

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Кафедра технічного сервісу та інженерного менеджменту
імені М.П.Момотенка**

631.3:656.137(477.41)

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри технічного сервісу
та інженерного менеджменту
імені М.П.Момотенка

_____ **Роговський І.Л.**

“ ___ ” _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ
ПОКАЗНИКІВ АКТИВНОГО ГВИНТОВОГО
СТЕБЛЕПІДЙОМНИКА ДЛЯ ЗБИРАННЯ ПОЛЕГЛИХ
ХЛІБІВ ДЛЯ СЕЛЯНСЬКОГО ФЕРМЕРСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА «СВІТОЧ» КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ»**

Спеціальність – 208 «Агроінженерія»
Освітня програма – «Агроінженерія»
Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Гарант освітньої програми:

д.т.н., проф.

«підпис»

Братішко В.В.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.т.н., доцент

«підпис»

Євтушенко В.Д.

Виконав

«підпис»

Криворучко В.В.

Київ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра технічного сервісу та інженерного менеджменту
імені М.П.Момотенка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технічного сервісу та
інженерного менеджменту
імені М.П.Момотенка,

“ _____ ” _____ 2023 р.
І.Л.Роговський

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Криворучку Віталію Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність – 208 «Агроінженерія»
Освітня програма – «Агроінженерія»
Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Удосконалення експлуатаційних показників активного гвинтового стеблепідійомника для збирання полеглих хлібів для селянського фермерського господарства «Світоч» Київської області».

затверджені наказом ректора НУБіП України від «07» грудня 2023 року №2223 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру: 10.11.2024 р.

Вихідні дані до роботи:

1. Науково – технічна література; результати науково-дослідних робіт по літературних джерелах технології збирання сільськогосподарських культур.
2. Існуючі технологічні процеси та технічні засоби у виробничих процесах вирощування і збирання озимої та ярої пшениці

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Стан питання і завдання дослідження в проблемах збиральних робіт полеглих хлібів
2. Теоретичні дослідження параметрів робочих органів пристрою для ефективного збирання полеглих хлібів
3. Програма та методика експериментальних досліджень пристрою для ефективного збирання полеглих хлібів
4. Результати експериментальних досліджень пристрою для ефективного збирання полеглих хлібів
5. Економічна ефективність запропонованих рішень

Дата видачі завдання 18.09.2023 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____ **В.Д.Євтушенко**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____ **В.В.Криворучко**
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота містить розрахунково–пояснювальну записку на 82 стор. машинописного тексту.

Ключові слова: збирання, полегли хліби, стеблелініймач, гвинт, якість збирання зернових. зріз, стебло, системний, математичний аналіз, дослід, прибуток.

В роботі проведено аналіз існуючих механізованих засобів для збирання полеглих хлібів, обґрунтовано конструкційно–технологічну схему гвинтового стеблелініймача. Визначено ключові параметри та режими роботи комбайна з гвинтовими стеблелініймача. Розраховано основні кінематичні показники гвинтового стеблелініймача, що враховують конструкційні особливості робочих органів. Виконано економічну оцінку пропонованого обладнання для збирання полеглих хлібів комбайнами з гвинтовими стеблелініймачами.

ЗМІСТ

	ст.
ВСТУП.....	6
1. СТАН ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗБИРАННЯ ПОЛЕГЛИХ ХЛІБІВ.....	9
1.1. Характеристика виробничої діяльності СФГ «Світоч» Білоцерківського району Київської області	9
1.2. Огляд існуючих систем класифікації зернозбиральних комбайнів	14
1.3. Агровимоги до процесу скошування полеглих зернових.....	17
1.4. Аналіз конструктивних особливостей робочих органів та пристроїв до жаток для збирання полеглих зернових культур	20
2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГВИНТОВОГО СТЕБЛОПІДІЙМАЧА	39
2.1. Кінематика режимів роботи досліджуваного стеблорідмача	39
2.2. Аналіз взаємодії гвинтового стеблорідмача з прямостоячим і полеглим стеблостоем	43
2.3. Номограма для визначення кінематичного режиму гвинтового стеблорідмача.....	50
3. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ..	52
3.1. Програма досліджень.....	52
3.2. Дослідження робочих органів стеблорідмача	52
3.3. Методика проведення експериментальних досліджень жатки з гвинтовими стеблорідмачами.....	53
3.4. Методика визначення характеристики полеглих зернових культур ..	54
3.5. Вплив кінематичного режиму роботи робочого органу на якісні показники процесу скошування	56
3.6. Методика вимірювання, відбору і обробки проб при визначенні якості роботи жатки з гвинтовими стеблорідмачами.....	57
3.7. Оцінка експлуатаційно–технологічних показників жатки з досліджуваним робочим органом.....	59

4. ОХОРОНА ПРАЦІ	64
4.1. Стан охорони праці у господарстві	64
4.2. Проведення інструктажів з охорони праці	65
4.3. Управління господарством у надзвичайній ситуації.....	66
5. ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАПРОПОНОВАНОГО СТЕБЛОПІДЙМАЧА ПРИ СКОШУВАННІ ПОЛЕГЛИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР	68
ВИСНОВКИ.....	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	75
ДОДАТОК	82

ВСТУП

Збирання зернових культур в Україні є пріоритетним завданням, оскільки щорічно країна недоотримує від 20 до 50 млн. тонн зерна. Основними причинами цього є погодні умови, брак необхідної збиральної техніки, порушення технологічних та логістичних процесів, а також недостатнє використання технічного потенціалу сучасних зернозбиральних комбайнів.

Незважаючи на тривалі та руйнівні воєнні дії, українські аграрії зуміли зібрати рекордний урожай. За даними Міністерства аграрної політики, станом на 24 жовтня було зібрано 45,08 млн. тонн зерна, що на 1,7 млн. тонн більше порівняно з тим же періодом попереднього року. Це досягнення особливо вражає на тлі пошкодженої інфраструктури і обстрілів, що продовжуються.

Основна частина врожаю складається з кукурудзи, збирання якої становило 15,415 млн тонн (67% від запланованого обсягу). Також було успішно зібрано гречку (126,9 тис. тонн) та просо (159,45 тис. тонн). Серед олійних культур обсяги соняшнику та сої перевищили показники попереднього року, склавши 9,54 млн тонн та 5,621 млн тонн відповідно. Середня врожайність зернових зросла до 46,2 ц/га, що підтверджує високу якість зібраної продукції.

Згідно з масштабним дослідженням програми USAID АГРО, найбільший вплив на сільське господарство України мали нестабільне електропостачання, нестача робочої сили, складні погодні умови, зниження попиту на продукцію та прямі збитки від бойових дій.

Нестабільність електропостачання гальмує роботу сільськогосподарського обладнання, систем поливу та зберігання врожаю. Дефіцит робочої сили, спричинений мобілізацією та евакуацією, ускладнює проведення польових робіт. Зниження попиту продукцію через військових дій і логістичних проблем також негативно позначається сільському господарстві. Незважаючи на це, українські фермери продовжують роботу, впроваджуючи альтернативні джерела енергії та сучасні технології, демонструючи адаптивність та стійкість перед кризою.

Зниження попиту на продукцію через війну та логістичні проблеми також негативно вплинули на аграрний сектор. А прямі влучання в поля, знищення техніки та інфраструктури завдали значних збитків.

Незважаючи на всі ці виклики, українські фермери продовжують працювати, демонструючи неймовірну стійкість та адаптивність. Вони шукають альтернативні джерела енергії, впроваджують сучасні технології та об'єднуються для спільного вирішення проблем [1].

Зростаючі потреби населення в продуктах харчування, промисловості – у сировині, а тваринництва – у концентрованих кормах, вимагають безперервного збільшення обсягів валового збору зерна. Ключова роль у цьому процесі належить внесенню добрив, проведенню меліоративних заходів, а також впровадженню прогресивних технологій вирощування і збирання зернових культур.

Одним із значущих резервів для збільшення виробництва зерна є зниження втрат під час збирання, які часто перевищують приріст урожаю, досягнутий за допомогою окремих агротехнічних прийомів. Втрати зерна значною мірою залежать від якості застосованої техніки для збирання і відповідності її робочих органів вимогам технологічного процесу. Особливо високі втрати (до 25–30%) спостерігаються під час збирання полеглих зернових культур, що 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 полеглості жнивним агрегатам доводиться працювати в одному напрямку проти полеглості, 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 мотовила.

Метою роботи: підвищення 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 магістерській роботі вирішені наступні **завдання:**

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

1. СТАН ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗБИРАННЯ ПОЛЕГЛИХ ХЛІБІВ

1.1. Характеристика виробничої діяльності СФГ «Світоч»

Білоцерківського району Київської області

Загальні відомості про господарство

Селянське фермерське господарство (СФГ) «Світоч» розташоване в селі Піщики, яке входить до Білоцерківського району Київської області. Районний центр – місто Біла Церква, відстань до нього від села Піщики становить 12 км, а до Києва – близько 90 км.

ФГ «Світоч» функціонує відповідно до Статуту та є юридичною особою згідно з законодавством України, керується засновником та власником – Олександром Ващуком, і працює з 2004 року. Основними напрямками діяльності підприємства є змішане сільське господарство, вирощування зернових, бобових, олійних культур, овочів, баштанних культур, а також допоміжна діяльність у рослинництві. На підприємстві працюють 28 осіб, і воно регулярно надає звітність органам державної статистики.

Господарство знаходиться за адресою: Україна, 09031, Київська обл., Білоцерківський р-н, село Піщики, вул. Гагаріна, 1.

СФГ «Світоч» зареєстровано 20.02.2004 р , ЄГРПОУ: **32700470**

Відповідно до Статуту предметом діяльності СФГ «Світоч» Білоцерківського району являється:

01.50 Змішане сільське господарство

01.11 Вирощування зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур

01.13 Вирощування овочів і баштанних культур, коренеплодів і бульбоплодів

01.61 Допоміжна діяльність у рослинництві

10.81 Виробництво цукру

46.21 Оптова торгівля зерном, необробленим тютюном, насінням і кормами для тварин

46.36 Оптова торгівля цукром, шоколадом і кондитерськими виробами

49.41 Вантажний автомобільний транспорт

Спеціалізація нашого господарства та інших виробників означає, що вони концентрують свою діяльність на виробництві одного або декількох конкурентоспроможних видів сільськогосподарської продукції. Це зменшує кількість товарних галузей, збільшує обсяги виробництва та підвищує прибутки. Метою спеціалізації сільського господарства є збільшення виробництва товарної продукції та зниження її собівартості за рахунок більш ефективного використання виробничих ресурсів.

Кліматичні умови СФГ «Світоч» у Білоцерківському районі визначаються його географічним положенням. Середньорічна кількість опадів тут становить 660–770 мм. М'який і вологий клімат у поєднанні з досить родючими ґрунтами створює сприятливі умови для вирощування адаптованих сільськогосподарських культур. Гумусовий шар ґрунту сягає 25–45 см, а під ним знаходяться суглинисті шари. Вміст гумусу в цьому шарі становить від 1,7 до 2,0%.

Станом на 01.01.2023 року СФГ «Світоч» володіє 1750 га сільськогосподарських угідь, з яких 1610 га припадає на орні землі. У структурі землекористування 2023 року найбільшу частку займають саме сільськогосподарські угіддя. Основний напрямок діяльності у сфері рослинництва – змішане сільське господарство, зокрема вирощування

зернових культур (за винятком рису), бобових та олійних культур. Значну увагу також приділено вирощуванню технічних культур, таких як соняшник та цукровий буряк, що підтверджується даними в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Структура посівних площ на 2023 р.

Культура	Площа, га
Пшениця	388
Кукурудза на зерно	506
Ячмінь ярий	108
Соя	175
Сояшник	297
Цукрові буряки	166
Загальна	1610

Таблиця 1.2

Урожайність сільськогосподарських культур по рокам

Культура	Урожайність ц/га		
	2021	2022	2023
Пшениця	46	51	54
Кукурудза на зерно	65	72	75
Ячмінь ярий	38	41	44
Соя	22	24	28
Сояшник	27	30	31
Цукрові буряки	310	325	341

Порівнюючи структуру посівних площ СФГ «Світоч» Білоцерківського району та їх врожайність за останні роки, можна сказати, що врожайність практично всіх культур підвищилась.

Склад машинно–тракторного парку.

Структура і склад МТП і автопарку формувались, виходячи з спеціалізації господарства, структури посівних площ і економічної ціленаправленості.

Таблиця 1.3

Структура машинно–тракторного парку СФГ «Світоч»
Білоцерківського району

Марка	Кількість
1	2
ТРАКТОРИ	
Т–150К	1
ХТЗ–150К	1
Беларус–1221.2	3
МТЗ–100	2
МТЗ–82	2
John Deer 8430	3
Claas Xerion 3300 Tranc	1
Case MX 310	1
MILLER NITRO 4275	1
New Holland – T9.615	1
КОМБАЙНИ	
John Deere 9880 STS	1
CASE 2388	1
СК–5М	2
КС–6Б–10	1
АВТОМОБІЛІ	
КамАЗ–43142	5
МАЗ 5337	1
ГАЗ 3309	3

Як видно з даних таблиці 1.3., господарство добре оснащено машинно–тракторним парком, але частина машин вичерпала амортизаційний термін і підлягає заміні.

Таблиця 1.4

Перелік сільськогосподарських машин

Назва машин	Марка машини	Кількість машин
1	2	3
Дискові луцильники	ЛДГ–15	1

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
Плуги	ПЛН-3-35	1
	ПЛН-5-35	1
	ЄвроДіамант 1	1
	ПНВ -3,35	3
Культиватори	УСМП-5,4	1
	КРН-5,6	2
	КПС-4	2
	КРНВ-5.6-04	1
	КН-38	5
Борони	БЗСС-1,0	48
	ЗБП-0,6А	26
	БДТ-7	2
	БДС-8,4	1
	БТЗ-1	15
	АГ-2.4-20	2
Грунтообробний агрегат	УДА-4,5-20	1
	ЗККШ-6	6
Котки	СКГ-6	30
	КП 6-460	1
Сівалки	СЗ-3,6А	3
	СУПН-8А-02	1
	John Deere 1780	1
Розкидачі органічних добрив	РОУ-6	2
	ПРТ-10М	1
Розкидачі мінеральних добрив	1РМГ-4	2
	МВУ-6	1
Машини для захисту рослин	ПОМ-630	2
	Horsch Leeb 8 GS.	1
	ОП-2000-01	2
Жатки	ПЗС-8К	1
	Клаас Лексион 6	1
	V 750	1
	Джон Дір 9880	1
	GERINGOFF MS SC 800B	1
	Flex S 750	1
	Vario 7.5	1
Зерноочисна машина	ЗАВ-20	1
Косарка роторна	Z-069-1,65	2
Навантажувач	ПС 0,5/0,8	2
Прес - підбирач рулонного типу	ППР-110	1
Протруювач камерний	ПК -20	1

Аналіз складу машинно–тракторного парку (МТП) господарства свідчить про часткове забезпечення сучасною технікою. Рівень механізації в рослинництві є високим: на сьогодні більшість виробничих процесів у цій галузі здійснюються механізовано.

Для механізації використовуються різні марки і набір техніки. В господарстві підбір техніки ведеться на основі її раціонального використання.

1.2. Огляд існуючих систем класифікації зернозбиральних комбайнів

У дослідженні проведено аналіз систем класифікації зернозбиральних комбайнів на прикладі США, Аргентини та країн СНД. У США з 2003 року була розроблена єдина система класифікації комбайнів на національному рівні, яку підтримали основні виробники: AGCO, CHN, John Deere та CLAAS. З 2012 року клас IV було виключено, а межі класу VIII розширено до 461 к.с. для моделей з потужністю від 411 до 461 к.с. Нижня межа класу IX тепер починалась з 461 к.с. (табл. 1.5). Європейські вимоги щодо тестування комбайнів також досить високі, і продуктивність техніки часто залежить від характеристик культури, вологості соломи та інших факторів. Основним показником продуктивності в західних країнах є пропускна здатність, що визначається на високоврожайній пшениці (до 10 т/га) при втраті зерна до 2%.

Таблиця 1.5

Класифікація зернозбиральних комбайнів США (2022 рік)

Клас	Мінімальна потужність двигуна, к.с.	Максимальна потужність двигуна, к.с.
V	215	267
VI	268	322
VII	323	374
VIII	375	461
IX	461	

На етапі проектування пропускну здатність зернозбирального комбайна

(ЗК) рекомендовано розраховувати з використанням показника, який, окрім конструктивних параметрів, враховує питому потужність на одиницю пропускної здатності. За висновками досліджень, точність цього показника є невисокою, оскільки для кожної конкретної моделі комбайна його значення встановлюється індивідуально. Для комбайнів ДОН–1200, КЗС-9 СЛАВУТИЧ та Єнісей–1200 при розрахунках пропонується використовувати питомі затрати потужності на виконання технологічного процесу в межах 10–12 кВт·с/кг з допустимою похибкою у 20%. Результати випробувань свідчать, що визначення точної величини пропускної здатності є досить складним завданням.

Випробування демонструють значну варіативність пропускної здатності навіть у межах однієї моделі комбайнів (див. табл. 1.6). Європейські вимоги до тестувань ЗК не менш суворі, але результати випробувань значною мірою залежать від таких факторів, як особливості культури, вологість соломи та інші умови.

Таблиця 1.6

Пропускна здатність зернозбиральних комбайнів

Марка комбайна	Пропускна здатність, кг/с		Відхилення паспортної пропускної здатності від середньої, %
	Паспортна	Середня, за даними випробувань при рівні втрат зерна 1,5%	
СК-5М	5,0 – 5,5	4,4 (37)*	–12–(–27,3)**
Case 280	6,0	5,47 (9)	–8,8
КЗС-9 Славутич	5,5–6,0	6,31 (6)	+26,2–(+5,2)
New Holland CX6.90	8,0	5,82 (15)	–3,0–(–10,5)
New Holland 1520	10–12	6,78 (52)	–15,3
MF 19	10–12	8,57 (19)	–17,9–(–28,6)
MF 206	12	8,19 (7)	–31,8
John Deere 1042	6,0–7,0	5,52 (8)	–8,0–(–25,7)

* – в дужках кількість проведених вимірювань; ** – (мінус) відхилення в меншу сторону, (+) – у більшу.

У провідних виробників комбайнів у Західній Європі показник

«пропускна здатність, кг/с» часто не вказується в рекламних матеріалах або інструкціях. Максимальна продуктивність комбайнів у цих країнах визначається при втраті зерна за молотаркою до 2% на високоврожайній пшениці (до 10 т/га). Співвідношення зерна і соломи штучно знижують за рахунок збільшення висоти стерні до 1:0,5–1:0,7, що відповідає солемистості 0,33–0,41.

Збільшення місткості бункера призводить до зростання маси комбайна не лише через його розмір, а й унаслідок потреби посилення несучих конструкцій, капотів, ведучого мосту, монтажу приводу на керований міст і встановлення шин із підвищеною витривалістю. У таблиці 1.4 наведені дані, що ілюструють зростання витрат палива внаслідок збільшення маси комбайна.

Аналіз сучасних тенденцій у комбайнобудуванні вказує на можливість подальшого підвищення продуктивності зернозбиральних комбайнів завдяки використанню гідростатичної трансмісії ходової частини, підвищенню енергонасиченості й пропускної здатності шляхом модернізації технологічних рішень, застосуванню широкозахватних жаток, покращенню умов праці персоналу та іншим факторам.

Таблиця 1.4

Залежність витрати палива від місткості бункера ЗК

Місткість бункера	Збільшення транспортної маси комбайна, т	Додаткова витрата палива на виконання транспортування з розрахунку на 1 т зібраного зерна при урожайності		
		1 т/га	2 т/га	3 т/га
3	2,6	0,35–0,45	0,175–0,200	0,117–0,133
6	4,6	0,36–0,40	0,430–0,485	0,200–0,320
12	9,6	2,42–2,75	1,21–1,38	0,81–0,92

Із таблиці 1.5 видно, що збільшення місткості бункера від 3 м³ до 12 м³ при урожайності 3 т/га приводить до збільшення витрати палива на 0,74 кг/т.

1.3. Агровимоги до процесу скошування полеглих зернових

Збирання полеглих зернових культур ускладнюється низкою чинників, зокрема погодними умовами, ґрунтовими та агротехнічними умовами, а також механічними властивостями рослин. Зазвичай це призводить до втрат урожаю в межах 10–25%, а продуктивність техніки може знижуватись на 25–50%.

Для зменшення втрат та підвищення ефективності рекомендується використовувати спеціально обладнані жатки з ексцентриковими мотовилами. Під час збирання важливо правильно встановлювати висоту зрізу, що має бути нижчою за розташування колосків. Оцінка якості роботи жаток включає вимірювання висоти зрізу, втрат зерна та кількості незрізаних колосків.

Переобладнання техніки для збирання полеглих зернових і підготовка полів можуть зменшити втрати зерна в 3–5 разів і підвищити продуктивність на 30–45%.

Полеглі зернові збираються як прямим комбайнуванням, так і роздільним способом, причому вибір методу залежить від стану посіву, зрілості зерна, ступеня засміченості та типу культури, а також наявності відповідної техніки. Ігнорування конкретних умов може призвести до значних втрат врожаю.

Збирання полеглих зернових проводять жатками, оснащеними ексцентриковими мотовилами, з граблинами, що повернені під кутом 30° для зручності захоплення стебел. Прямим комбайнуванням прибирають рівномірно дозрілі, низькорослі й менш густі посіви (менше 300 рослин на 1 м²), починаючи на стадії повної стиглості за вологості зерна не більше 20–25%. Висота зрізу встановлюється відповідно до густоти й висоти стеблостою, для полеглих посівів – щоб ріжучий апарат знаходився нижче колосків.

Якість роботи жаток оцінюють за висотою зрізу, характером укладання стебел у валок, втратами зерна та кількістю зрізаних і незрізаних колосків. Для вимірювання висоти стерні використовують лінійку (на 5–10 стеблах у кількох точках), а зернові втрати визначають рамкою площею 1 м². Чистота зерна в

бункері має становити не менше 95%, дроблення насіннєвого зерна – не більше 1%, продовольчого та фуражного – не більше 2%.

Практика показує, що вилягання зернових культур є поширеним явищем, особливо за вологих погодних умов, раннього випадання снігу, вирощування на зрошуваних полях або після добрив. Вилягання значно впливає на втрати врожаю, які можуть сягати 25–60% у вологі роки.

Розрізняють два типи вилягання: кореневе, що виникає через недостатнє зчеплення коренів із ґрунтом, і стеблове, пов'язане з деформацією або зломом стебел, часто через швидке зростання або нестачу калію. Стійкість рослин до вилягання покращується за умов доброї освітленості.

У межах України виділяють три основні ґрунтово-кліматичні зони: Полісся, Лісостеп і Степ. Ярі зернові займають 50–60% ріллі, причому найбільше вилягання спостерігається в зонах Полісся та Лісостепу.

Якість роботи жаток визначають за такими показниками, як висота зрізу рослин, спосіб укладання стебел у валок (для валкових жаток), рівень втрат вільного зерна, а також наявність зрізаних і не зрізаних колосків [4]. При збиранні полеглих хлібів висота зрізу повинна складати 6–12 см.

Втрати зерна за жаткою вимірюють у п'яти точках по діагоналі ділянки, яка була скошена за зміну. Для цього між валками розташовують рамку площею 1 м², в якій збирають зрізані, не зрізані колоски та вільне зерно. Маленькі колоски чи їхні частини приводять до розміру середнього колоса. Вільне зерно також переводять у кількість колосків, поділивши кількість зерен на середню кількість зерен у колосі. Після цього підраховують загальну кількість колосків у п'яти точках, знаходять середнє значення та, знаючи густоту стеблостою на скошеній ділянці, визначають втрати зерна за жаткою.

Чистота зерна в бункері має становити не менше 95%, при цьому дроблення насіннєвого зерна має бути не більше 1%, а продовольчого і кормового зерна – до 2%.

Практика сільського господарства та дані наукових досліджень свідчать, що вилягання зернових культур може відбуватися будь-де. Воно особливо

посилюється у вологі роки, за умови раннього випадання снігу, при посіві по чистому пару, а також на зрошуваних землях. Підвищення родючості ґрунту через внесення органічних і мінеральних добрив також може сприяти виляганню.

Під час збирання полеглих хлібів втрати зерна в деякі роки сягають 25–60%. Полеглі рослини більше піддаються захворюванням, що додатково знижує врожайність і погіршує його якість.

При вирощуванні зернових культур розрізняють два основні типи вилягання: кореневе та стеблове. Кореневе вилягання виникає, коли рослини нахиляються або лягають на землю через слабе зчеплення коренів із ґрунтом, що часто трапляється на надмірно зволжених ділянках.

Стеблове вилягання, або кволість стебел, відбувається через вигин або злам стебел. Воно може бути спричинене швидким ростом рослин при застосуванні добрив, затіненням у загущених посівах, нестачею калію в ґрунті або ураженням внутрішньостебловими шкідниками. У період наливу зерна стебла зазнають постійного навантаження, тому при слабкій соломині навіть невеликий вітер може спричинити їх вилягання.

Дослідження І.П. Гальченка показали, що стійкість рослин до вилягання пов'язана з рівнем освітленості посівів: за високої освітленості (за інших рівних умов) активізуються біохімічні процеси, зміцнюється соломина, що знижує ризик вилягання. Надмірне азотне живлення призводить до формування рослин із довгими й крихкими міжвузлями, що може спричинити їх вигин під вагою колосся. На стійкість до вилягання також впливає тип ґрунту.

Проблема вилягання рослин досліджується вже понад двісті років, і їй присвячено багато наукових праць та монографій. Виділяють три групи факторів, які впливають на вилягання. Перша група включає спадкові особливості рослин (морфологія, біологічні властивості). До другої групи належать фізичні фактори (вітер, дощ, град, низькі температури), чий вплив залежить від географічних та ґрунтово–кліматичних умов. Третя група охоплює агротехнічні фактори (надмірне внесення азоту, висока густина посіву,

надмірне зрошення, ураження грибковими хворобами). Якщо на першу і третю групу можна впливати, то на фізичні фактори другої групи, що часто викликають вилягання на великих площах, вплинути майже неможливо.

В аграрному секторі України виділяють три основні ґрунтово–кліматичні зони: Полісся, Лісостеп і Степ. Ярі зернові культури займають 50–60% ріллі, і щороку значні площі зернових вилягають, особливо у зонах Полісся та Лісостепу.

1.4. Аналіз конструктивних особливостей робочих органів та пристроїв до жаток для збирання полеглих зернових культур

Дослідженню роботоздатності та ефективності роботи ЗК залежно від технічних, конструктивних, агробіологічних факторів і чинників присвячені роботи М.С. Рунчева, Є.І. Липковича, Є.Л. Жалнина, А.Т. Табашніка, В.М. Жданова, М.П. Галенка, С.М. Ковалю, В.І. Кравчука, О.В. Сидорчука, П.М. Занька та ін.

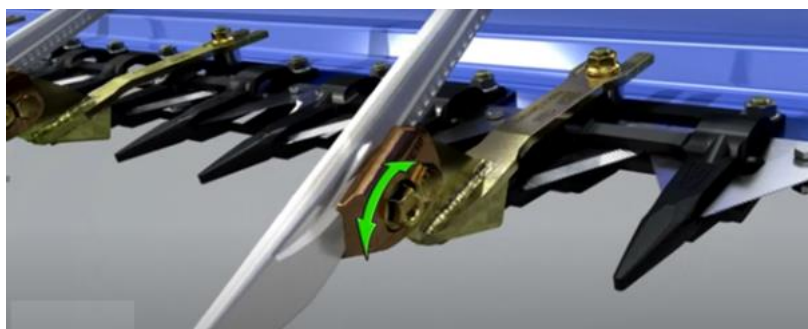
Жатки для збирання полеглих зернових культур мають свої конструктивні особливості, що відрізняють їх від звичайних жаток. Основними робочими органами жатки є подільники, стебlopідймачі, мотовило та різальний апарат. Існує широкий асортимент подільників: гостроклинові, тупоклинові, дискові, торпедні та інші, – що зумовлено різним станом хлібостою.

Для мінімізації втрат зерна під час скошування полеглих хлібів рекомендується використовувати жатки з мотовилами, оснащеними додатковими вигнутими пальцями, які покращують захоплення і підведення стебел до різального апарату. Для зменшення висоти зрізу доцільно встановлювати спеціальні стебlopідймачі, що закріплюються на пальцях різального апарату.

Подільники є бувають гостроклинові, тупоклинові, дугоподібні пруткові, торпедні, шнекові, ланцюгово–пальцьові, маятникові, коливальні клинові,

дискові, двоножові та ін. Таку велику різноманітність подільників зумовлено різним станом хлібостою.

Технологічний процес роботи жатки відбувається таким чином: подільники відокремлюють певну смугу хлібостою і спрямовують її до різального апарата



Регулювання кута нахилу подільника.



Рис. 1.1. Подільники

Як показують дані досліджень, при випробуванні комбайнів з жатками у господарствах 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 розділити умовні кількісні та якісні втрати зерна на дві основні групи: біологічні та механічні.

Біологічні втрати – це втрати зерна, що відбуваються протягом сезону збору врожаю. Їхня величина залежить від способів збирання, погодних умов регіону та біологічних особливостей культури. Цей вид втрат значною мірою залежить від тривалості збиральних робіт. Наприклад, при скошуванні недозрілих зернових втрати можуть досягати 11,5%. Значні втрати зерна від осипання також відбуваються при тривалому перебуванні рослин на корені.

Механічні втрати – це втрати зерна, що виникають під час роботи збиральної техніки. Рівень цих втрат визначається конструкцією робочих механізмів і режимом їхньої роботи. Для кожного виду техніки втрати будуть залежати від характеристик зібраної культури (рівень зрілості, вологість, сортові особливості) та режиму роботи машин. При зборі зернових як прямим комбайнуванням, так і роздільним способом основна частина втрат припадає на жатку та молотильно–сепаруючий механізм комбайна (МСУ).

Співвідношення втрат зерна між жаткою і МСУ комбайна варіюється залежно від зони. У районах, де працюють кілька машиновипробувальних станцій, втрати зерна жаткою становлять від 35% до 70%, а іноді навіть 80–90% від загальних втрат комбайна. А.Н. Пугачов зазначає, що співвідношення втрат зерна жаткою та МСУ при прямому комбайнуванні виглядає наступним чином (табл. 1.5).

Втрати зерна жаткою поділяють на три основні види: втрати зрізаним колосом, не зрізаним колосом та вільним зерном. У випадку використання валкових жаток для скошування прямостоячих зернових культур у валки співвідношення типів втрат подано у таблиці 1.6.

Таблиця 1.5

Співвідношення втрат зерна за жаткою та молотаркою, %

Комбайн	Жито озиме		Пшениця озима	
	жатка	молотарка	жатка	молотарка
СК-5М	71,7	28,3	74,2	25,8
КЗС-9 Славутич	74,0	26,0	73,4	26,6

Втрати зрізаним колосом та вільним зерном можна пояснити невідповідністю кінематичного режиму роботи мотовила його оптимальному значенню. 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	–

Аналіз джерел втрат зерна при роботі жатки дозволяє зробити висновок, що для зменшення втрат зрізаного колосся та вільного зерна доцільно налаштувати окружну швидкість мотовила на 10% вищою за поступальну швидкість агрегату. Найнижчі втрати досягаються при роботі жатки на оптимальних режимах.

Регулювання швидкості обертання мотовила має відповідати швидкості руху агрегату згідно з таблицею 1.7.

Регулювання швидкості обертання мотовила у залежності
від швидкості агрегату

Швидкість руху агрегату, км/год	Швидкість обертання мотовила, хв ⁻¹
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, що при зміні швидкості руху жатного агрегату в широких межах (від 3 до 8 км/год) швидкість обертання мотовила варіюється незначно (на 13 об/хв). Для підтримання оптимальних режимів роботи необхідна висока чутливість системи регулювання і певний досвід механізатора. Спостереження в господарстві щодо втрат зерна при скошуванні прямостоячої пшениці показали, що втрати жаткою вдвічі перевищують допустимий рівень 0,5%, що пов'язано з невідповідністю кінематичного режиму мотовила і труднощами його точного налаштування комбайнером.

Спеціальні дослідження показали, що відхилення кінематичного режиму мотовила від оптимального – як у бік зменшення, так і збільшення – призводить до підвищення втрат зерна. У разі зменшення швидкості відбувається падіння зрізаних стебел перед ріжучим апаратом жатки, а при збільшенні швидкості стебла перекидаються через вітровий щит.

Збирання полеглих хлібів пов'язане зі значними труднощами порівняно із збиранням прямостоячих культур. Вилягання ускладнює механізоване збирання, знижує фізичну якість зерна та погіршує його технологічні властивості. Втрати зерна при цьому сягають 10–25% і більше, а продуктивність знижується на 25–50%.

Головний фактор, що впливає на втрати зерна, – ступінь вилягання рослин: чим сильніше полягають рослини, тим більші втрати та нижча продуктивність. Для збирання полеглих хлібів найефективнішим і доступним пристосуванням є стеблопідіймач, зображений на рисунку 1.1.

Стеблопідіймачі за конструкцією поділяють на жорсткі і шарнірні. Шарнірні стеблопідіймачі допускають менші втрати, оскільки можуть незалежно від жатки копіювати рельєф поля.

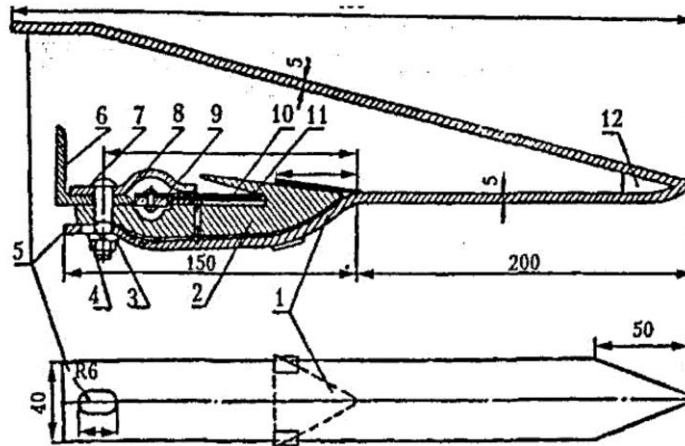
Стеблопідіймач – це зварний виріб, який складається з корпусу на якому розміщені елементами кріплення та стеблевідвід.

Щоб гарантувати оптимальну і тривалу роботу при збиранні врожаю, стеблопідіймач повинен правильно встановлюватись.

Стеблопідіймач служить для розділення та підйому плутаних і полеглих стебел культури перед їх скошуванням і кріпиться на пальцях ріжучого апарату.



Рис. 1.1. Встановлення стеблопідіймача



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

Рис. 1.1 – Стеблопідіймач

Такий стеблопідіймач можна виготовити в майстерні господарства із смуги сталі товщиною 5 мм та встановлюється на кожен третій палець жатки. На випадок збирання полеглих хлібів кожен комбайн повинен оснащуватися комплектом стеблопідіймачів представленої конструкції або аналогічними пристроями.

На сьогодні існує багато конструкцій стеблопідіймачів різних виробників.



Стеблопідіймач 610272 жатки комбайна Claas (610290), 570мм



Стеблопідіймач AZ34208 жатки комбайна John Deere



Стеблеліфтер 303557M1 жатки
комбайна Massey Ferguson



Стеблеліфтер 89815614 жатки
комбайна New Holland



Стеблеліфтер SK-227 S жатки
комбайна Laverda



Стеблеліфтер жатки для пшениці
Нива СК-5, КЗС-9 СЛАВУТИЧ,
Єнісей 54-106



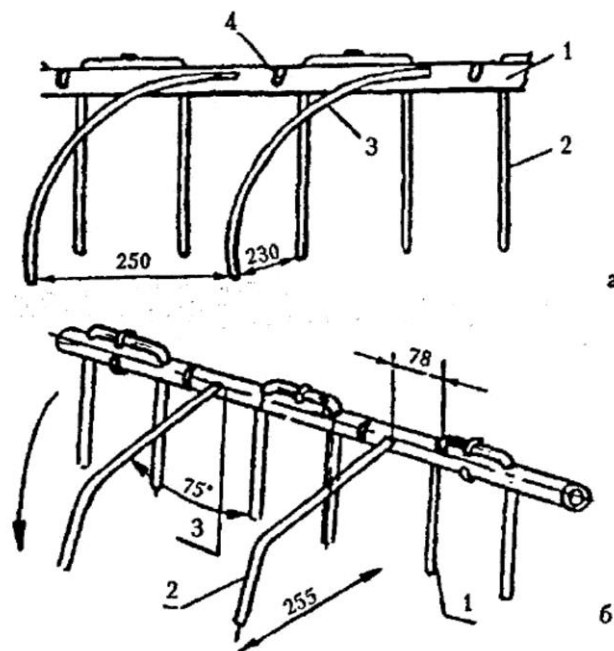
Стеблеліфтер HD, 1010-20
163417C91 застосовується для техніки
CNH (New Holland, Case)

Рис. 1.3 – Стеблеліфтери

Під час збирання полеглих зернових культур жатка повинна бути обов'язково оснащена ексцентриковим мотомилом. При цьому, після зняття планок, пальці граблин мотомила слід нахилити назад відносно напрямку руху комбайна на 10–15%. Як правило, мотомило висувають уперед і максимально опускають у нижнє положення за допомогою гідроциліндрів, так щоб кінці

пальців не контактували з ріжучим апаратом. Для підвищення ефективності роботи ексцентрикового мотвила рекомендовано встановлення додаткових вигнутих пальців, які можна фіксувати на граблинах різними способами. Один з варіантів кріплення додаткових вигнутих пальців на мотвилі показано на рисунку 1.2.

Вигнутий під кутом 90° палець розміщується попереду від основного, що сприяє більш надійному захопленню полеглих стебел, їх підйому і подачі до ріжучого апарату для подальшого скошування. Для цього з пружинного дроту марки 65Г діаметром 5 мм виготовляється комплект із 105 додаткових пальців. Кожна заготовка має довжину 470 мм, вигинається за радіусом 145 мм, при цьому один із кінців довжиною 80 мм відводиться під прямим кутом убік. Для фіксації додаткових пальців у трубках між основними пальцями свердлять по два отвори під кутом 90° до основних: один – посередині, інший – зі зміщенням на 40 мм. Додатковий палець 3 вставляють у центральний отвір і фіксують до трубки 1 за допомогою шплінта 4 (4,5 x 35), встановлюючи його через зміщений отвір. Виготовлення і монтаж додаткових пальців здійснюються безпосередньо в господарстві.



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

Рис. 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 перезволожених 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.

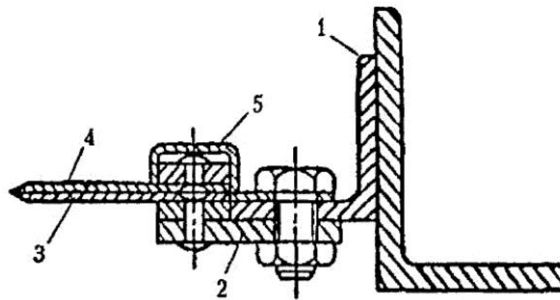


Рис. 1.3 – Переобладнання ріжучого апарату на низький зріз:

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

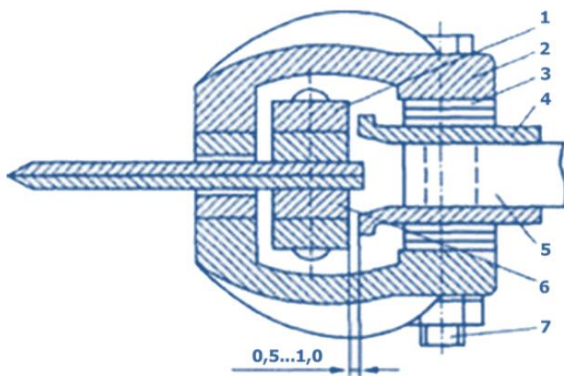


Рис. 6.1.4. Різальний апарат з двома

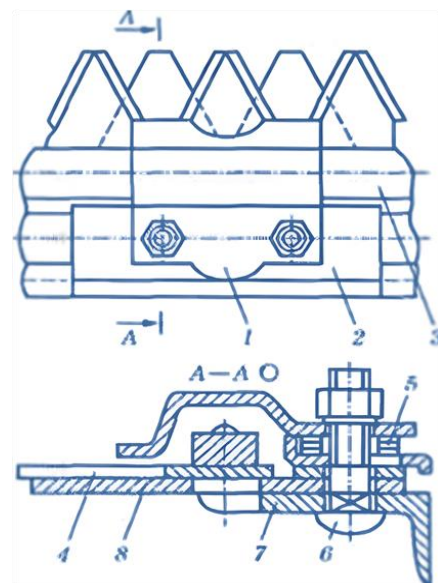


Рис. 6.1.5. Двоножовий різальний

рухомими ножами:

1 – верхній ніж; 2 – притискна лапка; 3 – регулювальні прокладки; 4 – пластина тертя; 5 – пальцьовий брус жатки; 6 – нижній ніж; 7 – болт

апарат з одним рухомим ножем:

1 – притискна лапка; 2 – пластина тертя; 3 – спинка ножа; 4 – сегмент рухомого ножа; 5 – регулювальні прокладки; 6 – болт; 7 – передній брус жатки; 8 – сегмент нерухомого ножа

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 закріплюється на пальцевому брусі замість демонтованих пальцевих секцій. Поверх нього встановлюється рухомий ніж 4, який фіксується дев'ятьма притискними лапками 5. Щоб усунути поріжок, який виникає між брусом жатки і подвійним ножем, встановлюється кожух з листової сталі. Напряму головки рухомого ножа опускають на величину зміщення верхнього ножа і кріплять до платформи жатки за допомогою перехідної пластини. Головка рухомого ножа з'єднується з коромислом приводу ножа через сполучну ланку жатки та спеціально виготовлену перехідну колодку, нижній кінець якої прикріплюється до головки ножа, а верхній – до коромисла приводу ріжучого апарату. У переобладнаному ріжучому апараті правильна збірка вважається досягнутою, коли при крайніх положеннях кривошипа сегменти рухомого і нерухомого ножів повністю співпадають.

Верхній ніж приводиться в рух за допомогою кривошипного механізму та гойдаючого коромисла, аналогічно до серійної конструкції. При експлуатації такого переобладнаного ріжучого апарату стебlopідіймачі не потрібні, однак використання ексцентрикового мотовила є обов'язковим.

Двоножевий апарат демонструє високу ефективність під час обробки вологих, заплутаних і засмічених культур із зеленими домішками. Проте через обмежену міцність двоножевого апарату робочий зазор між рухомими і

нерухомими сегментами може порушуватися, тому його рекомендується застосовувати для збирання чистих, полеглих культур.

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.

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 жнивarki.

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 жнивarki.

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 (рис. 1.4), для чого в кожній лопаті 1 свердлять отвори 3 діаметром 9 мм поруч з найближчими до кронштейнів пальцями 2.

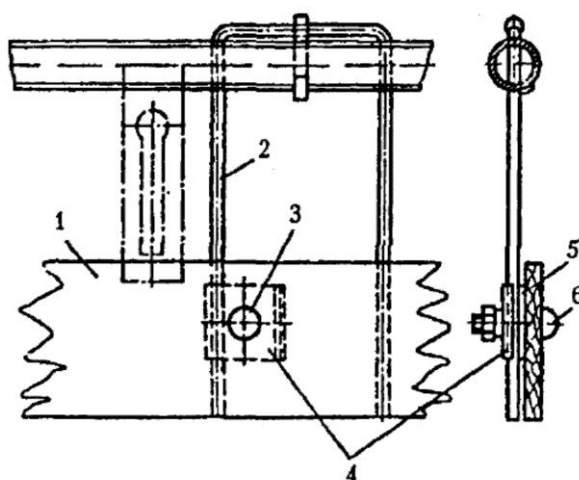


Рис. 1.4 – Кріплення лопаті мотовила до пальця граблини

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

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.

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 (Рис. 1.5). Таким чином вдається знизити висоту скошування короткостебельчастого хлібостою на 50–55 мм і знизити втрати врожаю.

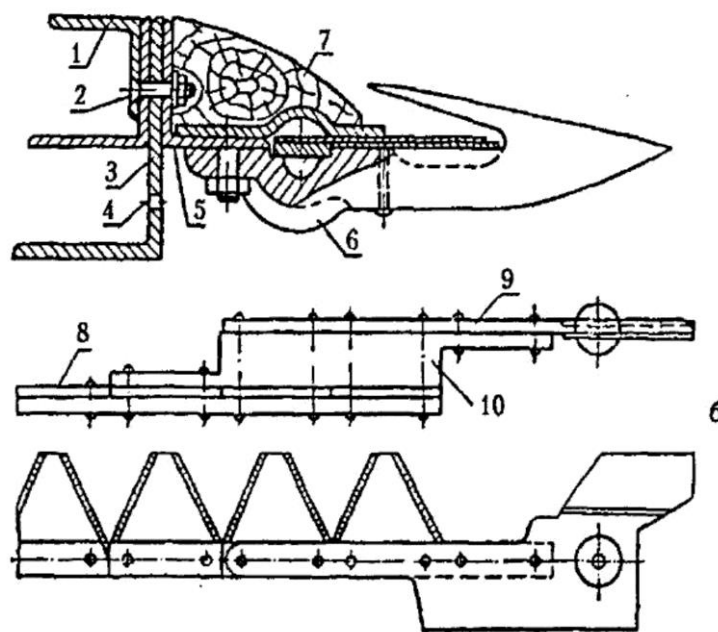


Рис. 1.5 – Переобладнаний ріжучий апарат жатки типу ЖВН:

а) поперечний розріз апарату; б) з'єднання зниженого полотна і головки ножа: 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.

При прямому комбайнуванні зрізані стебла укладаються на днище жатки відразу за ріжучим апаратом, де вони затримуються перед шнеком. Це призводить до нерівномірної подачі маси в молотарку комбайна і до збільшення втрат зерна. Щоб зменшити цю «мертву зону», за ріжучим апаратом на днище жатки встановлюють спеціальний металевий лист (рис. 1.6), а в нових моделях комбайнів передбачено профільоване днище.

Для збирання зернових культур середньої полеглості, коли зрізані стебла легко відокремлюються від незрізаних, використовується стандартне планчасте мотовило з пальцями, виготовленими зі сталевого дроту діаметром 5 мм і довжиною 150 мм.

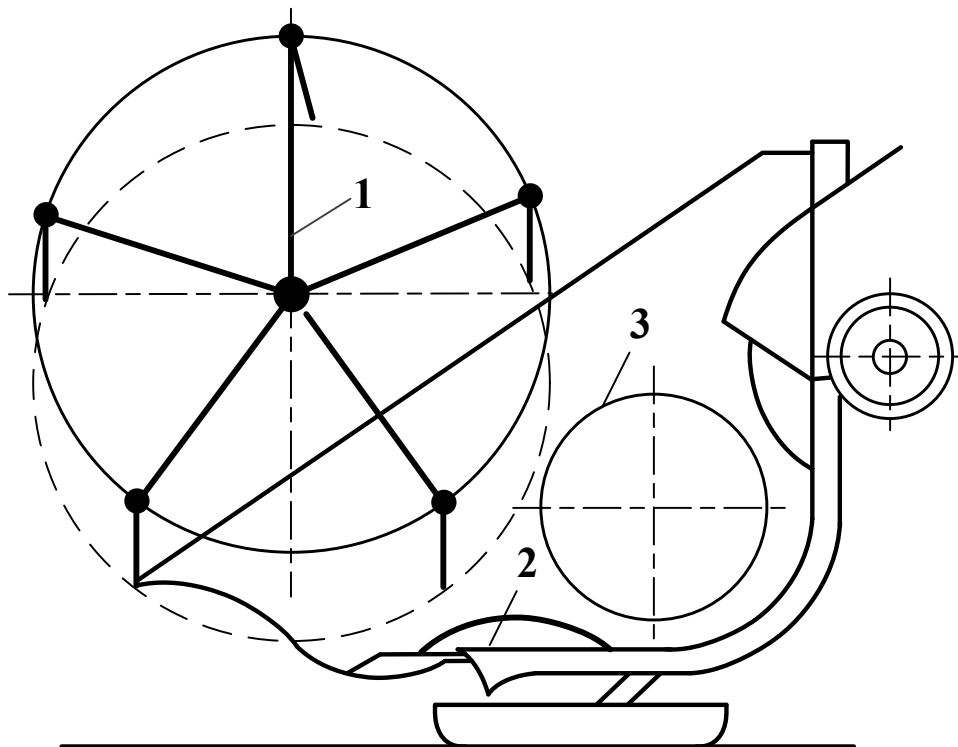


Рис. 1.6 – Схема переобладнання днища жатки

У таких країнах, як США, Канада та інші, для збирання полеглих культур застосовують жатки з ексцентриковими мотовилами, пальці яких мають вигнуту форму і відведені у зворотному напрямку по ходу жатки. При збиранні полеглих хлібів на лопаті планчастого мотовила встановлюють гачкові пальці.

Проте, використання таких спеціальних пристосувань не вирішує повністю проблеми збирання врожаю у складних умовах, і втрати зерна залишаються значними. Питання створення універсального агрегату, здатного ефективно працювати з мінімальними втратами в різних умовах, залишається актуальним.

Таким чином, проведений аналіз свідчить про активні зусилля, спрямовані на вдосконалення мотовил для збирання полеглих хлібів як у нашій країні, так і за кордоном. Це стимулює розробку нових рішень для поліпшення робочих органів мотовила, щоб визначити, яка форма, параметри та кінематичний режим є оптимальними для його використання на жатках під час скошування 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 і викладені в його роботі "Теорія збиральних машин". В цій роботі В.П. Горячкин визначив ключові залежності між конструктивними і кінематичними параметрами мотовила та станом стеблостою. На основі аналізу абсолютної траєкторії руху планок мотовила були визначені оптимальні параметри: діаметр мотовила, кількість планок, висота розташування осі мотовила та її винос відносно ріжучого апарату, а також оптимальне співвідношення окружної швидкості мотовила до поступальної швидкості комбайна, що забезпечують надійне захоплення стебел. Результати показали, що втрати врожаю мінімальні, коли планки мотовила входять у стеблостій з абсолютною швидкістю, спрямованою вертикально вниз, яка запобігає відгинанню стебел у напрямку руху комбайна.

Подальше обґрунтування способів зниження втрат врожаю через вплив робочих органів мотовила на стебла при збиранні зернових було виконане Г.Л. Терсковим і академіком І.Ф. Василенком. У своїй праці "Теорія мотовила" Г.Л.

Терсков обґрунтував залежність радіуса мотовила від довжини стебел і розташування осі мотовила відносно ріжучого апарату. Для ефективної роботи мотовила важливо, щоб планка контактувала зі стеблом не нижче його центра ваги зрізаної частини, щоб уникнути перекидання зрізаних стебел через внутрішню кромку планки.

Г.Л. Терсков також відзначив, що на якість підведення стебел планкою до ріжучого апарату впливає густина стеблостою. Для оцінки здатності мотовила захоплювати стебла, він ввів у формулу ширини ділянки стеблостою коефіцієнт стиснення стебел. На основі цього розрахунку була визначена кількість планок, необхідна для охоплення всіх зрізаних стебел. Окружна швидкість мотовила була обмежена, щоб уникнути передчасного обмолоту колосків під ударами планок.

Відзначаючи важливість впливу мотовила на стеблостій, Г.Л. Терсков також підкреслив значення рівномірного укладання зрізаних стебел на платформу жатки та очищення ріжучого апарату від залишків зрізаної маси. Однак, він не визначив конкретних залежностей 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 жатки за кутом α , який утворюється між дотичною, проведеною з кінця сегмента ножа, і відносною траєкторією планки мотовила по горизонталі. Зменшення кута α , тобто зниження висоти осі мотовила, покращує якість укладання зрізаних стебел на платформу жатки і знижує ймовірність їх спадання з ріжучого апарату.

Найбільш глибоке теоретичне дослідження взаємодії мотовила з ножем було виконане академіком М.Н. Летошневим і В.Є. Пластиніним. Вони поділили процес на три фази: фаза взаємодії планки з ножем, фаза холостого ходу ножа і фаза роботи ножа без участі мотовила. Співвідношення тривалості

цих фаз визначає рівень синхронності мотовила з ножем. У роботі також аналізуються вплив висунення осі мотовила, густота стеблостою і співвідношення окружної швидкості мотовила до поступальної швидкості комбайна на тривалість фаз процесу. Було розроблено аналітичні залежності для розрахунку оптимальних значень радіуса та максимального виносу мотовила, щоб уникнути перевищення моменту впливу планки на стебла після їх зрізання.

Зазначається, що при висуненні осі мотовила вперед за лінію ножа змінюється співвідношення фаз. Оптимальний кінематичний режим мотовила може забезпечити максимальний вплив планки на стеблестій.

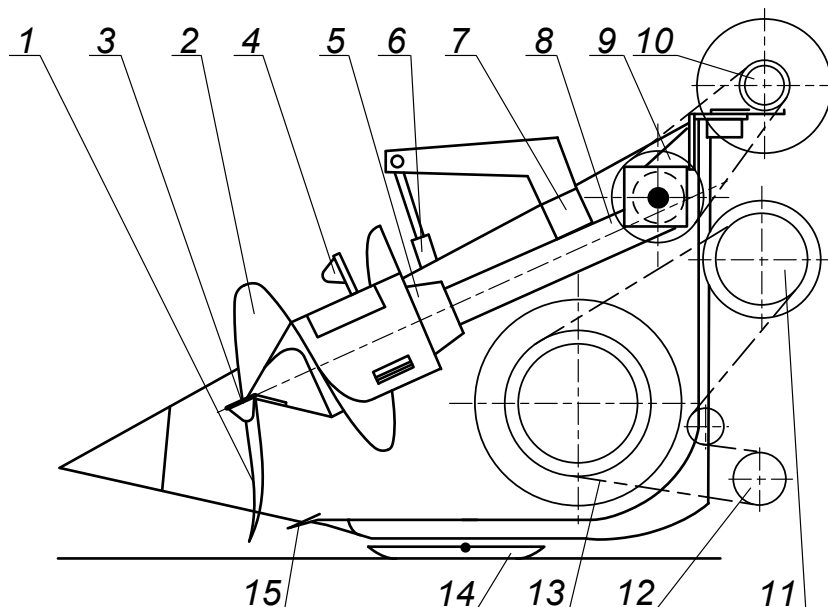
С.М. Григор'єв, вивчаючи вплив планки мотовила на густий стеблестій, нахилений вперед по ходу комбайна, зробив висновок, що максимальне висунення осі мотовила залежить від висоти, нахилу і густоти стеблостою, і для належного захоплення планками кінематичний режим мотовила не повинен бути меншим за певний рівень.

Дослідження Ф.М. Гофбауера, Ф.М. Курушина та інших також присвячені співвідношенню конструктивних параметрів мотовила і кінематичного режиму його роботи. Вони звертають особливу увагу на безударне входження робочих органів мотовила в стеблостій. В.В. Деревенко відзначає, що хоча паралелограмне мотовило є найбільш поширеним, його використання супроводжується суттєвими втратами зерна, незалежно від стану хлібостою і швидкості агрегату. Підвищення ефективності паралелограмного мотовила залишається важливим завданням.

Провівши детальні дослідження роботи крючкового пальця, в порівнянні з прямим, він приходить 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 жниварки.



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.

Рис. 1.7 – Схема гвинтового стеблорідіймача

Аналіз результатів роботи існуючих засобів механізації для скошування полеглих хлібів показав, що жодна із запропонованих схем переобладнання мотовила не може бути визнана раціональною. Вивчення теорії робочого процесу мотовила демонструє, що технологічний процес збирання полеглих зернових культур ще недостатньо досліджений, і необхідно проведення додаткових досліджень для розробки ефективніших технологічних і технічних рішень. У цьому контексті інтерес представляє пристосування, запропоноване Архиповим В.М., Семченко О.І. і Петуховою Е.С. Це пристосування –

гвинтовий стеблопідіймач (рис. 1.7), який замінює функції мотовила, забезпечуючи взаємодію з ріжучим апаратом і активний підйом стебел зернових культур.

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

2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГВИНТОВОГО СТЕБЛОПІДІЙМАЧА

2.1. Кінематика режимів роботи досліджуваного стебlopідіймача

Дослідження кінематики роботи гвинтового стебlopідіймача дозволяє визначити оптимальні режими для забезпечення якісного скошування полеглих стебел. У рамках цього аналізу було розглянуто основні кінематичні параметри, що впливають на підйом стебел, зокрема швидкість обертання гвинтового механізму та взаємодію з різальними елементами жатки.

Стебlopідіймач являє собою циліндричний ротор, на поверхню якого нанесено спіральну навивку, що в початковій зоні утворює серпоподібний наконечник (див. рис. 2.1). Основні конструктивно–технологічні та кінематичні параметри гвинтового стебlopідіймача включають: n – швидкість обертання ротору стебlopідіймача, 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;

φ – кут нахилу осі ротора стебlopідіймача, град.;

D – діаметр спіралі гвинта по зовнішньому контуру шнека, м;

d – діаметр спіралі по внутрішньому контуру гвинта, м.

Кінематичний режим, а саме швидкість обертання ротора гвинтового стебlopідіймача, є одним з ключових факторів, що впливають на його роботу. У процесі функціонування стебlopідіймача кожен елемент ротора здійснює складний рух: абсолютний рух наконечника ротора формується з двох складових – обертального (відносно осі приводу ротора) і поступального (разом із рухом комбайна вперед). Відповідно до законів теоретичної механіки, положення матеріальної точки в просторі описується 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.

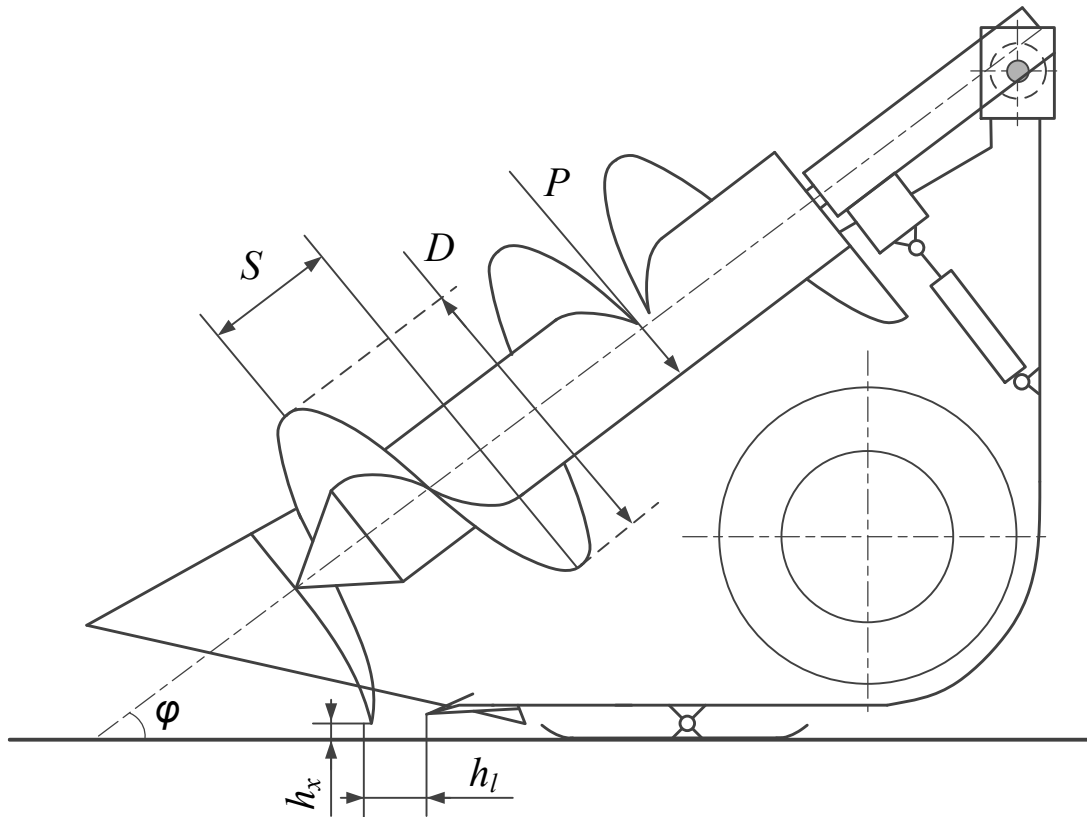


Рис. 2.1 – Конструктивно – технологічна схема гвинтового стеблорідимача

Як випливає з рисунку 2.2, при рівномірному обертальному русі точки M в площині $хоу$ з кутовою швидкістю ω 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 стебlopідіймача в абсолютному русі, що є гвинтовою лінією з кроком S .

При заданих значеннях конструктивних параметрів стебlopідіймача (R) та кінематичних режимів відносного руху (ω) та поступального (V_K), підставив у рівняння (2.4) $t = \frac{\varphi}{\omega}$, $\omega = \frac{U}{R}$, де ω – це кутова швидкість ротору (рад./с), φ – кут повороту ротору (рад), U – колова швидкість точки ротора (м/с), R – радіус ротора (м), V_K – швидкість комбайну (м/с).

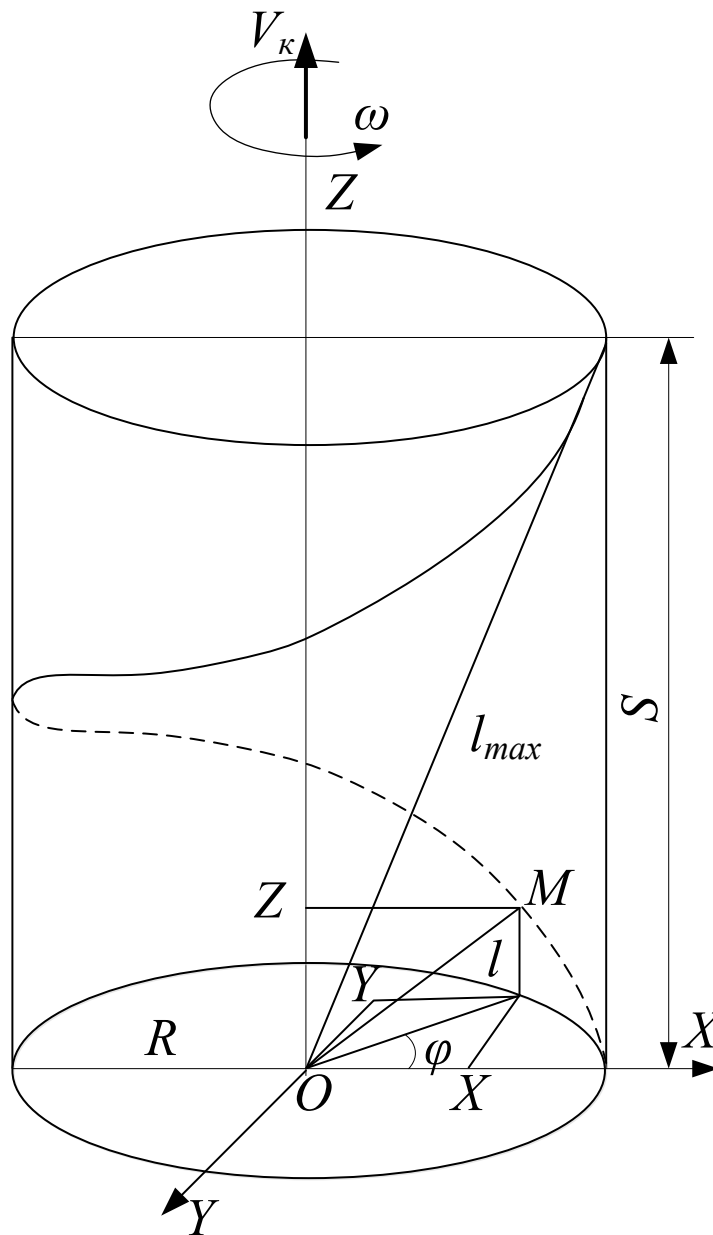


Рис. 2.2 – Траєкторія наконечника стебlopідіймача у абсолютному русі

Отримаємо рівняння абсолютного руху наконечника стеблопідіймача у вигляді

$$R^2 \left(1 + V_K^2 \varphi^2 / U^2 \right) = l^2, \quad (2.5)$$

Беручи ставлення V_K/U як показник кінематичного режиму λ отримаємо:

$$R^2 \left(1 + \lambda^2 \omega^2 \right) = l^2, \quad (2.6)$$

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

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

$$R^2 \left(1 + \frac{V_K^2 4\pi^2}{U^2} \right) = l_{max}^2, \quad (2.7)$$

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

$$S = \frac{2\pi R V_K}{U}, \quad (2.7)$$

З огляду на, що $\omega = \frac{2\pi n}{60}$ і $\omega = \frac{U}{R}$, тоді $\frac{2\pi n}{60} = \frac{U}{R}$ звідки $n = \frac{60U}{2\pi R}$,

замінюючи $U = \frac{V_K}{\lambda}$. отримуємо залежність частоти обертання стеблопідіймача

від швидкості руху комбайна

$$S = \frac{30V_K}{\pi R \lambda}, \quad (2.10)$$

де n – швидкість обертання стеблопідіймач, об/хв.;

V_k – поступальна швидкість комбайна, м/с;

R – радіус серпоподібного наконечника стеблопідіймача, м;

$\lambda = \frac{V_k}{U}$ – 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 стеблопідіймача з прямостоячим і полеглим стеблостоем

Для ефективного підйому стебел важливо враховувати їх положення відносно поверхні. Взаємодія стеблопідіймача з прямостоячими та полеглими стеблами значно впливає на якість зрізу та загальний показник збору врожаю. Відповідно, були визначені ключові параметри конструкції та режиму роботи, які сприяють зменшенню втрат і підвищенню продуктивності під час збору полеглих культур.

Наконечник стеблопідіймача, здійснюючи обертальний рух, рухається подібно до мотовила, проте існує важлива різниця. Планки мотовила обертаються і переміщуються разом із комбайном в одній площині, утворюючи плоску трохойду. Водночас наконечник стеблопідіймача обертається з коловою швидкістю і одночасно рухається поступально разом із комбайном у перпендикулярних площинах, що призводить до його руху по гвинтовій спіралі.

На основі зазначених закономірностей можна проаналізувати взаємодію робочих елементів гвинтового стеблопідіймача зі стеблостоем зернових культур. За допомогою графоаналітичного методу була побудована схема

взаємодії стеблорідмача при горизонтальному розташуванні осі ротора, а також визначена фаза контакту наконечника ротора зі стеблами рослин.

Як видно з рисунку 2.3, при повороті ротора на кут від 0 до π (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 π до 2π (180–360°), позначена на схемі у вигляді заштрихованої зони (абсолютна траєкторія від точки А до точки В).

В процесі скошування зернових культур стеблорідмач переміщається 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 стеблорідмача при різних кутах повороту ротора в зоні його активної частини процесу (від π до 2π).

Таблиця 2.1

Довжина шляху, що проходить комбайн при відношенні поступальної швидкості комбайна та окружної швидкості наконечника ротора та кутах повороту и стеблорідмача

$\frac{V_k}{U_c}$	$\varphi = 2\pi$		$\varphi = \pi$		$\varphi = \frac{\pi}{2}$		$\varphi = \frac{\pi}{3}$		$\varphi = \frac{\pi}{6}$	
	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

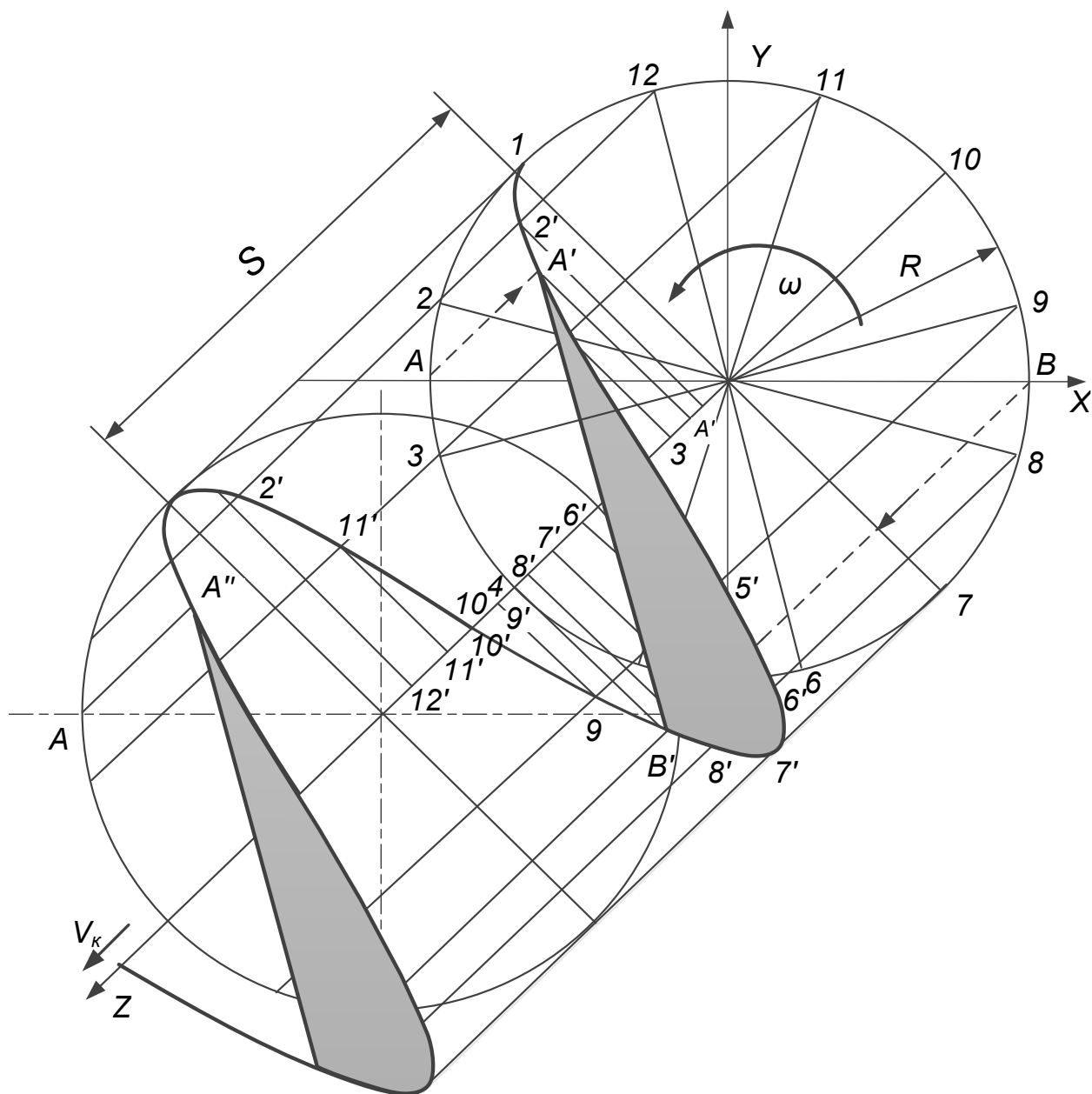


Рис. 2.3 – Схема фаз взаємодії стеблопідіймача зі скошуваним стеблостоєм

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 з наведених співвідношень, до нашого процесу вводимо поняття коефіцієнта активної дії стеблопідіймача, який визначається як

відношення кута повороту ротора під час активної фази взаємодії стеблоріддймача (в радіанах) до кута повного обертання ротора за один цикл (2π).

У табл. 2.2 подано розрахункові значення коефіцієнта активної дії стеблоріддймача залежно від різних фаз його взаємодії зі скошуваним стеблостоем.

Таблиця 2.2

Коефіцієнти активної дії стеблоріддймача у залежності від відношення швидкостей V_k / U_p при кутах повороту від π до $\frac{\pi}{6}$

$\frac{V_k}{U_p}$	π	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{6}$
	$\frac{S_1}{S_{max}}$	$\frac{S_2}{S_{max}}$	$\frac{S_3}{S_{max}}$	$\frac{S_4}{S_{max}}$
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 стеблоріддймача у залежності від поступальної швидкості комбайну при різних значеннях/

Таблиця 2.3

Колова швидкість стеблоріддймача

$V_k, \text{ м/с}$	$U = \frac{V_k}{\lambda}$					
	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

Згідно з формулою (2.11), швидкість обертання стеблорізьмача залежить від поступальної швидкості комбайна і показника кінематичного режиму, який, у цьому випадку, визначається як відношення поступальної швидкості комбайна до колової швидкості стеблорізьмача. Швидкість обертання стеблорізьмача встановлюється для заданої швидкості комбайна, але це співвідношення змінюється при зміні показника кінематичного режиму: зі зменшенням показника кінематичного режиму λ швидкість обертання стеблорізьмача зростає.

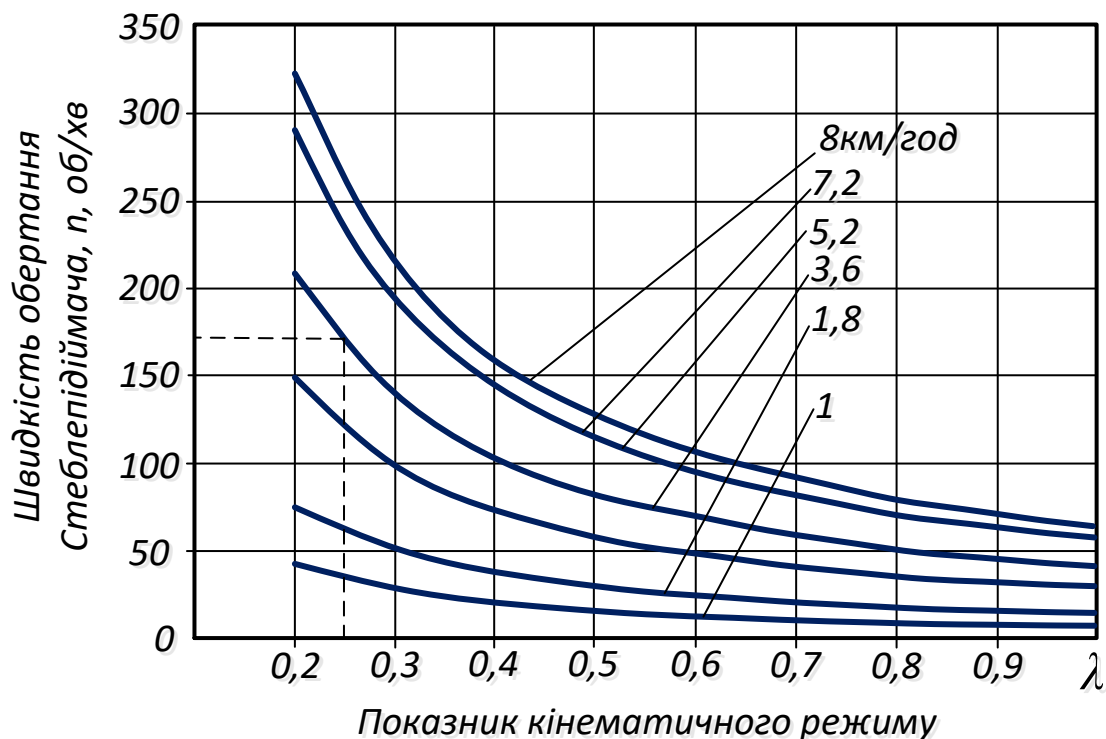


Рис. 2.4 – Залежність швидкості обертання стеблорізьмача від показника кінематичного режиму

На рисунку 2.4 показано, як частота обертання стеблорізьмача змінюється в залежності від показника кінематичного режиму при різних швидкостях руху комбайна. Дослідження встановили, що оптимальний режим роботи стеблорізьмача знаходиться в діапазоні значень показника

кінематичного режиму λ від 0,2 до 0,38, що забезпечує якісне скошування зернових культур відповідно до агротехнічних вимог.

На основі цих даних на рисунку 2.5 представлено залежність швидкості обертання стеблорідмача від поступальної швидкості комбайна.

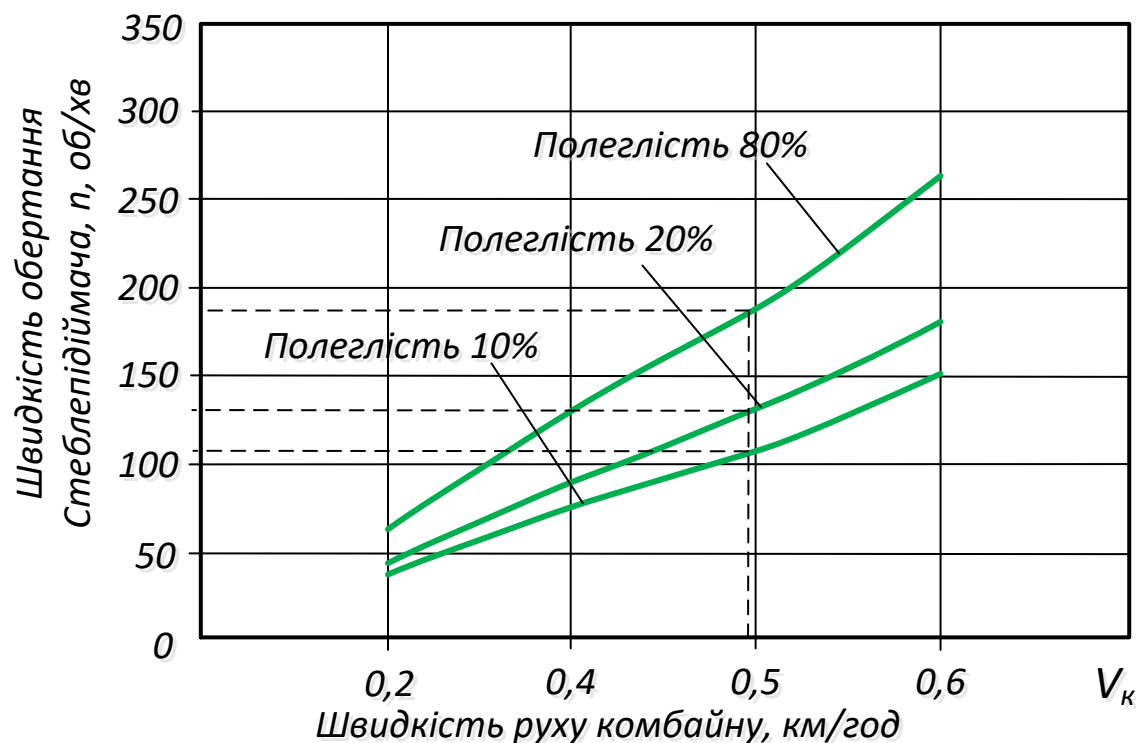


Рис. 2.5 – Залежність швидкості обертання стеблорідмача від швидкості руху комбайну

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

У таблиці 2.4 представлені розрахункові значення швидкостей обертання стеблорідмача при різних рівнях λ .

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

Таблиця 2.4

Розрахункові швидкості обертання стеблопідіймача в залежності від швидкості руху комбайну

V_k λ	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 λ при різноманітних рівнях полеглисті зернових та зернобобових культур (рис. 2.6).

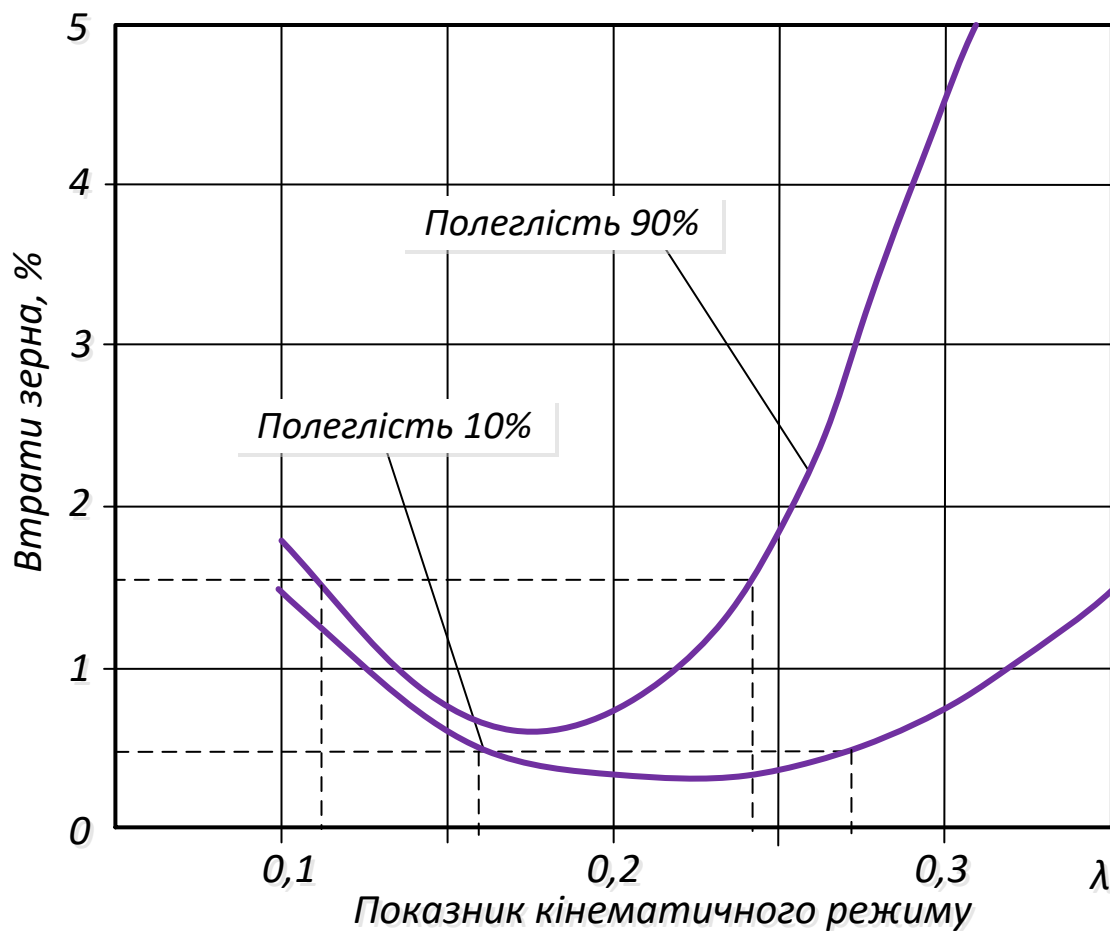


Рис. 2.6 – Залежність втрат зерна за жаткою від показника кінематичного режиму

2.3. Номограма для визначення кінематичного режиму гвинтового стеблорідіймача

Для вибору оптимальних параметрів кінематичного режиму гвинтового стеблорідіймача розроблено номограму, що дозволяє точно налаштувати режим роботи в залежності від специфічних характеристик стебел, стану поля та інших умов. Це забезпечує можливість налаштування стеблорідіймача для ефективної роботи з мінімізацією втрат.

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

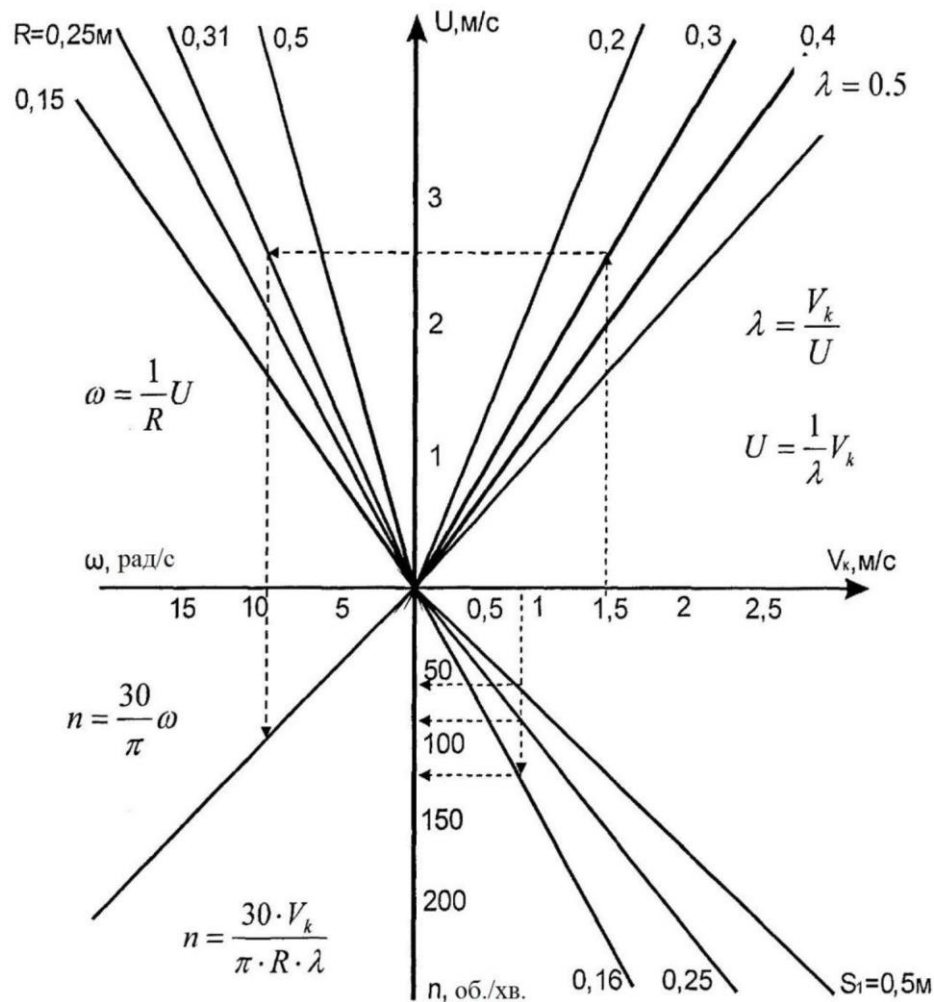


Рис. 2.7 – Номограма визначення кінематичного режиму стеблорідіймача

В першому квадранті номограми визначається колова швидкість стеблопідіймача U в залежності від поступальної швидкості комбайна V_k та показника кінематичного режиму λ . У другому квадранті, в залежності від колової швидкості і радіуса стеблопідіймача R , визначається кутова швидкість ω і далі за значенням кутової швидкості в третьому квадранті – частота обертання стеблопідіймача n .

У результаті теоретичного аналізу процесу взаємодії гвинтового стеблопідіймача з полеглим стеблостоем були визначені аналітичні залежності між кінематичними параметрами стеблопідіймача і поступальною швидкістю руху комбайна. Обґрунтовано режими роботи гвинтового стеблопідіймача, визначено оптимальний діапазон швидкостей його обертання, а також розроблено номограму для розрахунку необхідної частоти обертання стеблопідіймача залежно від поступальної швидкості комбайна. Для перевірки теоретичних результатів та уточнення оптимальних значень D параметрів необхідно провести експериментальні дослідження під час збирання зернових культур різного ступеня полеглисті.

3. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Програма досліджень

Для вирішення поставлених завдань і перевірки результатів теоретичних досліджень експериментальну роботу слід проводити за такою програмою:

1. Дослідити вплив конструктивних параметрів робочих елементів стебlopідіймача на якість скошування.
2. Визначити, як кінематичний режим роботи гвинтового стебlopідіймача та швидкість руху жатки впливають на втрати зерна при скошуванні полеглих культур.
3. Оцінити експлуатаційно–технологічні показники роботи жатки з гвинтовим стебlopідіймачем при скошуванні полеглих зернових і зернобобових культур.

3.2. Дослідження робочих органів стебlopідіймача

Блок стебlopідіймача являє собою змінний робочий елемент жатки, що заміняє ексцентрикове мотовило. Він складається з гвинтових підйомників, які включають по чотири правих і чотири лівих шнека, приводного вала, механізму приводу, опорної балки, редукторів із косозубими зубчастими колесами, а також балки підйому. Передні кінці гвинтових робочих органів мають форму серпів і встановлені так, що витки спіралей послідовно перекривають всю ширину захоплення жатки без зазорів.

Приводний вал містить редуктори з косозубими зубчастими колесами обертання правого і лівого напрямків (по чотири з кожного боку), встановлені в один ряд і передають обертальний момент безпосередньо на кожен шнек. Вали редукторів з'єднані карданною передачею. На ведених валах встановлені фланці для кріплення гвинтів, а місця з'єднання гвинтів і редукторів закриті конічними кожухами. Ведені вали порожнисті, через них проходять осі ексцентрикового механізму приводу радіальних та осьових ножів шнеків. Задні

кінці осей прикріплені до корпусів редукторів, де розміщено механізм регулювання ексцентрикового приводу ножів.

Корпуси редукторів кріпляться до верхньої балки жатки, посиленої швелером, за допомогою кронштейнів–шарнірів, вісь яких співвісна з приводними валами. На обох валах редуктора встановлено косозубі шестерні однакового розміру з правим і лівим напрямками обертання.

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 стеблорідів 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 стеблорідів включає дві ланцюгові, карданні передачі та клинопасовий варіатор для зміни швидкості обертання стеблорідів. По ширині захвату жатки типу ЖШУ–5 (5 метрів) встановлюються 8 стеблорідів і їх приводні пристрої (редуктори).

3.3. Методика проведення експериментальних досліджень жатки з гвинтовими стеблорідами

Експериментальні дослідження здійснюються з метою верифікації теоретично обґрунтованих параметрів технологічного, кінематичного та конструктивного характеру гвинтового стеблоріда, опираючись на показники якості функціональних результатів роботи жнивального обладнання. Дослідження при скошуванні полеглих зернових культур, в залежності від зміни досліджуваних факторів, бажано проводити на північному для агрофони, 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 і обліків, спрямованих на визначення висоти рослин, втрат зерна від самоосипання, співвідношення маси зерна до маси соломи, ступеня полеглості та забур'яненості поля, необхідно вздовж усього прокошу, відступивши 100 см у нескошений стеблостій, виділити десять майданчиків (по п'ять з кожного боку прокошу) за допомогою рамки розміром 50х50 см. На кожному з майданчиків усередині рамки здійснюють підрахунок природних втрат, збираючи зерно, що впало на землю. У випадково вибраних двадцяти рослин вимірюють висоту як у випрямленому, так і в природному стані. Полеглисть (С) у відсотках обчислюють за формулою

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

де τ – середня висота рослин в випрямленому стані, см;

τ_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 виконання вимірювань рослин і реєстрації втрат зерна внаслідок самоосипання на кожній дослідній ділянці зрізають усі рослини (культурні види окремо від бур'янів) та формують із них снопи. Від кожної рослини, починаючи від комлевої частини, відрізають по п'ять сегментів завдовжки по 5

см і окремо визначають масу кожного сегмента. Засміченість бур'янами на висоті зрізу встановлюють згідно з вимогами ГОСТ 20915. Після цього снопи обмолочують, зерно піддають очищенню та зважуванню.

Відношення маси зерна до маси соломи (γ_j) обчислюють за формулою

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

де q_{ej} – маса i -го снопа над i -ю висотою зрізу з урахуванням маси бур'янів, г;

q_S – маса зерна, виділеного з i -м снопу, г;

i – номер снопа (1, 2...10);

j – відповідна висота зрізу (5, 10 см).

На основі отриманих результатів обчислюється середньоарифметичне значення.

Урожайність зерна (u) під час прямого комбайнування, виражена в тоннах на гектар, визначається шляхом зважування зерна з бункера, зібраного з трьох окремих ділянок (прохід комбайна), які оброблялись у однаковому робочому режимі. Подальший розрахунок урожайності виконується за спеціальною формулою.

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

де M_z – маса бункерного зерна, т;

Z – 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

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

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

3.5. Вплив кінематичного режиму роботи робочого органу на якісні показники процесу скошування

Продуктивність комбайна оцінюють за проходами по контрольних ділянках, під час яких проводять вимірювання необхідних параметрів та відбір проб для оцінки якості роботи комбайна. Ці проходи виконуються на робочих швидкостях, що забезпечують подачу рослинної маси в діапазоні від 70% до 130% від розрахункової продуктивності. У цьому діапазоні проводять щонайменше п'ять випробувань. Комбайн під час контрольного проходу має рухатися з постійною швидкістю.

Перед початком випробувань комбайн налаштовують на оптимальний режим роботи з урахуванням умов випробувань та агротехнічних вимог до збирання конкретної культури. У порівняльних випробуваннях для всіх комбайнів встановлюється однакова висота зрізу. Під час випробувань зміна налаштувань робочих органів комбайна не допускається.

Для визначення впливу параметрів і режимів роботи гвинтового стеблорізача на якість зрізу зернових культур проводиться серія випробувань на скошуванні полеглих культур зі швидкістю комбайна від 3,6 до 7,2 км/год. Якість скошування оцінюється коефіцієнтом варіації висоти зрізу, що розраховується за спеціальною формулою.

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

де: σ_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 стеблорізача (рис. 3.1). Сімейство зазначених залежностей отриманих експериментальним шляхом дозволяє визначити оптимальні значення

показників кінематичного режиму λ . 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 стебlopідіймачами

Критерії оцінки роботи жатки з гвинтовими стебlopідіймачами включають втрати зерна через незрізані та зрізані колоски, вільне зерно, а також коефіцієнт варіації висоти стерні.

Для обліку втрат зерна за жаткою комбайна на кожному контрольному проході визначають три майданчики, де колоски обмолочують, а зібране зерно зважують. Довжина майданчика для оцінки втрат у зрізаних та незрізаних колосках має становити 1 м, для обліку вільного зерна на землі – 0,15 м. Ширина майданчиків повинна відповідати робочій ширині захвату жатки.

На кожному майданчику проводять не менше двадцяти вимірювань висоти стерні рівномірно по всій ширині захвату жатки. Після обробки зібраних проб розраховують відносні втрати зерна за відповідними 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, м²;

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 незрізану колосках, г;

f_1 – площа рамки для обліку втрат зерна в зрізаних і незрізану колосках, г;

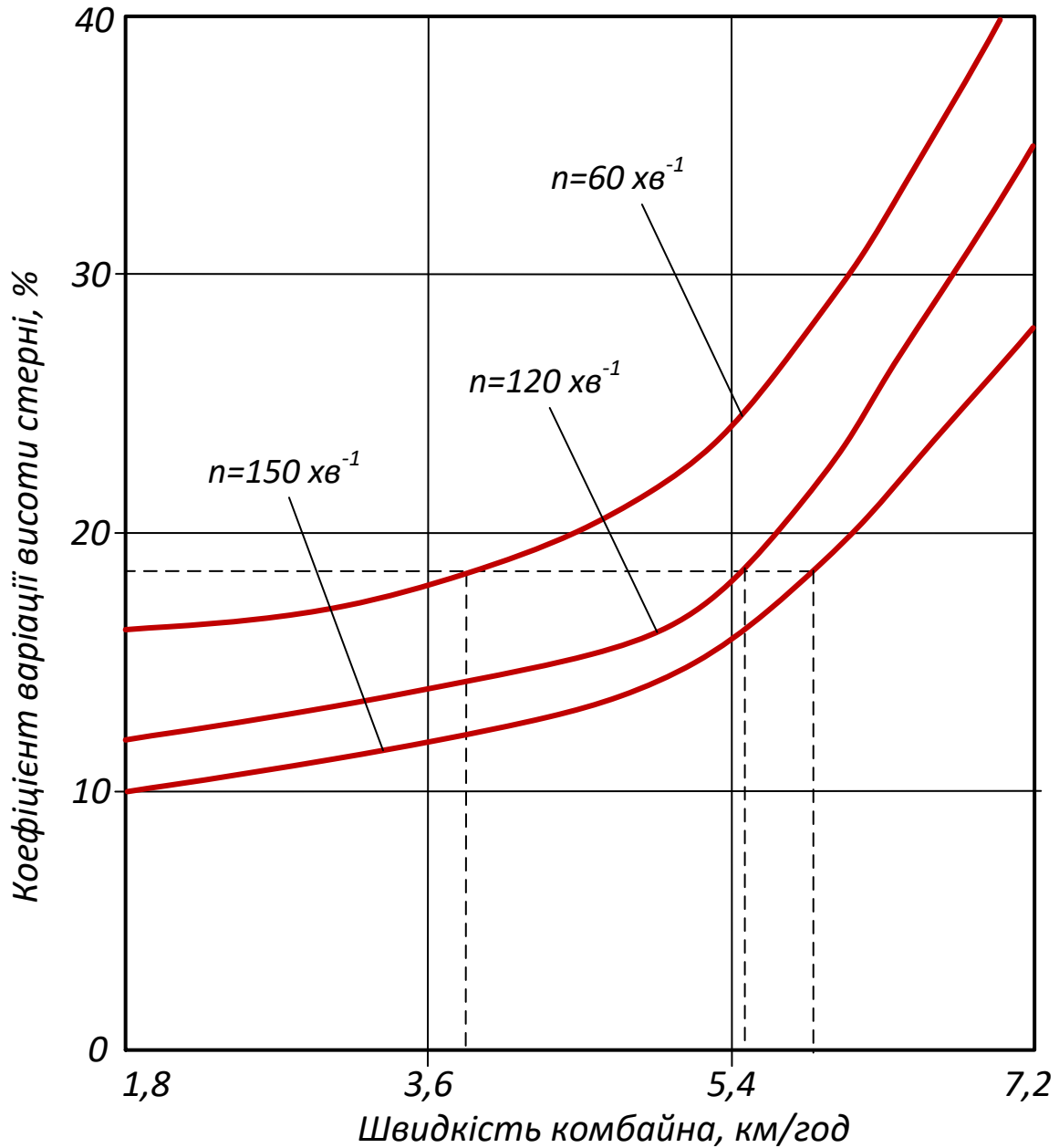


Рис. 3.1 – Залежності коефіцієнту варіації висоти стерні від швидкості комбайну
зерна в зрізаних колосках

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

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_1 – площа рамки для обліку втрат зерна на землі, м².

Сумарні втрати за жаткою комбайна становлять:

$$\Delta q_{ж} = \Delta q_n + \Delta q_k + \Delta q_c. \quad (3.12)$$

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

3.7. Оцінка експлуатаційно–технологічних показників жатки з досліджуваним робочим органом

Експлуатаційно–технологічну оцінку машин здійснюють у сільськогосподарських зонах, для яких вони призначені, з урахуванням специфічних характеристик зон, умов експлуатації та правил виконання механізованих робіт.

Функціональні випробування дослідних зразків машин охоплюють усі види робіт, для яких вони призначені, відповідно до програми випробувань. Під час контрольної зміни відтворюють режим роботи машинотракторного агрегату, визначають експлуатаційні показники та оцінюють якість виконання технологічного процесу за визначеною номенклатурою показників.

Збір даних для експлуатаційно–технологічної оцінки відбувається як під час контрольних змін, так і протягом усього 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 збираються за допомогою методу хронографії робочого часу, коли всі операції та елементи часу записуються в хронологічному порядку в формі листа спостереження.

Також допускається використовувати метод хронометражних спостережень, при якому елементи часу фіксуються шляхом вимірювання тривалості циклічно повторюваних дій, наприклад, таких як повороти, розвантаження, переведення в робоче або транспортне положення тощо. 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 лісотехнічні 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 вимог.

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 $T_{відм}$ – 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).

Дані випробувань, що підлягають обробці з використанням статистичних методів, залежно від типу агрегатів, включають такі показники: продуктивність за 1 годину основного і змінного часу, час на повороти, час технологічного обслуговування, робочу швидкість, а також витрату палива за 1 годину основного часу і на одиницю виконаної роботи.

Статистичний метод обробки цих даних передбачає:

обробку за стандартом;

визначення статистичних характеристик отриманих даних, поданих у вигляді однієї вибірки на одному фоні відповідно до стандарту, та оцінку точності середніх значень Δ , у відсотках, яка розраховується за певною формулою.

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

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

$$n = \left(\frac{tV}{\Delta} \right)^2. \quad (3.23)$$

Вказані рівні точності та довірчої ймовірності повинні бути уточнені в нормативно-технічній документації, що стосується випробувань машин конкретного типу. Оцінка різниці середніх значень показників для випробуваної та базової машин або в порівнянні з нормативним значенням здійснюється за допомогою стандартних програм для ПК.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Стан охорони праці у господарстві

В господарстві організація робіт з охорони праці здійснюється відповідно до Закону України «Про охорону праці» та інших нормативно–правових актів. На підприємстві постійно забезпечуються здорові та безпечні умови праці, за що відповідає директор, який несе загальну відповідальність за стан охорони праці.

Головний інженер, що одночасно виконує функції інженера з охорони праці, організовує контроль за дотриманням безпечних умов на всіх ділянках, відповідає за справність обладнання на підприємстві, проводить інструктажі для працівників кожні 6 місяців і щорічне 32–годинне навчання з охорони праці.

На працездатність працівників ферми впливають різноманітні фактори: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

Фізичні фактори включають: рухомі машини й механізми, запиленість і загазованість повітря, зміну температури повітря в робочій зоні, підвищений рівень шуму та вібрацій, недостатнє освітлення.

Хімічні фактори класифікуються за їх впливом на організм людини: загальнотоксичні, подразнювальні, що впливають на репродуктивну функцію.

Біологічні фактори охоплюють мікро– та макроорганізми, які можуть викликати різні захворювання.

Психофізіологічні фактори поділяються на фізичні та нервово–психічні перевантаження. Фізичні можуть бути статичними, динамічними та пов'язаними з гіподинамією. До нервово–психічних перевантажень відносяться: розумове навантаження, монотонність праці, перенапруження аналізаторів та емоційне навантаження.

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].

4.2. Проведення інструктажів з охорони праці

Усі види інструктажів проводяться за заздалегідь розробленим планом, що відповідає чинним нормам і правилам безпеки з урахуванням виробничих умов на підприємстві. Планування заходів з охорони праці включає створення плану заходів, які оформлюються угодою між адміністрацією та профспілковим комітетом [36].

Вступний інструктаж проводиться для всіх працівників та спеціалістів, які приймаються на роботу, незалежно від рівня освіти, досвіду роботи чи посади. Він також обов'язковий для відряджених, учнів і студентів, які прибули на виробниче навчання чи практику. Інструктаж проводить інженер з охорони праці, а його проведення фіксується в журналі реєстрації.

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

Повторний інструктаж проводиться індивідуально або групою кожні шість місяців за програмою інструктажу на робочому місці, щоб перевірити та зміцнити знання з охорони праці.

Позаплановий інструктаж проводять у випадках зміни правил з охорони праці, зміни технологічного процесу, модернізації обладнання або інструменту, порушення працівниками вимог безпеки, а також після перерви в роботі понад 30 діб для робіт із 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].

4.3. Управління господарством у надзвичайній ситуації

Стійкість роботи об'єкта – це здатність підприємства в умовах надзвичайних ситуацій випускати продукцію у запланованому обсязі, номенклатурі та якості, а також, у разі впливу руйнівних факторів, стихійних лих або виробничих аварій, відновити виробництво в мінімально короткі строки. Стійкість об'єкта залежить від ряду ключових факторів, зокрема:

- розташування відносно великих міст, атомних електростанцій, підприємств хімічної промисловості, гідротехнічних споруд, військових об'єктів тощо;
- природно–кліматичних умов, особливостей виробничих технологій;
- надійності захисту працівників і населення від руйнівних факторів, наслідків стихійних лих та аварій;
- надійності систем постачання усіма необхідними ресурсами (паливом, електроенергією, водою, хімічними засобами, технікою, запасними частинами тощо);
- здатності інженерно–технічних систем протистояти надзвичайним ситуаціям;
- стійкості управління виробничими процесами та цивільним захистом, психологічної готовності керівного складу, фахівців та населення діяти в екстремальних умовах;
- підготовки керівного складу та населення до виконання заходів цивільного захисту;
- масштабу і ступеня дії руйнівних факторів стихійного лиха, аварії, катастрофи чи зброї та готовності об'єкта до рятувальних та інших невідкладних робіт для відновлення виробничої діяльності [39].

Відповідальність за цивільний захист об'єкта несе голова.

Згідно зі ст. 8 Закону України "Про цивільну оборону України", керівництво підприємств, установ та організацій незалежно від форм власності та підпорядкування зобов'язане забезпечувати працівників засобами індивідуального та колективного захисту, організовувати евакуаційні заходи, створювати сили для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій і підтримувати

їх у готовності до практичних дій. Вони також повинні виконувати інші заходи цивільної оборони та нести відповідні матеріальні і фінансові витрати в порядку й обсягах, визначених законодавством [39].

Цивільний захист на фермі підсобного господарства організовується для своєчасної підготовки до захисту від наслідків надзвичайних ситуацій та оперативного проведення рятувальних і невідкладних робіт. Начальник цивільного захисту, який також є директором ліцею, несе відповідальність за постійну готовність ресурсів, за забезпечення персоналу спеціальними засобами (засоби індивідуального захисту, спецобладнання, апаратура, техніка тощо) та за навчання працівників діям у надзвичайних ситуаціях.

Забезпечення засобами радіаційного та хімічного захисту здійснюється відповідно до Порядку, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 19.08.2002, для населення і особового складу невоєнізованих формувань.

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.

5. ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАПРОПОНОВАНОГО СТЕБЛОПІДІЙМАЧА ПРИ СКОШУВАННІ ПОЛЕГЛИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Оцінка прямих експлуатаційних витрат на збирання полеглих культур за допомогою гвинтового стебlopідіймача

Збирання полеглих зернових і зернобобових культур з мінімальними витратами праці та коштів є актуальною проблемою, особливо в умовах сьогодення, коли ускладнюються умови обробітку через нестачу технічних, паливних та інших ресурсів. За нинішніх критичних обставин потрібен обґрунтований вибір технологій з низькими затратами та енергозберігаючих рішень для збирання полеглих культур.

Економічна оцінка збирання полеглих культур проводиться шляхом прямого комбайнування з використанням безмотовильної жатки ЖШУ–5, оснащеної гвинтовими стебlopідіймачами. Після скошування і обмолоту зерна відбувається його вивантаження та транспортування на стаціонарний пункт для подальшої обробки. Очікується, що економічний ефект буде досягнуто завдяки зменшенню втрат зерна за жаткою, зниженню витрат на польові операції та транспортні витрати.

Оцінка економічної ефективності збирання полеглих зернових і зернобобових культур проводиться за стандартною методикою. Ефективність жатки ЖШУ–5 порівнюватиметься з серійною жаткою, оснащеною ексцентриковим мотовилом та пристосуваннями для скошування полеглих культур. Критерієм вибору технології збирання є мінімізація прямих експлуатаційних витрат з урахуванням втрат і якості зерна, зокрема його схожості.

Прямі експлуатаційні витрати на збирання полеглих культур оцінюються за спеціальною формулою.

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

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

Π – 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_z – витрати від втрат зерна, грн./т;

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

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

Φ – 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

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

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

τ_i – 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_z – 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 $K_z = 1,829$);

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

Витрати коштів на ПММ та інші енергоресурси Γ , грн./т.

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

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

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

K_{mc} – коефіцієнт обліку вартості мастильних матеріалів (вітчизняної техніки та країн ближнього зарубіжжя $K_{mc} = 1,1$; зарубіжної $K_{mc} = 1,25$).

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

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

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:

$$T_i = D \cdot T_{\partial} \cdot K_{екс}, \quad (5.5)$$

де D – річна кількість днів використання техніки в зоні (по агросрока);

T_{∂} – тривалість робочого дня, год;

$K_{екс}$ – коефіцієнт експлуатаційного часу.

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

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

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;

τ_i – годинна оплата праці механізатора при проведенні i – того технічного обслуговування, грн./люд– год;

K_m – коефіцієнт обліку вартості матеріалів, використовуваних 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:

$$a_i = \frac{1}{T_{mv}}. \quad (5.9)$$

де T_{mv} – термін володіння технікою, років.

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

$$B_3 = \frac{X_n \cdot Y_n \cdot C_3}{100}. \quad (5.10)$$

де X_n – втрати зерна по відношенню до врожайності, %;

Y_n – врожайність зерна, т/га;

C_3 – ціна зерна (без ПДВ), грн./т.

Витрати від пошкодження зерна B_n , грн./т.

$$B_n = \frac{X_\partial \cdot Y_n \cdot (C_n - C_\partial)}{100}. \quad (5.11)$$

де X_∂ – пошкодження продукту по відношенню до врожайності, %;

C_0 – ціна пошкодженого продукту (без ПДВ), грн./т.

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

$$B_c = \frac{X_\epsilon \cdot Y_n \cdot C_n}{100}. \quad (5.12)$$

де X_ϵ – втрати схожості зерна по відношенню до урожайності зерна, %;

Y_n – урожайність зерна, т/га;

C_n – ціна схожих насінин культури (без ПДВ), грн./т.

Витрати коштів на технологічні матеріали Φ , грн./т.

$$\Phi = m_i \cdot C_{mi}. \quad (5.13)$$

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

C_{mi} – ціна i – технологічного матеріалу, грн./кг.

Трудомісткість виконання механізованих робіт Z_T люд.– год/т

$$Z_T = \frac{L}{W_{зм}}. \quad (5.14)$$

де L – кількість виробничого персоналу, чол.

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

$$E_c = (B_{нб} - B_{нН}) B_3. \quad (5.15)$$

де B_3 – 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

$$E_p = (P_\delta - P_H) B_3. \quad (5.16)$$

де P_δ , P_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 розроблених технологій у полі та на стаціонарі, визначення якості та схожості зернового насіння в лабораторії,

збору й аналізу фінансових даних у бухгалтерії господарства, а також використання нормативно–довідкових матеріалів.

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

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	128,6	141,3
3. Витрати на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн./га	З	198	204
4. Витрати на технічне обслуговування текучій та капітальний ремонт, грн./га	Р	350,0	380,0
5. Витрати на реновацію, грн./га	А _р	270,0	310,0
6. Капітальні вкладення, грн./га	К	1600,0	1909,0
7. Прямі експлуатаційні витрати, грн./га	И	1153,4	1237,7
8. Приведені витрати, грн./га	П	1243,4	1374,0
9. Економія від підвищення якості продукції, грн./га	Е	–	1357,0
10. Річний економічний ефект від експлуатації модернізованого агрегату, грн.	Е _р	–	135604,9

ВИСНОВКИ

1. Аналіз ситуації із збиранням полеглих хлібів виявив низку недоліків у конструктивних рішеннях, що використовуються. Визначено актуальний напрямок для покращення якості збирання полеглих зернових культур.

2. Розроблено конструктивно–технологічну схему гвинтового підйомника, яка усуває основні недоліки попередніх моделей і підвищує якість збирання полеглих культур.

3. Проведені математичні розрахунки дозволили визначити оптимальні кінематичні коефіцієнти, що відповідають ключовим показникам запропонованого обладнання.

4. Розроблено програму і методику для проведення експериментальних досліджень роботи комбайна, оснащеного гвинтовими стеблопідіймачами.

5. Здійснено ретельний аналіз показників охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях на підприємстві, а також надано рішення для усунення виявлених недоліків.

6. Розраховано економічну ефективність використання запропонованого обладнання, зокрема річний економічний ефект від його впровадження може скласти приблизно 135 604,9 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. <https://tripoli.land/ua/news>.
2. Комплексна механізація виробництва зерна: Навчальний посібник / В.Д.Гречкосій, М.Я.Дмитришак, Р.В.Шатров та ін.. За ред. В.Д.Гречкосія, М.Я.Дмитришака. – Київ: ТОВ «Нілан–ЛТД», 2012. – 288 с.
3. Демко О.А. Обґрунтування техніко–технологічної ефективності використання зернозбиральних комбайнів // Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук / 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва . – 2016 – 260с.
4. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / Редкол.: М.В.Зубець, В.П.Ситник, В.О.Круть та ін.. – К.: Аграрна наука, 2004. – 844 с.
5. Оптимізація комплексів машин і структури машинного парку та планування технічного сервісу / Мельник І.І., Гречкосій В.Д., Бондар С.М. [та ін.]. – К.: Видавничий центр НАУ, 2004. – 151с.
6. Примак І.Д., Єщенко В.О., Манько Ю.П. та ін. Ресурсозберігаючі технології обробітку ґрунту в сучасному землеробстві України. – КВІЦ, 2007. – 270с.
7. Іванишин В.В. Організаційно-економічні засади відтворення ефективного використання технічного потенціалу аграрного виробництва: монографія / Іванишин В.В. – К.: ННЦ ІАЕ, 2011. – 350с.
8. Наукові основи ведення зернового господарства /В.Ф. Сайко, М.Г. Лобас та ін.: За ред. В.Ф.Сайка. – К.: Урожай, 1994. – 336 с.
9. Рослинництво: підручник / С.М. Каленська, О.Я. Шевчук, М.Я. Дмитришак; за ред. О. Я. Шевчука. - К.: НАУ, 2005. - 502 с.
10. Танчик С.П., Дмитришак М.Я., Мокрієнко В.А. Технології виробництва продукції рослинництва. Підручник. – К.: Видавничий дім «Слово», 2012. – 735 с.

11. Білоусько Я.К., Бурилко А.В., Галушко В.О. та ін. Проблеми реалізації технічної політики в агропромисловому комплексі / За ред. Я.К.Білоуська. – К.: ННЦ ІАЕ, 2007. – 216с.
12. Двуреченский В.И. Возделывание зерновых культур на основе новой влагосберегающей технологии и современной техники / В.И.Двуреченский. – Костанай, 2004. – 62с.
13. Економічні аспекти державної технічної політики в агропромисловому комплексі / Я.К.Білоусько, М.Я.Дем'яненко, В.О.Пітулько, В.Л.Товстопят – К.: ННЦ ІАЕ, 2005. – 134с.
14. Зубець М.В., Гуков Я.С., Грицишин М.І. Актуальні проблеми технічної політики в аграрному секторі України. – К.: ДІА, 2007. – 80с.
15. Лихочвор В.В., Петриненко В.Ф., Іващук П.В. Зерновиробництво. – Львів: НВФ «Українські технології», 2008. – 624с.
16. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. – Львів: НВФ «Українські технології», 2006 – 730 с.
17. Проектування технологічних процесів у рослинництві: навчальний посібник / В.Д.Гречкосій, В.Д.Войтюк, Р.В.Шатров та ін. – Видавничий центр НУБіП України, 2011. – 364с.
18. Раціональні сівозміни в сучасному землеробстві: навч. посіб. / І.Д. Примак, В.Г. Рошко, Г.І. Демидась та ін.; за ред. І.Д. Примак. - Біла Церква: БДАУ, 2003. - 384 с.
19. Саблук П.Т. Технології вирощування зернових і технічних культур в умовах Лісостепу України / За ред. П.Т.Саблука, Д.І. Мазоренка, Г.Є.Мазнева. – 2-е вид., доп. – К.: ННЦ ІАЕ, 2008. – 720 с.
20. Танчик С.П. No Till і не тільки. Сучасні системи землеробства. – К.: Юні вест Медіа, 2009. – 160с.
21. Наукове забезпечення сталого розвитку сільського господарства в Поліссі України, Том 2., Кабінет Міністрів України, Національний аграрний університет. – К.: «Алефа», 2004. – 852с.

22. Машини для збирання зернових та технічних культур: посібник для підготовки фахівців із напр. «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» в аграр. вищ. навч. закл. II-IV рівнів акредитації / [Ю.Ф.Мельник, Ю.Я.Лузан, Б.К.Супіханов та ін.]; за ред. В.І.Кравчука, Ю.Ф.Мельника. – Дослідницьке, 2009. – 296с.

23. Артемов В.Є. Удосконалення технології збирання зернових колосових культур з використанням причіпного підбирача–подрібнювача соломи. Автореферат на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук. К., 2005. – 20с.

24. 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.

25. Демко С.А. Визначення впливу терміну використання зернозбиральних комбайнів на їх техніко-експлуатаційні характеристики: автореферат дисертаційної роботи на здобуття кандидата технічних наук: 05.05.11 / Демко С.А./; Київ. Національний аграрний університет. - К., 2007. - 20 с.

26. Демидко М.О. Визначення впливу техніко-експлуатаційних показників і характеристик на продуктивність зернозбиральних комбайнів /М.О. Демидко, С.А.Демко// Науковий вісник Національного аграрного університету. - 2004. - Вип.73. - С.198 -206.

27. Випробування зернозбиральних комбайнів /Г.А. Удовиченко/. Полтавський інститут АПВ ім. Вавілова// Вісн. Полт.держ. аграр. акад. -2007. - Вип.3. - С. 133 -137.

28. Войтюк В.Д. Визначення коефіцієнта відновлення ресурсу агрегатів /В.Д. Войтюк, А.А. Демко, О.В. Надточій, С.А. Демко// Науковий вісник Національного аграрного університету. - К., 2003. - Вип.60. - С. 273 -280.

29. Войтюк В.Д. Визначення експлуатаційного показника технічного стану зернозбиральних комбайнів /В.Д.Войтюк, А.А.Демко, О.В.Надточій//

Науковий вісник Національного аграрного університету. - К., 2005. - Вип. 80. ч.1. - С. 171 -177.

30. Войтюк В.Д. Вплив технічного стану зернозбиральних комбайнів на їх продуктивність /В.Д. Войтюк, А.А. Демко, О.В. Надточій, С.А. Демко// Науковий вісник Національного аграрного університету. - К., 2003. - Вип.60. - С. 128 -133.

31. Стружкін І.М. Підвищення ефективності використання зернозбиральних комбайнів // Техніка сільському господарстві. - 2008. - №2. - С. 39 - 41. - 2009. - №4. - С. 42 -43.

32. Стружкін Н.І. Динаміка математичних моделей до розрахунку параметрів зернозбиральних комбайнів //Н.І. Стружкін, Е.В. Жалнін, В.Я. Гольпянин// Техніка сільському господарстві. - 2005. - №6. - С. 31 - 34.

33. Бойко А. І. Сучасні підходи до вирішення проблем забезпечення надійності складної сільськогосподарської техніки / А. І. Бойко, М. М. Мороз, К. М. Думенко // Вісник Харківського Національного технічного університету ім. П.М. Василенка. – Х. 2010. Вип 100: Проблеми надійності машин та засобів с.г. виробництва. – С. 12-16.

34. Войтюк В.Д. Вплив строків експлуатації на модель зміни працездатності комбайнів /В.Д. Войтюк, А.А. Демко, С.А. Демко// Техніка АПК. - 2005. -№8. - С.14 -18.

35. Єрохін Г.І. Обґрунтування швидкісного режиму зернозбиральних комбайнів / Г.І. Єрохін, А.С. Решетов/ Механізація та електрифікація с.- госп-ва. - 2007. - №3. - С. 18 -20.

36. Єрохін Г.І. Вплив технологічних регулювань на втрати зерна за молотилкою комбайна ДОН-1500/Г.І. Єрохін, А.С. Решетов// Механізація та електрифікація с.- госп-ва.- 2003. - №6.- С. 18 - 21.

37. Жалнін Е.В. Розвиток вчення Горячкіна В.П. в галузі зернозбиральної техніки/Е.В. Жалнін// Техніка сільському господарстві. - 2004. - №6. - С. 23 -30.

38. Липкович Е.І. Адаптування технічного оснащення товаровиробників/Е.І. Липкович// Техніка сільському господарстві. - 2010. - №4. - С. 3 -6.

39. Липовський М.І. На шляху до нового покоління зернозбиральних комбайнів /М.І. - 2013. - №3. - С. 14 -18.

40. Ломакін С.Г. Зернозбиральні комбайни: потреби покупців – пропозиція виробників / С.Г. Ломакін/ Аграрний огляд. - 2010. - №3. – 30 - 39.

41. Кравчук В.І. Вплив умов збирання на втрати зерна за молотаркою комбайна /В.І. Кравчук, Н.Д. Занько, А.В. Лисак// Трактори та сільгоспмашини.- 2013. - №6.- С.37 - 40.

42. Лапшин П.М. Зниження динамічних навантажень механізму очищення зернозбирального комбайна /П.М. Лапшин, І.І. Маніло, А.В. Драничніков, Р.М. Широжев, О.М. Шаповалов// Механізація та електрифікація с.- госп-ва. - 2007. - №2. - С. 8 -9.

43. Маслов Г.Г. Методика комплексної оцінки ефективності порівнюваних машин/Г.Г. Маслов// Трактори та сільськогосподарські машини.- 2009. - №10. - С. 13 -16.

44. Meinx, R. Saatzeitversuche mit Winterweizen. / R. Meinx. – Bundesanst. Pflb., Wein, 2013, 14:82–92.

45. Grove–Jones, N. Grain Loss a costly problem with mechanical harvesting./ N. Grove–Jones. – Austral. Country, 1995, 39, 4; с 29–32.

46. Молодик М.В. Напрямки формування і функціонування структур технічного сервісу в агропромислового комплексі України /М.В. Молодик// Механізація и електрифікація с.- хоз-ва. - Зб. наук.праць. - Глеваха, 2004. - вип. 88. - С. 15 -22.

47. Ожерельєв В.І. Енергоємність виділення зерна із колосу /В.І. Намирів, В.В. Нікітін// Техніка в сільському господарстві. - 2013. - №4. - С. 22 -24.

48. Досвід використання зернозбиральних комбайнів ДОН-1500Б. – ІМЕСХ.: – 2001. – 32 с.

49. Орабінський В.І. Вплив режимів роботи очищення зернозбиральних комбайнів на втрати зерна // Механізація та електрифікація с.- госп-ва. - 2005. - №2.- С. 6 - 7.

50. Особов В.І. Техніка фірми CLAAS на російському ринку / В.І. Особов// Трактори та сільськогосподарські машини. - 2004. - №2. - С. 3 - 7.

51. Павлюк Р.В. Підвищення ефективності використання зернозбиральних комбайнів/Р.В. Павлюк, В.С. П'янов, А.Т. Лебедев// Механізація та електрифікація с.- госп-ва. - 2010. - №1. - С. 18 -20.

52. Паланін А.В. Оптимізація типажу, складу та структури комбайнового парку з урахуванням гнучких багатофункціональних агрегатів / О.В. Паланін// Трактори та сільгоспмашини. - 2013. - №7. - С. 52 -53.

53. Волков Г.І. Сільськогосподарська техніка у США. Стан тенденції розвитку. / Г.И. Волков. В.: - 1998.

54. Пат. 70102 Україна, Пристрій для роздільного вимірювання втрат зерна /Демко А.А, Демко О.А. Руденський А.А/. Заявник і патентотримач Національний університет біоресурсів і природокористування України. - № u 2011 13793 номер заявки, 23.11.2011 подача заявки, 25.05.2012 публікація відомостей, Бюл. №10.

55. Горячкин В.П. Зібрання творів у трьох томах. Видання .2–е. / В.П. Горячкин. – К.:Колос, 1967.

56. 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.

57. 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.

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

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

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

61. Markus Lips Weather Risk and Machinery Costs - A Monte Carlo Sumulation for the Wheat Harvest / Markus Lips, Simon Bally. - AgroscorpReckenholz - Tanicon Research Station ART, Tanicon, Switzerland. - 2007.

62. Kehayov D. Some tehnicalfspects of cut height in wheat harvest / D. Kehayov, Ch. Vezirov At. Atanasov; Agrarian University of Plovdiv, Bulgaria, University of Rouse, Rouse, Bulgaria. Agronomy Research - 2004. - №2. - P. 181 - 186.

63. Larry K. Bond, The Cost of Owning and Operating Farm Machinery - Utah / Larry K. Bond, Richard Beard ;Utah State University. U.S. Department of Agriculture. - Logan, Utah. - 1997. - P. 1 - 60.

64. Machinery Management. Estimating Farm Machinery Costs : Iowa State University. - 2001.

65. Ronald K. Taylor Harvesting Wheat /Ronald K. Taylor, Mark D. Schrock : Kansas State University, Manhattan. Department of Biological and Agricultural Engineering. - 1995.

66. Breg Butler Logistics and efficiency of grain harvest and transport systems / BregButler : Institute for Sustainable Systems and Technologies, University of South Australia. - 2009.

ДОДАТОК