - технологічного матеріалу, втрати  $i$  - технологічного матеріалу, кг, шт./т;

$Ц_{mi}$  - ціна  $i$  - технологічного матеріалу, грн./кг.



Трудомісткість виконання механізованих робіт  $Z_T$  люд.- год/т

$$Z_T = \frac{L}{W_{zm}}, \quad (5.14)$$

де  $L$  - кількість виробничого персоналу, чол.

Річну економію собівартості механізованих робіт за новою технологією  $E_c$  грн., обчислюють за формулою

$$E_c = (B_{nb} - B_{nH}) \cdot B_z, \quad (5.15)$$

де  $B_z$  - річне напрацювання нової техніки в умовах даної природно кліматичної зони, од. наробітки.

Річний наведений економічний ефект від експлуатації нової техніки  $E_p$  грн., обчислюють за формулою

$$E_p = (\Pi_b - \Pi_H) \cdot B_z \quad (5.16)$$

де  $\Pi_b$ ,  $\Pi_H$  - приведені витрати по базовій і новій техніці, грн./од. напрацювання (визначають за ГОСТ 23729).

Для розрахунку витрат необхідно отримати вихідні дані шляхом дослідження технологічних операцій проєктованих технологій у полі, на стаціонарі, шляхом визначення якості насіння зерна і їх схожості в лабораторії, збору і аналізу даних в бухгалтерії господарства, а так само використання нормативно-довідкових матеріалів.

Результати розрахунків основних показників ефективності запропонованого обладнання представлені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Основні показники ефективності запропонованого обладнання з гвинтовим стебло підіймачем

Показники	Позначення	Для базового варіанту	Для модернізованого варіанту
1. Продуктивність за змінний час, га/год	Q	1,85	1,85
2. Витрати на ПММ та електроенергію, грн./га	П	28,6	41,3
3. Витрати на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн./га	З	98	104
4. Витрати на технічне обслуговування текучої та капітальний ремонт, грн./га	Р	50,0	80,0
5. Витрати на реновацію, грн./га	A <sub>p</sub>	70,0	110,0
6. Капітальні вкладення, грн./га	К	600,0	909,0
7. Прямі експлуатаційні витрати, грн./га	И	153,4	237,7
8. Приведені витрати, грн./га	П	243,4	374,0
9. Економія від підвищення якості продукції, грн./га	Е	-	357,0
10. Річний економічний ефект від експлуатації модернізованого агрегату, грн..	E <sub>p</sub>	-	35604,9

## **ВИСНОВКИ**

1. Проведений аналіз ситуації із збиранням полеглих хлібів виявив низку недоліків існуючих конструктивних рішень. Було визначено актуальний напрямок вирішення встановленої задачі покращення якості збирання полеглих зернових культур.

2. Розроблено конструктивно-технологічну схему гвинтового підйомника, яка виключає основні недоліки попередників, а саме дозволяє покращити якість збирання полеглих зернових культур.

3. Завдяки математичним розрахункам, відповідно до основних показників запропонованого обладнання, розраховані оптимальні кінематичні коефіцієнти.

4. Розроблено програму і методику експериментальних досліджень комбайну з гвинтовими себлепідйомниками.

5. Проведено ретельний аналіз показників охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях на підприємстві. Приведені рішення по уникненню виявлених недоліків.

6. Розраховано економічну ефективність запропонованого обладнання, а саме річний економічний ефект від впровадження може скласти близько 35604,9 грн.

03.02.21

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Річні звіти селянського фермерського господарства «Лан» Орхівського району Запорізької області
- 2 Орманджи, К.С. Уборка в сложных условиях./ К.С. Орманджи, В кн. Операционная технология уборки колосовых культур. – М: Россельхозиздат, 1977.
- 3 Новацкий, А.И. Руководство к возделыванию важнейших хлебных злаков./ А.И. Новацкий. - Санкт-Петербург, 1889.
- 4 Мілько Д.О. Визначення основних параметрів шнекового відокремлення рослинної сировини при боковій подачі / Д.О. Мілько // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник / КНТУ. – Випуск 43. Частина II. – Кіровоград, 2013. – С. 200 – 205.
- 5 Meinx, R. Saatzeitversuche mit Winterweizen. / R. Meinx. - Bundesanst. Pflb., Wein, 1963, 14:82-92.
- 6 Самохвалов, Г.К. Трофика и экология растений в связи с проблемой полегания. / Г.К. Самохвалов. - Изд-во Харьковского университета, 1960.
- 7 Пугачев, А.Н. Потерям зерна надежный заслон. / А.Н. Пугачев. – М.: Колос, 1971.
- 8 Морозов, А.Ф. Пути снижения потерь зерна при уборки урожая. / А.Ф. Морозов, А.И. Пугачев. - М.: «Колос», 1973.
- 9 Лосев, В.И. Комплексная механизация уборки и послеуборочной обработки колосовых, кукурузы и зернобобовых культур. / В.И. Лосев. - М.: Сельхозгиз, 1963.
- 10 Grove-Jones, N. Grain Loss a costly problem with mechanical harvesting./ N. Grove-Jones. - Austral. Country, 1975, 39, 4; с 29-32.

11 Орманджи, К.С. Рекомендации по высокопроизводительному использованию уборочных машин и снижению потерь зерна / К.С. Орманджи, В.В. Попов. - Омск, 1974.

12 Двух- и трехфазная уборка зерновых культур. Під загальною редакцією Я.М. Жука. - М.: Сельхозгиз, 1961.

13 Жук, Я.М. Раздельный способ комбайновой уборки зерновых колосовых культур./ Я.М. Жук. - М.: Знание. сер. V, 1956, N 12.

14 Пугачев, А.Н. Комплексная механизация уборки и послеуборочной обработки колосовых, кукурузных и зернобобовых культур. / А.Н. Пугачев. - М.:Сельхозгиз, 1963.

15 Перстнев, С.Н. Исследование работы мотовила на повышенных скоростях. / С.Н. Перстнев. // Тракторы и с/х машины, № 7, 1963.

16 Перстнев, С.Н. Оптимальные параметры мотовила уборочных машин. / С.Н. Перстнев, И.Ф. О कोरोков // Тракторы и с/х машины, N 4, 1965.

17 Иванов, Н.А. Механизация полеводства в США./ Н.А. Иванов, Н.М. Шаркаль. - М.: Колос, 1973.

18 Четыркин, Б.Н. Уборка семенных участков зерновых культур комбайнами двухфазного обмолота. / Б.Н. Четыркин, З.И. Воцкий. – М.: Россельхозиздат, 1974.

19 Оматов, А. Убрать хлеб без потерь./ А. Оматов. // Зерновые и масличные культуры, №6, 1968.

20 Корбут, Л.А. Механизация сельского хозяйства Великобритании. / Л.А. Корбут. – М.: Машгиз, 1961

21 Волков, Г.И. Сельскохозяйственная техника в США. Состояние тенденции развития. / Г.И. Волков. В.: Машгиз, 1963.

22 Горячкин, В.П. Собрание сочинений в трех томах. Изд.2-е. /

В.П. Горячкин. - М.:Колос, 1967.

23 Терсков, Г.Д. Расчет зерноуборочных машин. / Г.Д. Терсков. - Москва-Свердловск, 1961.

24 Василенко, И.Ф. Зерновые комбайны. / И. Ф. Василенко. // Энциклопедический справочник. – М.: Машиностроение, Т. 12, 1948.

25 Летошнев, М.Н. Сельскохозяйственные машины. / М.Н. Летошнев. - М.: Сельхозгиз, 1955.

26 Пластинин, В.Е. Определение момента начала совместной работы планки мотовила и ножа. / В.Е. Пластинин. // Записки Ленинградского СХИ, Вып. 73, 1958.

27 Турбин, Б.Г. та ін.. Сельскохозяйственные машины. – Ленинград: Машиностроение, 1967.

28 Яблонский, А.А. Курс теоретической механики.- Ч.2./ А.А. Яблонский. - М.: Высшая школа, 1977-С.64.

29 Бать, М.П. Теоретическая механика в примерах и задачах. Т. 1 / М.П. Бать. - М.: Наука, 1971.

30 Машины зерноуборочные. Программа и методы испытаний. ОСТ 70.8.1-74. Издание официальное. Москва, 1974.

31 «Семена сельскохозяйственных культур». «Методы определения влажности». ГОСТ 12041-66.

32 Лурье, А.Б. Моделирование сельскохозяйственных агрегатов и их систем управления. / А.Б. Лурье, И.С. Пагорский. – Л.: Колос, 1979.-312с.

33 Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний. ГОСТ 28301-89 (СТ СЭВ 6542-88).

34 Палимов, В.В. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. / В.В. Палимов, П.А. Чернова. - М.: Наука, 1965. - 338 с.

35 Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1973.

36 Рогач, Ю.П. Індивідуальне навчально-дослідне завдання з дисципліни «Основи охорони праці» / Ю.П. Рогач, О.В. Гранкіна, Ю.А. Лисенко. – Мелітополь: ТДАТУ, 2009. – 22 с.

37 Русаловський, А. В. Правові та організаційні питання охорони праці: Навч. посіб. – 4-те вид., допов. і перероб. / А. В. Русаловський – К.: Університет «Україна», 2009. – 295 с.

38 НПАОП 01.41-1.01-01 «Правила охорони праці під час технічного обслуговування та ремонту машин і обладнання сільськогосподарського виробництва».

39 Стеблюк, МІ. Цивільна оборона: Підручник. — 3-тє вид., перероб. і доп / МІ. Стеблюк — К.: Знання, 2004. — 490 с.

40 Рогач Ю.П. Пожежна безпека: Навчальний посібник / Ю.П. Рогач. – Сімферополь: Таврія Плюс, 2001. – 124с.

41 Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники / Під керівництвом А.В. Шпилько, - М.: «Родник». - Ж.: Аграрная наука, 1998. - 219 с.

## **ДОДАТКИ**