

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
освітнього ступеня “Магістр”
на тему:

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО- ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РУЛОННОГО ПРЕС-ПІДБИРАЧА

Виконав: студент 2 курсу, групи МГМ-1-20
за спеціальністю 208 “Агроінженерія”

_____Строменко Нікіта
Олександрович

Керівник _____Пономаренко Наталія
Олександрівна

Рецензент _____
(підпис, прізвище та ініціали)

Дніпро 2021

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Освітній ступінь: «Магістр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Теслюк Г.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« ____ » _____ 2021 р.

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Строменко Нікіта Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

керівник роботи Пономаренко Наталія Олександрівна, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

« ____ » _____ 2021 року № _____

2. Строк подання студентом роботи 12.11.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи Огляд стану питання в галузі машинобудування та існуючих обробітку ґрунту. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити Особливості збирання незернової частини урожаю прес-підбирачами. Теоретичні дослідження рулонного прес-підбирача. Програма і методика експериментальних досліджень рулонного прес-підбирача. Результати експериментальних досліджень прес-підбирача для збирання зернових культур. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Техніко-економічна ефективність рулонного прес-підбирача. Висновки. Бібліографічний список..

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Мета і задачі досліджень. 2. Тенденції розвитку орних агрегатів. 3, 4 Теоретичні дослідження орного агрегату 5, 6. Програма, методика та обладнання експериментальних досліджень 6. Результати експериментальних досліджень 8. Практична реалізація роботи, 9. Економічні показники, 10. Висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Завдання прийняв
1	Пономаренко Н.О.		
2	Пономаренко Н.О.		
3	Пономаренко Н.О.		
4	Пономаренко Н.О.		
5			
6			
Нормоконтроль			

7. Дата видачі завдання: 20.09.2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

п/п	Назва етапів дипломного Проекту	Строк виконання етапів роботи	<i>При мітка</i>
	Аналітичний (оглядовий)	до 30.08.2021 р.	
	Теоретичний	до 10.11.2021 р.	
	Експериментальний	до 29.11.2021 р.	
	Охорона праці	до 15.12.2021 р.	
	Економічний	до 22.11.2021 р.	
	Демонстраційна частина	до 29.11.2021 р.	

Студент

(підпис)

Строменко Н. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Пономаренко Н.О.

(прізвище та ініціали)

Анотація

Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів рулонного прес-підбирача.

Магістерська робота складається зі вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 58 найменувань. Основна частина роботи викладена на 83 сторінках машинописного тексту, містить 18 рисунків і 5 таблиць.

Метою магістерської роботи є зниження втрат зерна при пресуванні хлібної маси зернових культур рулонним прес-підбирачем.

Для досягнення мети вирішено такі завдання дослідження:

1. Оптимізовано терміни збирання пшениці по хлібопекарським якостям в залежності від дозрівання культури на корені.

2. Обґрунтовано конструкцію, розроблено рулонний прес-підбирач для збирання зернових культур, який здійснює збір зернового вороху, вимолоченого в процесі пресування хлібної маси зернових культур.

3. Досліджено показники роботи рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур.

4. Досліджено хлібопекарські та посівні якості зерна пшениці, вимолоченого з рулону в процесі його формування.

5. Досліджено витрати потужності на привід додаткового обладнання для збору вимолоченого зерна в процесі пресування рулонним пресом.

6. Надано оцінку економічної ефективності результатів досліджень.

Ключові слова: конструкція, технологічний процес, рулон, прес, підбирач, хлібна маса.

Зміст

Вступ.....	8
1. Особливості збирання незернової частини урожаю прес-підбирачами.....	9
1.1. Природно-кліматичні та виробничі особливості збирання зернових культур.....	9
1.2. Аналіз способів збирання зернових колосових культур.....	14
1.2.1. Комбайнові технології збирання зернових культур.....	15
1.2.2. Технології збирання з обробкою зернових культур на стаціонарі і напівстаціонарі.....	18
1.2.3. Технології збирання зернових культур з обробкою урожаю на стаціонарно-пересувних пунктах.....	22
1.2.4. Технології збирання зернових культур з обмолотом хлібної маси з рулонів.....	24
1.2.5. Аналіз проектування процесів збирання зернових культур і фактори, що впливають на якість збирання.....	28
1.2.6. Аналіз технічних рішень, призначених для формування рулонів хлібної маси.....	29
1.3. Висновки до розділу.....	31
2. Теоретичні дослідження рулонного прес-підбирача.....	32
2.1. Дослідження впливу термінів збирання зернових культур на втрати і якість врожаю.....	32
2.2. Визначення вимолоту зерна рулонним прес-підбирачем для збирання зернових культур в процесі пресування хлібної маси.....	35
2.3. Визначення експлуатаційних показників роботи рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур.....	40
3. Програма і методика експериментальних досліджень рулонного прес-підбирача.....	45
3.1. Загальна програма експериментальних досліджень.....	45
3.2. Методика лабораторно-польових випробувань рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур.....	45

3.2.1. Методика визначення умов випробувань рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур.....	45
3.2.2. Методика визначення режимів роботи і продуктивності рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур.....	46
3.2.3. Методика визначення вимолоту зерна в процесі пресування хлібної маси в рулони.....	50
3.2.4. Методика оцінки технологічних показників якості роботи рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур.....	53
3.2.5. Методика визначення витрат потужності на привід додаткового обладнання прес-підбирача для збирання зернових культур.....	56
4. Результати експериментальних досліджень прес-підбирача для збирання зернових культур.....	60
4.1. Умови проведення випробувань рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур.....	60
4.2. Опис конструкції і принцип дії рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур.....	60
4.3. Результати визначення режимів роботи і продуктивності рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур.....	63
4.4. Результати визначення вимолоту зерна в процесі виробництва і вивантаження рулону.....	64
4.5. Результати оцінки технологічних показників якості роботи рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур.....	66
4.6. Результати визначення затрат потужності на привод додаткового обладнання до прес-підбирача для збирання зернових культур.....	70
5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	75
5.1. Аналіз стану охорони праці в господарстві.....	75
5.2. Порядок безпечного виконання робіт під час садіння картоплі картоплесадильною машиною.....	77
5.3. Організаційно - технічні заходи з охорони праці.....	77
6. Техніко-економічна ефективність рулонного прес-підбирача.....	84
Загальні висновки.....	86
Список літератури.....	87

Вступ

У нашій країні і за кордоном комбайновий спосіб збирання залишається основним. Простота виконуваних операцій, маневреність, універсальність по відношенню до збирання різних культур, висока продуктивність при сприятливих умовах забезпечують ефективне використання комбайнів.

Однак при сформованій комбайновій технології збирання створити сприятливі умови для отримання високого врожаю вдається далеко не завжди.

Разом з тим, технології збирання далеко не завжди виконують і своє основне призначення. Навіть при найбільш сприятливій для збирання погоді, втрати зерна у виробничих умовах зазвичай набагато вище допустимих. При нестійкій погоді в збиральний період втрати зерна різко зростають з одночасним погіршенням його якості. Досвід показує, що для кожної природної зони країни повинна бути розроблена своя, найбільш ефективна для даних природно-кліматичних та економічних умов технологія збирання хлібів.

З відомих технологій збирання зернових культур найбільш перспективною для кліматичних умов Лісостепу є рулонна технологія збирання зернових культур. Дана технологія, особливо в несприятливі за погодними умовами роки, дозволяє значно знизити втрати зерна і підвищити його якість. Крім того, підвищується врожайність зернових культур, росте продуктивність праці, поліпшуються умови праці, підвищується продуктивність використання незернової частини врожаю.

Збір хлібної маси зернових культур по рулонній технології здійснюється безпасовими рулонними прес-підбирачами, основним недоліком яких є великі втрати зерна. З метою усунення даного недоліку пропонується в конструкцію серійного прес-підбирача внести зміни, а саме встановити пристрій для збору зерна, вимолоченого в процесі пресування хлібної маси. Дана робота, присвячена оптимізації термінів збирання зернових культур з урахуванням хлібопекарських якостей зерна, вибору конструкції рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур і дослідженню його робочого процесу.

1. Особливості збирання незернової частини урожаю прес-підбирачами

1.1. Природно-кліматичні та виробничі особливості збирання зернових культур

Через посушливі умови осіннього періоду 2019 року та пізні строки сівби на частині площ Вінницької області сходи з'явилися лише в кінці осені та мали фазу розвитку 1-3 листки. В першу чергу це стосується посівів озимини по гірших, непарових попередниках, площі під якими складають більше 70 % (соняшник – 68 %, стерньові – 6 %, кукурудза – 6 %), тоді як під парами та горохом разом - лише 15 %.

Припинення вегетації озимих зернових культур відмічено 15 листопада, а 17 листопада відбувся перехід середньодобової температури повітря через 0°C у бік зниження – розпочався зимовий період. На цей період за даними Департаменту Дніпровської ОДА із загальної площі озимих зернових у доброму стані перебувало 37 %, у задовільному – 47 %, у незадовільному (слабкі та зріджені) – 16 %. Результати біометричного та морфологічного аналізу рослин озимих зернових культур за різних строків сівби засвідчили, що посіви оптимального строку увійшли в зиму добре розкущеними (3,2 – 4,4 пагони на рослину у пшениці, 5,0 – 6,0 пагонів у жита та тритикале), зі сформованою вторинною кореневою системою. За оптимального строку сівби по кращих попередниках (чорний та зайнятий пари, зернобобові та багаторічні трави) конус росту перебував на початку II етапу органогенезу у пшениці, на II етапі - у тритикале, що сприяло оптимальному формуванню зимостійкості, на III етапі – у жита та ячменю.

На посівах пізнього строку сівби (непарові попередники, соняшник, стерньові культури) рослини пшениці на переважній площі посіву мали один пагін та не утворили вторинних коренів, а у жита відмічався початок кущіння, окремі рослини утворили по одному вторинному кореню. Конус росту перебував на I-II етапах органогенезу. В цілому погодні умови зимового

періоду 2019-2021 на території області були задовільними для перезимівлі озимих культур. Розкущені рослини рекомендованих сортів озимих зернових культур нормально відростали, їх життєздатність становить від 95 до-98 %.

Нестійкі з нічними та денними коливаннями температур та опадами погодні умови березня 2020 року за середньої температури повітря 1,5 – 2,8°C нижче за норму сприяли процесам повільної вегетації рослин озимих культур, які знаходились у фазі весняного кушення. Одночасно, низька температура ґрунту на глибині залягання кореневої системи обмежили здатність рослин поглинати поживні речовини.

Перехід середньодобової температури повітря через +5° у бік збільшення відбувся лише 10 квітня, що на 5-10 днів пізніше середніх багаторічних строків. Слід зазначити, що знижений температурний фон квітня 2015 року подовжив період отримання сходів ярих зернових культур а також фази весняного розвитку озимих. Теплі та вологі погодні умови травня 2015 року сприяли значному прискоренню росту озимих і ярих зернових і зернобобових культур та скороченню термінів проходження ними відповідних фаз органогенезу. Лише дефіцит опадів та високі денні температури першої декади червня 2020 року призвели до зменшення запасів вологи у метровому шарі ґрунту до рівня 40-114 мм, однак, в цілому по області стан посівів є добрим та задовільним.

Враховуючи зазначені умови особлива увага повинна бути приділена проведенню збирання у стислі строки. В цьому році для кожної культури і для кожного поля повинна бути витримана своя диктатура технології. Лише за таких умов можна розраховувати на формування високого та якісного врожаю зерна.

На рисунку 1.1 представлена гістограма зміни врожайності зернових культур в господарствах Дніпропетровської області. З гістограми видно, що врожайність зернових культур по області за останні 16 років знизилася в 2 рази: з 1,64 т/га в 2004 р до 0,81 т/га в 2019 р. Причому різке її зниження доводиться на період з 2004 по 2007 роки. Далі з 2007 по 2017 роки врожайність знаходиться в межах від 0,91 до 0,64 т/га. У 2007 році середня врожайність зернових зросла до 1,51 т/га, а останні два роки перебувала на рівні 0,81-0,84 т/га.

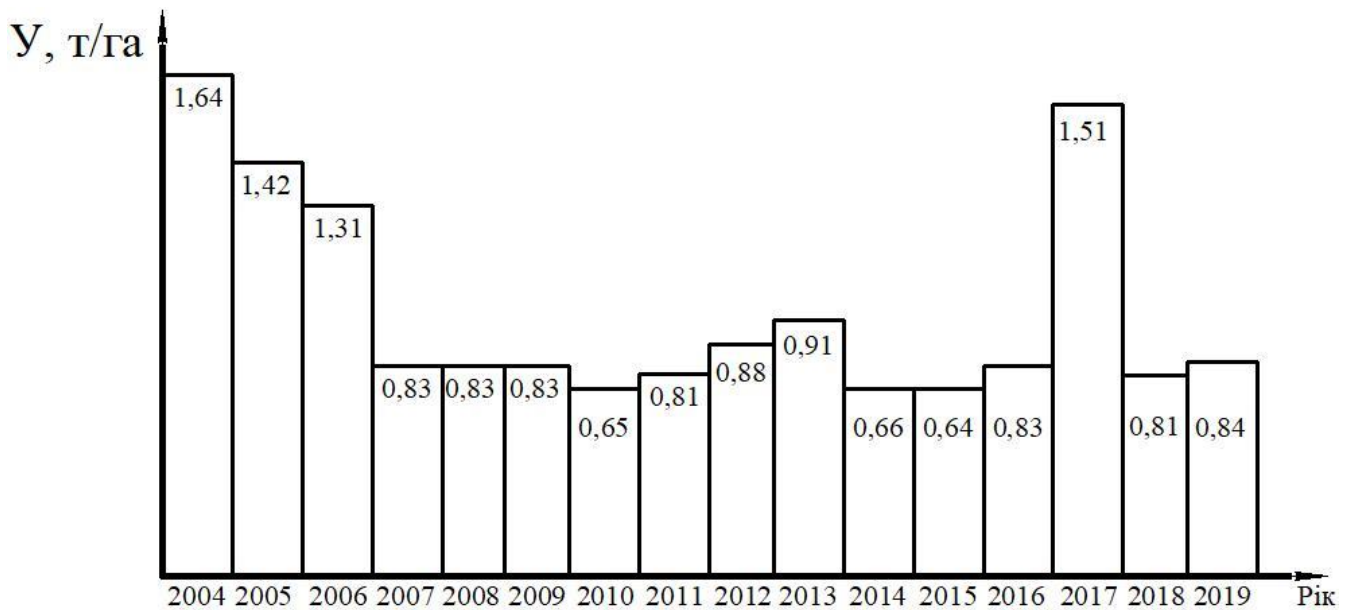


Рис. 1.1. Зміна врожайності зернових культур в господарствах Дніпропетровської області.

Область характеризується нестійким гідротермічним режимом клімату, коротким безморозним періодом, пізнім поверненням холодів навесні і раннім зниженням температур восени, через нерівномірний розподіл по періодам вегетації тепла і вологи, різкими коливаннями денних і нічних температур [3].

Літо зазвичай тепле, з помірною сухою погодою в першій половині і вологою в другій. За даними Гавришівської метеостанції з липня по вересень (період збирання зернових культур) випадає 286-350 мм опадів, що становить 66-70% річної норми. Дані обставини призводять до затягування термінів збирання зернових культур, а, отже, втрачається вирощений урожай.

Перша половина осені буває волога, тепла, а друга - суха. Тривалість безморозного періоду коливається від 90 до 202 днів. Коефіцієнт використання часу по метеоумовах 0,50-0,98.

Поля нашої області відрізняються значною довжиною гону. Поля з довжиною гону понад 1000 м складають 62% від всієї площі, 600-1000 м - 24% і менше 600 м - 14%. Кут схилу 1-3 градуси. Питомий опір при оранці 40-70 кПа. Кам'янисті не більше 9% полів, порізаність перешкодами - до 5%.

Орні землі Дніпропетровської області в основному представлені бурими лісовими, підзолисто-бурими, лугово-бурими, лугово-глейовими і лугово-чорноземними ґрунтами.

Лугово-чорноземні ґрунти найбільш родючі в області. За вмістом гумусу вони наближаються до чорноземів (від 6 до 10%) і складають основний орний фонд багатьох районів (всього близько 460 тис. га) [3].

Традиційними видами збирання, які застосовуються на полях Дніпропетровської області є пряме і роздільне комбайнування. Проведені у 2010 році дослідження динаміки дозрівання пшениці сорту «Подільська», представлені на рисунку 1.2. 3 серпня вміст в пробі зерен молочно-воскової стиглості склав 58,% воскової – 38% і повної стиглості - 4%. 6 серпня наявність зерен молочно-воскової, воскової і повної стиглості було однаковим і дорівнювала 33%.

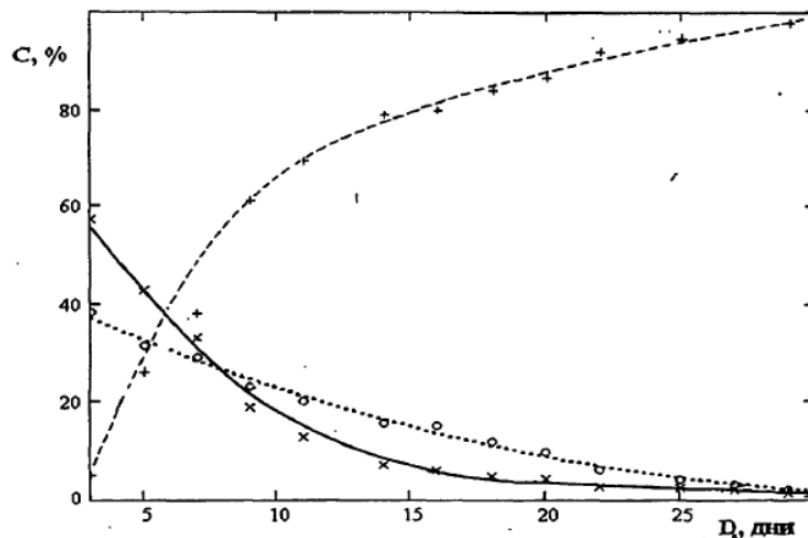


Рис. 1.2. Динаміка дозрівання пшениці:

х---х	молочно-воскова стиглість	$MC = 70,482 - 6,324d + 0,148d^2;$
о---о	воскова стиглість	$VC = 43,779 - 2,444d + 0,034d^2;$
+---+	повна стиглість	$PC = -14,262 + 8,968d - 0,182d^2.$

Однак, 20 серпня при наявності 85% зерен, які досягли повної стиглості, зустрічаються ще й зерна молочно-воскової фази стиглості - до 4%. А вміст

зерен воскової стиглості склав 11%. Це говорить про доцільність застосування роздільного способу комбайнування. Для проведення комбайнового збирання зернових культур слід враховувати не тільки спосіб збирання і природно-кліматичні умови, але й рівень оснащення господарств зернозбиральною технікою.

На рисунку 1.3 показана гістограма наявності зернозбиральних комбайнів в господарствах Дніпропетровської області по роках. Проаналізувавши гістограму, можна сказати, що кількість одиниць зернозбиральних комбайнів в господарствах Дніпропетровської області за останні 15 років знизилася більш ніж в два рази: з 5147 в 2005 році до 2210 в 2020 році.

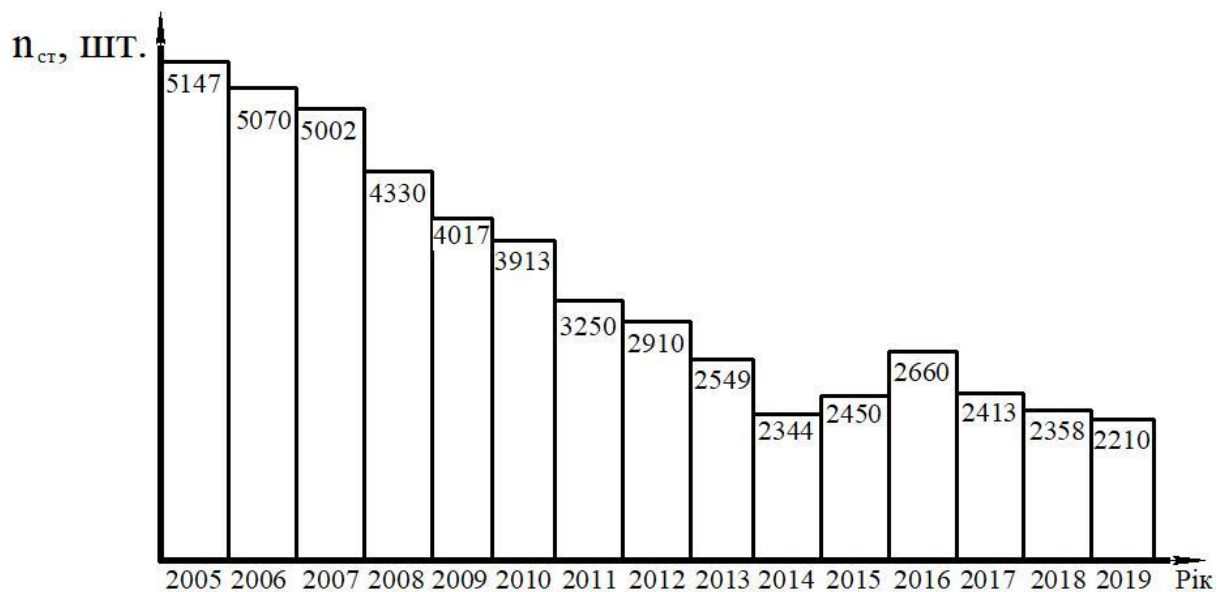


Рис. 1.3. Наявність зернозбиральних комбайнів в господарствах Дніпропетровської області.

Внаслідок зниження кількості зернозбиральних машин з року в рік відбувається поступове збільшення навантаження на обліковий зернозбиральний комбайн. На рисунку 1.4 зображена гістограма, що характеризує зміну навантаження на обліковий зернозбиральний комбайн в господарствах Дніпропетровської області за останні 15 років. З гістограми видно, що за період з 2005 по 2011 роки навантаження на обліковий комбайн збільшилася з 204 до 223 га, а далі з 2012 року спостерігається різкий стрибок, і

до 2020 року навантаження на обліковий комбайн досягла 352 га.

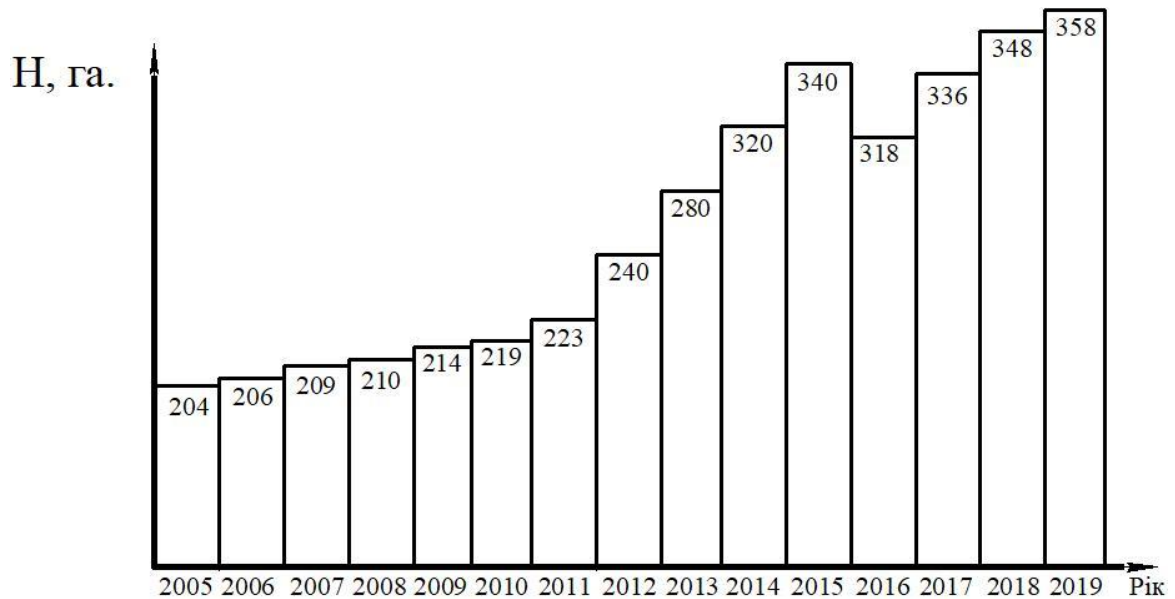


Рис. 1.4. Зміна навантаження на обліковий зернозбиральний комбайн по господарствам Дніпропетровської області.

Внаслідок тривалого (за метеоумовами) збирального періоду і слабкою забезпеченості господарств області зернозбиральною технікою втрачається вирощений урожай, товарне зерно має низькі хлібопекарські властивості, а зібраний насінневий матеріал не володіє хорошими посівними якостями.

З вищесказаного випливає, що необхідно шукати нові технологічні та технічні рішення, що дозволяють якісно і в стислі терміни при наявному парку зернозбиральної техніки збирати вирощений урожай з мінімальними втратами.

1.2. Аналіз способів збирання зернових колосових культур

На сьогоднішній день накопичено чималий досвід збирання зернових культур. Різні технологічні схеми передбачають велику різноманітність технічних засобів, операцій і прийомів збирання. Поряд з традиційними комбайновими способами збирання в даний час ведуться розробки, і впроваджується безліч нових нетрадиційних технологій, таких як збирання з обробкою всієї біологічної маси на стаціонарі і напівстаціонарі. Але поки

домінуюче значення займають комбайнові технології збирання.

Всі технології збиральних процесів можна умовно розділити на три групи: однофазна, двофазна і трифазна або багатофазна.

1.2.1. Комбайнові технології збирання зернових культур.

Пряме комбайнування (однофазна технологія збирання хлібів) застосовується на незасмічених ділянках з повністю дозрілої зерною частиною посівів, на одночасно дозріваючих посівах, а також для низькостеблових сортів.

Пряме комбайнування зазвичай починають при настанні повної стиглості зерна (вологість 18-16%) і продовжують при перестої (перезрілість), що призводить до втрат врожаю. Після досягнення повної стиглості біологічна врожайність і якість зерна на корені з кожним днем перестою помітно знижуються, оскільки посилюється випадання зерен, обламання класів, а також зменшується маса зерен, погіршуються натура, схожість і врожайні властивості, борошномельні і хлібопекарські якості [7].

Оптимальні строки збирання зернових культур складають 5 днів, а неприпустимі втрати врожаю спостерігаються вже після 10 днів з дня досягнення зерном фази повної стиглості [33].

Згідно з дослідженнями [18] збирання хлібів в середньому по країні триває не менше 25-30 днів, що призводить до втрати як мінімум 15-20% зерна.

Сучасні комбайни можуть забезпечити виконання проектних робочих характеристик тільки при збиранні сухих, повністю дозрілих хлібів з вологістю зерна 10-18%, соломи - 10-20% і вмістом бур'янів не більше 10% [18].

Підвищення вмісту в хлібостой бур'янів погіршує не тільки якість, але і продуктивність комбайна. Так, дослідями, проведеними центральної МІС встановлено, що зі збільшенням засміченості хлібостою на 10% знижується продуктивність комбайна на 12% [38].

Однією із основних переваг однофазного збирання є те, що, всі операції

об'єднані в єдину технологічну схему (процес нерозривний): скошування, обмолот, сепарування, збір зерна і соломи, а найголовнішим недоліком - великі втрати зерна.

Зусилля конструкторів і вчених, спрямовані на скорочення втрат, замикаються на удосконаленні робочих органів комбайна: збільшення ширини захвату жатки, застосуванні двоножового ріжучого апарату, подовженні клавіш соломотряса, установки двох молотильних барабанів і т.д. Поряд з поліпшенням якості збиральних робіт різко збільшується маса комбайна. У сучасних зернозбиральних машин вона дорівнює 18-20 тонн, при тиску на ґрунт понад 100 кПа [23].

Збільшення експлуатаційної маси комбайна негативно позначається на мікроструктурі ґрунту, і, отже, її родючості. Більшість сільськогосподарських машин, що входять в збирально-транспортний комплекс, випускаються на колісному ході та їх використання в період перезволоження неприпустиме, оскільки це призводить до підвищеного її зносу, великих матеріальних втрат, і головне, переущільнення і руйнування (ерозії) ґрунту. За даними літературних джерел щорічні втрати від переущільнення ґрунту на фермерських полях США досягають 1,1 млрд. доларів [29].

Сутність двофазного, роздільного способу збирання полягає в тому, що спочатку хлібну масу скошують і укладають у валок рядкові жатки, а потім після дозрівання і підсихання зерна в ньому, підбирають і обмолочують комбайном з підбирачем.

Роздільним способом збирають зернові, схильні до осипання, вилягання, засмічені і нерівномірно дозріваючі культури. Цей спосіб доцільний в певних умовах: на великих масивах степових і деяких лісостепових районів з невеликою кількістю опадів в період збиральних робіт; при густоті стеблостою 250-300 рослин на 1 м² площі; при висоті стебел не менше 60-80 см; засміченості культури не менше 250 стебел на м² [18].

Оптимальним терміном скошування хлібів у валки є середина воскової стиглості. Багато дослідників вважають, що накопичення сухих (пластичних)

речовин в зерні злаків в основному закінчується в цій фазі, і, отже, до цього часу завершується процес приросту врожаю. З цього моменту рослина не потребує ґрунтовому живленню. У зерні починають протікати внутрішні біохімічні процеси, і відбувається віддача вологи. Основні показники якості зерна (маса 1000 зерен, натура, сила росту і т.д.) до цього часу досягають максимальних значень [1].

Проведені дослідження авторами [30] доводять, що більш високу якість зерна по склоподібності, вмістом білка і хлібопекарським ознакам спостерігається саме в фазі воскової стиглості при роздільному збиранні.

Обґрунтування термінів початку проведення роздільного збирання розглядалися рядом дослідників [2].

Ряд авторів вважає оптимальними строками збирання зернових культур 5-6 днів [9], а для північно-західної зони країни 12-15 днів.

Застосування двофазного роздільного способу збирання дає можливість значно скоротити загальні строки збирання, оскільки скошування хлібів у валки в залежності від зональних умов і погоди починають на 5-10 днів раніше, ніж пряме комбайнування [23]. Це обумовлено здатністю зерна дозрівати у валках.

При прямому або роздільному комбайнуванні застосовуються різні технології збирання незернової частини врожаю: копицева, потокова і валкова [19].

Найбільш перспективним комбайновим способом збирання є збирання з обмолотом рослин на корені (очісуванням) [31]. На відміну від традиційного комбайнового способу збирання рослини спочатку обмолочуються на корені, а потім скошуються спеціалізованими комбайнами, які обладнані очісувальним пристроєм. Цей пристрій навішується на похилу камеру замість серійної жатки.

Застосування зазначеного очісувального пристрою на серійних зернозбиральних комбайнах з модернізацією молотильно-сепарувального пристрою за даними випробувань ІМЕСГ на збиранні рису з 1999 по 2002 рік підвищує їх продуктивність на 50-100% без збільшення матеріаломісткості і

енергоємності, а також знижує травмування зерна в 2-4 рази [31].

Проведений аналіз збирання хлібів, незважаючи на наявні недоліки, говорить про доцільність застосування роздільного комбайнування, що дозволяє не тільки знизити втрати зерна, підвищити його якість, почати збирання на багато раніше прямого комбайнування, а й підвищити продуктивність комбайна за рахунок більш якісного обмолоту сухої хлібної маси з валка.

1.2.2. Технології збирання з обробкою зернових культур на стаціонарі і напівстаціонарі.

На підставі вищевикладених і багатьох інших недоліків традиційних способів виникає необхідність розробки і впровадження нових технологій збирання, які передбачають значне скорочення кількості польових операцій і спрощення машин з перенесенням виконання складних процесів обробки хлібної маси на стаціонарні або напівстаціонарні пункти.

В даний час економічно підтверджено і підкріплено конструкторськими розробками кілька варіантів технологій збирання з обробкою зернових культур на стаціонарі і напівстаціонарі.

Перший представник стаціонарних індустриальних технологій - трифазна, розроблена ІМЕСГ [15]. Збиральний процес тут розділений на наступні основні фази: скошування у валки; підбір валків з подрібненням стебел і вивезенням хлібної маси на стаціонарний пункт; обробка врожаю з виділенням зерна і соломи і очищенням зерна.

Даний спосіб збирання в порівнянні з виробничим на базі самохідного комбайна КЗС-9-1 забезпечує скорочення витрат праці в 5,8 разів, експлуатаційних витрат на 45,3% [45].

В ході випробувань були відзначені наступні переваги трифазного способу збирання в порівнянні з потоковою комбайновою технологією:

- збирання всієї біологічної маси з поля здійснюється зернозбиральною машиною за один прохід, що дає можливість своєчасної підготовки ґрунту під

майбутній урожай;

- основні енергоємні операції (обмолот і сушка) переносяться на стаціонар, що робить процес обмолоту практично незалежним від погодних умов.

Поряд з перевагами з'являється і ряд істотних недоліків:

- підвищені втрати зерна за молотаркою через нерівномірну подачу хлібної маси;

- пошкодження до 5-8% зерна;

- велика потреба в транспортних засобах для вивезення врожаю з поля;

- відсутність механізмів для скиртування соломи і полови;

- незадовільні за умовами запиленості умови праці, як на мобільних, так і стаціонарних машинах [23].

Різновидом трифазної технології є індустріальна технологія збирання зернових культур.

Технологія передбачає виконання таких операцій:

- скошування; подрібнення і навантаження всього біологічного врожаю в транспортний засіб; транспортування маси на стаціонар і розвантаження її на майданчику-накопичувачі, що знаходиться під навісом; подачу маси в дозатор і конвеєрну сушилку-сепаратор;

- підсушування маси (при необхідності);

- домолочування і відділення зерна від незернової частини врожаю;

- транспортування всіх компонентів врожаю до місць складування і подальшої переробки.

Випробування технології показали, що збиральний процес може здійснюватися при значній вологості хлібостою до 55-60%, що дає можливість цілодобово збирати врожай. При цьому втрати зерна зменшуються на 0,3 т/га в порівнянні з традиційною комбайною технологією, добова продуктивність комбайнів збільшується майже в 2 рази, поле швидко звільняється від незернової частини [23].

У порівнянні з серійними комбайнами на 10-15% знижується мікропошкодження зерна, на 10-22% збільшується енергія проростання насіння,

на 11-17% - лабораторна схожість [23].

Поряд з позитивними сторонами у індустриальній технології є і негативні:

- в три рази (з 2 до 6%) зростає дроблення зерна;

- застосування стаціонарного комплексу при зміні сівозмін або при плечі перевезення понад 5 км збільшує матеріальні витрати на доставку врожаю до пункту обробки [7].

Для зон підвищеного зволоження розроблена технологія збирання «Гігрокомплекс», що включає кілька варіантів три фазної технології збирання всього біологічного врожаю.

Технологія включає в себе наступні операції: скошування та подрібнення рослинної маси; перевезення її на стаціонарний пункт; дозування маси й обробку її без попереднього підсушування двома комбайнами.

Технологія має деякі переваги перед комбайновим тільки у важких умовах збирання: при продуктивності зернозбирального комбайна 1,5-2 га на день і втрати 12-18%, вона дозволяє значно знизити втрати зерна, вивезти з поля, використовувати весь біологічний урожай і збільшити тривалість робочого дня.

Основні недоліки технології - низька продуктивність і висока собівартість продукції.

ІМЕСГ проводив дослідження технології, яка передбачає при обробці на стаціонарі складування маси в підлоговій сушарці і підсушування маси активним вентиляванням, дозування, відділення зерна і дрібних фракцій від крупної соломи, подачу дрібних фракцій і зерна у ворохоочисник, а великих - в роторний молотильний пристрій.

Проведені в цьому напрямку дослідження показали, що технологія з підсушуванням маси економічно вигідна при продуктивності сушарки 6-8 т/год (вихідна вологість маси 50, кінцева 22%) [23].

Технологія, розроблена ІМЕСГ, передбачає наступні операції: скошування біологічної маси з одночасним навантаженням її у візок без подрібнення польовою машиною; транспортування маси на стаціонарний майданчик; підсушування з дозріванням в керованих кліматичних умовах і

обмолот.

Крім дозрівання хлібної маси, позитивним тут, в порівнянні з іншими стаціонарними технологіями, є відносно невеликий шлях вивезення врожаю.

Для регіонів зі складними кліматичними умовами шведська фірма «Kockums Construction» розробила нову технологію збирання врожаю зернових і кормових культур «Kockums Agram» [23]. Сутність її полягає в тому, що весь біологічний урожай скошується, подрібнюється і транспортується в контейнерах на стаціонарний пункт для подальшої обробки. Включає вона три основних етапи: зрізування і підбирання культури; подрібнення і навантаження у змінний контейнер; перевезення подрібненої маси на стаціонарний пункт; сушку і обробку маси з кінцевим виходом зерна і кормових гранул.

Дана технологія дозволяє зробити збиральний процес безперервним протягом доби, збирати зерно з мінімальними втратами і на 25-35% підвищити збір соломи і полови. Однак у порівнянні з комбайновою дана технологія вимагає збільшення на 50% одноразових капіталовкладень, що виправдовується виходом 43,8% додаткової продукції з гектара збиральної площі [23].

Технологія збирання зернових культур «Невейка» разом з комплексом машин для її реалізації розроблено ВІМом [23].

За цією технологією хліб скошує або підбирає з валків і обмолочує мобільна уніфікована з комбайном польова машина. Потім вона подає невіяний зерновий ворох в їдучий поруч транспортний засіб, який транспортує його на стаціонарний пункт сепарації і переробки полови в кормові брикети і гранули.

На відміну від комбайнової технології «Невейка» дозволяє збирати зерно і полови в єдиному транспортному потоці, скорочуючи потребу в транспорті, запобігає втратам полови і розсіюванню по полю насіння бур'янів, дозволяє повністю зберегти кормові якості полови і раціонально її використовувати.

До недоліків технології відноситься знаходження на полях соломи, яка стримує темпи підготовки ґрунту під урожай наступного року. Не знижується і залежність збирального процесу від погодних умов: при підвищеній вологості важко виділити ворох, а накопичувати його неможливо через швидке

самонагрівання [15].

1.2.3. Технології збирання зернових культур з обробкою урожаю на стаціонарно-пересувних пунктах.

У Дніпропетровській області проводилися дослідження, направлені на вивчення крижової технології збирання зернових культур [10].

Суть її полягає ось у чому: хлібну масу скошують, збирають в невеликі снопи і укладають в крижі. Далі, після підсушування, хлібна маса в крижах підбирається і обмолочується зернозбиральними комбайнами, оснащеними спеціальними підбирачами.

Внаслідок проведених досліджень були виявлені наступні переваги крижового збирання в порівнянні з комбайновою технологією збирання:

- скорочення втрат зерна і підвищення його хлібопекарських і посівних якостей;
- незалежність збирального процесу від погодних умов;
- можливість своєчасного проведення підготовки полів під майбутній урожай.

Основним недоліком цього виду збирання є неможливість складування крижів в дощову погоду.

У Канаді і США поряд з комбайновим збиранням мала масове застосування технологія «Hard Barge» [16].

ІМЕСГом ведуться дослідження технології збирання всього біологічного врожаю зернових культур з обробкою його на краю поля, що отримала назву «стрічкової» [23].

Збиральний агрегат скошує хлібостій або підбирає з валка з одночасним завантаженням маси на поліетиленову стрічку. При русі жатки стрічка розпускається і на неї укладається зрізаний хлібостій у вигляді валка. На краю поля жатка зупиняється, стикується з безмоторним комбайном і за рахунок намотування стрічки на барабан рівномірно подає хлібну масу в молотарку.

Застосування «стрічкової» технології забезпечує збирання одночасно всієї біологічної маси, виключає переміщення по полю громіздких машин,

запобігає розсіюванню насіння бур'янів і підвищує якість збиральних робіт. Виконаний інститутом техніко-економічний аналіз показав, що в порівнянні з виробничою технологією, «стрічкова» технологія забезпечує зниження витрат праці в 3,2 і приведених витрат - в 1,8 рази.

Дана технологія не позбавлена і ряду недоліків, серед яких:

- залежність збирального процесу від погодних умов;
- жорстка взаємна залежність збирального і молотильного агрегатів;
- великі простой збиральних агрегатів;
- неможливість накопичення маси для тривалості роботи молотарки

впродовж дня, тим більше сезону.

Харківська філія УНІМЕСГа використовувала технологію, названу «Потоково-безперевалочною» [15]. Хлібостій тут скошується або підбирається з валків жаткою-навантажувачем без подрібнення стебел, одночасно завантажується в змінний візок і доставляється до самохідного молотильного агрегату, де обмолочується.

Позитивним у цій технології є те, що хлібна маса після збору в кузов вже не торкається поверхні ґрунту, що багато в чому скорочує втрати врожаю в місцях вивантаження. Потоково-безперевалочна технологія успадкувала всі недоліки стрічкової технології.

НВО «Харківсільгоспмеханізація» запропонувала технологію збирання зернових культур з обробкою маси на краю поля, що отримала назву «Копицевої» [23].

Дана технологія передбачає скошування (або підбір валків) зернових жаткою-копицеутворювачем з одночасним завантаженням хлібної маси в ємність польової машини, перевезення зібраного врожаю на край поля і укладання маси в ряд копиць, обмолот їх мобільною молотаркою, перевезення зерна і скиртування соломи.

Багаторічна перевірка технології показала, що в 1,7-2 рази знижуються втрати зерна, до мінімуму скорочується число проходів машин по стерні, скорочуються простой машин в очікуванні, створюються умови для підйому

з'ябу в ранні терміни, зменшується забур'яненість полів бур'янами.

1.2.4. Технології збирання зернових культур з обмолотом хлібної маси з рулонів.

Широке поширення в світовій практиці, особливо останнім часом, отримали рулонні прес-підбирачі. Такі машини, поряд з високою продуктивністю і низькими витратами, дозволяють повністю механізувати всі технологічні процеси. До їх переваг можна також віднести простоту і технологічність конструкції, невелика вага, незначне пошкодження пресованого матеріалу. Останнім часом найбільшого поширення в нашій країні отримали рулонні прес-підбирачі з постійною камерою пресування: ПР-200, ПР-400, ПР-Ф-750 і т.д. Ці машини відрізняються надійністю, незначними втратами пресованого матеріалу і високою щільністю пресування ($150-300 \text{ кг/м}^3$), тому можуть бути використані на збиранні зернових культур.

Литовською СГА запропоновано і досліджено рулонну технологію збирання зернових культур з обробкою хлібної маси на стаціонарі [42].

Технологія передбачає виконання таких операцій:

- скошування зернових культур і їх підбирання з валків з подальшим одночасним формуванням рулонів, після завершення їх формування виштовхуються із преса і завантажуються у візок, який після свого заповнення відчіплюється від польової машини, а на її місце приєднується інша;

- транспортування всього біологічного врожаю на стаціонарний пункт для його обробки;

- розбирання хлібної маси з рулону, її обмолот, обробка незернової частини врожаю;

Даний вид збирання забезпечує скорочення його термінів, зниження енерго - і трудовитрат.

Основним недоліком технології є великі втрати зерна при пресуванні хлібної маси в рулони і відсутність комплексу обладнання уніфікованого з серійними сільськогосподарськими машинами [57].

Спосіб збирання зернових культур розроблений ІМЕСГом [57]

передбачає скошування культури з одночасним укладанням її у валки, які потім підбирають прес-підбирачами з пресувальною камерою постійного об'єму (ПР-200, ПР-400, ПР-Ф-750 і т.д.). Далі рулони перевозять на стаціонарний пункт, де їх вентилують атмосферним або підігрітим повітрям, встановивши один на одного і закривши верхній рулон зверху заглушкою. Після сушіння рулони обмолочують.

Основні недоліки технології - великі втрати зерна при пресуванні хлібної маси і висока витрата енергії на сушку рулонів.

Відомі дослідження, де скошену і покладену у валки масу підбирають рулонним прес-підбирачем ПРП-1,6, одночасно вносять в рулони хімічні консерванти і транспортують їх на стаціонар [23] для обробки і поділу на компоненти. Після витримки хлібної маси вологість зерна і соломи в рулонах не перевищує 20% (при початковій 30-35%). Пресування урожаю виключає енергоємну операцію подрібнення хлібної маси, в три рази скорочує обсяг перевезень, а консервування економить енергію на зняття поверхневої внутрішньої вологи. Крім того, витримка маси в рулонах дозволяє зерну взяти частину поживних речовин із стебла рослини.

Аналогічні дослідження проводились і в США. Там перевірялося використання рулонного преса «Hescton-5700» на підборі маси з подальшою її консервацією. Вивчення дроблення і втрат зерна, щільності маси, витрат пального та ряду інших факторів проводилося на ячмені різної вологості зі встановленою довжиною різання частинок 1,27; 22,2; 447,0 мм і на пшениці однакової вологості. За результатами дослідження зроблено висновки, що вибір схеми збирання буде залежати від прогресу в розвитку збиральних машин, економічності використання соломи, рівня розвитку сільськогосподарського виробництва та стану з енергетичними ресурсами.

Відомий також спосіб збирання зернових культур, відмінною рисою якого є те, що формування валка скошеної маси відбувається із зосередженим розташуванням колосків в одній боковій стороні шару. Для цього на викидних вікнах жатки встановлюють пасивні вигнуті напрямні або активні

робочі органи (бітери, шнеки і т.д.). Далі валок підбирають і пресують прес-підбирачами ПРП-1,6 або ПР-Ф-750, після чого вантажать рулони у транспортні засоби за допомогою пристосування ПКУ-0,5, змонтованого на універсальному копицевозі КУН-10 і транспортують на стаціонарний пункт. Там за допомогою дискової пили від рулонів відрізають колосові частини, далі колоски потрапляють в сушарку, а потім на обмолот. Соломисту частину рулонів транспортують до місць зберігання.

Для умов Північної України розроблена комбайнова технологія і комплекс машин для рулонного збирання зернових культур. Даний спосіб збирання включає в себе комбайнову технологію в поєднанні з напівстаціонарною технологією, при якій наявні зернозбиральні комбайни використовуються в сприятливі дні, а в несприятливі для роздільного збирання і прямого комбайнування - на обмолоті рулонів, сформованих одночасно з комбайновим збиранням при вологості культур, що забезпечує збереження зерна в рулонах.

Поряд з вищевикладеними технологіями, як в нашій країні, так і за кордоном є безліч розробок, що стосуються нетрадиційних способів збирання [53]. Всі вони в тій чи іншій мірі можуть бути використані на полях країни. Однак перспективну для зони технологію збирання слід вибирати з урахуванням основних чинників: погодних умов, вимог до збирального процесу і зернового виробництва, матеріально-технічних і кадрових можливостей господарств. Перш за все, потрібно домагатися найбільш повної відповідності технології зональним вимогам.

Найбільш перспективною технологією, що дозволяє в стислі терміни з мінімальними втратами провести збирання зернових культур, є рулонна технологія з використанням безпасових рулонних прес-підбирачів (рис. 1.5).

Сутність запропонованої технології полягає в наступному: з настанням фази воскової стиглості культура скошується зернозбиральними комбайнами обладнаними валковими жатками. Далі після підсушування валків частина хлібної маси обмолочується комбайнами, оснащеними підбирачами валків, а

частина пресується в рулони прес-підбирачами для збирання зернових культур з метою зниження втрат зерна безпасові прес-підбирачами типу ПР-200; ПФ-200; ПР-400; ПР-Ф-750. Одночасно з пресуванням вимолоченого з рулонів зернового вороху перевантажується в змінний візок 2ПТС-4-887Б і транспортується тракторами тягового класу 0,9-1,4 т на зерноочисні пункти. Рулони або залишаються в місцях вивантаження, або вантажаться в транспортний засіб і перевозяться на край поля. Навантаження рулонів у візок 2ПТС-6 здійснюється навантажувачами ПКУ-0,8 або ПФ-0,5 з пристосуванням ПТ-Ф-500. Транспортування візків здійснюється тракторами тягового класу 1,4 т.

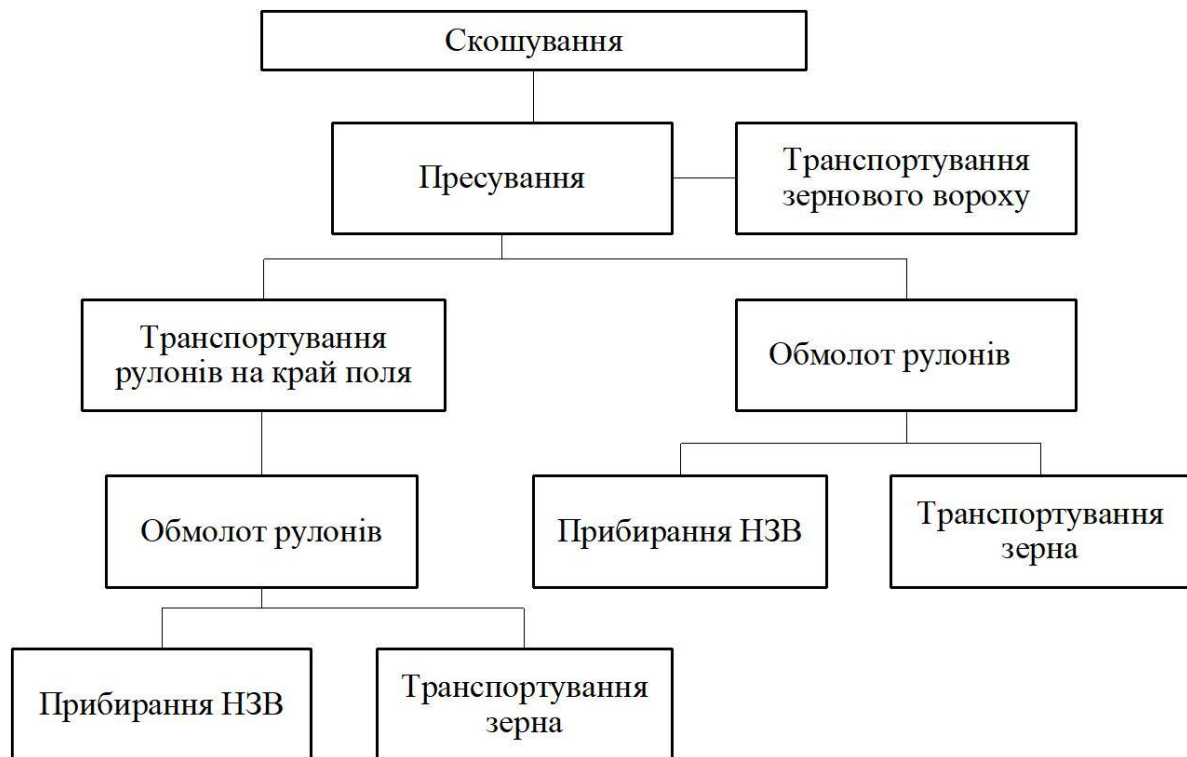


Рис. 1.5. Рулонна технологія збирання зернових культур.

У несприятливій для прямого або роздільного комбайнування дні зернозбиральні комбайни обладнуються розмотувальниками рулонів і виконують обмолот рулонів. Обмолочене зерно перевантажується в автомобілі, або в візки 2ПТС-4-887Б в агрегаті з тракторами класу 0,9-1,4 т і транспортується на зернопункти.

Кінцевою операцією запропонованої технології є збирання НЗВ, що

здійснюється за копицевою схемою.

1.2.5. Аналіз проектування процесів збирання зернових культур і фактори, що впливають на якість збирання.

За основу при проектуванні збирального процесу бралися розміри площ, зайняті зерновими культурами, терміни початку і кінця збирання з урахуванням агровимог і природно-кліматичних умов. Основним критерієм при виборі зернозбиральної машини є пропускна здатність, яка визначається швидкістю руху, шириною захвату агрегату та іншими показниками.

На пропускну здатність, а, отже, і продуктивність зернозбиральної машини згідно з проведеними дослідженнями [5, 6] великий вплив робить вологість зерна, стебел і їх вагове співвідношення. Зменшення або збільшення вагового співвідношення досягається за рахунок скошування на різній висоті стебла культури. Вченими проводилися дослідження зі створення технічних засобів з скошування хлібної маси зернових культур на високому рівні зрізу.

Однак підвищення продуктивності збирального процесу за рахунок високого рівня зрізу зернових культур можливе лише в технологіях, що передбачають обмолот скошеної маси врожаю в стаціонарних умовах [4].

Вибір оптимальних термінів скошування у валки і їх обмолот є першочерговим завданням зниження втрат зерна при збиранні зернових культур. Максимальний біологічний урожай зернових культур спостерігається у фазі воскової стиглості зерна [2]. В залежності від зони зростання зернових культур період воскової стиглості обмежується 6-8 днями.

Крім біологічних і прямих втрат має місце наявність непрямих втрат, що викликаються мікро- та макропошкодженнями в межах 19,7-58,2%. Відомо, що пошкодження зерна викликає зниження його посівних якостей. Так за даними І.Г. Страна [52] при мікротравмуванні 1% насіння польова схожість знижується на 1%, при цьому збір зерна зменшується на 0,005 т/га, а при висіві 21 млн. т. насіння в ґрунт баластом лягає 4,2 млн. т зерна, при цьому недобір врожаю ставить 17,5 млн.т. зерна. За даними А.Д. Логіна [37] зменшення польової схожості тільки на 10% збільшує потребу в насінні в цілому по країні на 1,5-2,0

млн. т.

Великий вплив на посівні і хлібопекарські якості зерна чинять строки збирання зернових культур [8]. За даними А.Г. Баштового [8] найбільшу схожість і енергію проростання має зерно пшениці в фазі тістоподібної і повної стиглості. Через сім днів після досягнення зерном фази повної стиглості енергія проростання і схожість знижуються на 4%.

Дані Р.В. Рукосуева [44] свідчать про досягнення максимальної кількості клейковини в зерні при настанні фази повної стиглості. Так для сорту ярої пшениці «Подольнка» при повній стиглості зерна кількість клейковини склала 36,9%, а через п'ятнадцять діб після досягнення культурою фази повної стиглості знизилася до 35,1%.

При виборі технології збирання необхідно враховувати природно-кліматичні умови збирального періоду. Питанню впливу погодних умов на тривалість і якість збирання присвячений ряд робіт [43].

1.2.6. Аналіз технічних рішень, призначених для формування рулонів хлібної маси.

Пресування сільськогосподарських матеріалів може здійснюватися як в прямокутні, так і в циліндричні поковки поршневыми або рулонними прес-підбирачами.

Проведеними рядом авторів [45, 52] дослідженнями встановлено, що при пресуванні зернових культур поршневыми прес-підбирачами спостерігаються неприпустимі втрати і травмування зерна пресованої хлібної маси.

Широке поширення в світовій практиці отримали рулонні прес-підбирачі. Такі машини разом з високою продуктивністю і низькими витратами, дозволяють повністю механізувати всі технологічні процеси. До їх переваг можна також віднести простоту і технологічність конструкції, невелика вага, незначне пошкодження пресованого матеріалу.

При формуванні рулонів на поверхні поля валок, що лежить на стерні, підхоплює вертикально розташований біля задньої стінки прес-підбирача

ланцюгово-планчатий транспортер, який згортає його в рулон.

Недоліками цього принципу роботи є великі втрати матеріалу в процесі формування і засмічення пресованого матеріалу землею.

При роботі рулонного прес-підбирача з пресувальною камерою змінного об'єму хлібна маса подається в камеру, утворену гілками нескінченних пасів, що рухаються назустріч один одному. За рахунок зустрічного руху пасів утворюється основа рулону, на яку згодом навертається рулон, причому процес пресування супроводжується великими втратами. Щільність маси в шарах рулону однакова, що негативно позначається на збереженні хлібної маси.

Поширеною вітчизняною машиною, що здійснює пресування в камері змінного об'єму, є прес-підбирач ПРП-1,6,

Відомий і ряд вдосконалених машин на базі вищезазначених серійних [56, 58] та ін. Основними недоліками прес-підбирачів з пресувальною камерою змінного об'єму є великі втрати і отримання рулонів з постійною щільністю пресування, що негативно позначається на зберіганні маси в рулоні.

При роботі прес-підбирача з камерою пресування постійного об'єму, пресований матеріал, що подається в камеру, накопичується там до тих пір, поки не заповнить весь об'єм, і ланцюгово-планчаті транспортери не приведуть його в обертальний рух. Далі шари матеріалу, що надходять з підбирача наворачуються на утворений сердечник, стискає його, при цьому сердечник має невисоку щільність, а зовнішні шари високу. Це дозволяє хлібній масі досихати, перебуваючи безпосередньо в рулоні. Крім того, рулони можуть тривалий час перебувати в полі, під відкритим небом. Дані обставини обумовлюють можливість застосування цих машин на збиранні зернових культур. Однак збереження хлібної маси в рулонах в природних умовах можливе лише в тому випадку, якщо вологість зерна і соломи при пресуванні не перевищує 28 і 30% відповідно.

Для забезпечення швидкого та рівномірного досушування хлібної маси в рулонах деякими авторами пропонується використовувати на збиранні прес-підбирач, який формує рулони з центральним осьовим отвором, за яким в

процесі сушіння циркулює підігріте повітря [55].

Існує ряд розробок, спрямованих на зниження втрат пресованого матеріалу. Причому дана мета може бути досягнута або установкою в нижній частині пресувальної камери піддонів різної конструкції [54], або застосуванням окремої нижньої секції пресувальної камери, встановленої з можливістю повороту навколо горизонтальної осі для вивантаження рулонів.

НДІ механізації та електрифікації сільського господарства, розроблено пристосування до прес-підбирач ПР-Ф-750 для підбору валків зернових культур. Дана розробка дозволяє удосконалювати технічний процес підбору хлібної маси, подачі її в пресувальну камеру і пресування в рулон.

1.3. Висновки до розділу

На підставі проведеного аналізу літературних джерел метою роботи є зниження втрат зерна при пресуванні хлібної маси зернових культур рулонним прес-підбирачем. В якості робочої гіпотези висловлені наступні пропозиції:

Конструкція прес-підбирача для збирання зернових культур повинна бути уніфікована з серійними агрегатами прес-підбирачів та сільськогосподарських машин, а також повинна забезпечувати найменші пошкодження зернової і незернової частини врожаю.

Основними факторами, що впливають на вимолот зерна з рулонів і втрати зернової і незернової частин врожаю за прес-підбирачем для збирання зернових культур, є: щільність пресування рулонів; вологість пресованої хлібної маси і подача її в пресувальну камеру.

Зерно, що вимолочене з рулонів в процесі їх формування, має кращі хлібопекарські та посівні якості, а також велику масу 1000 зерен в порівнянні з зерном, обмолоченим з рулонів.

2. Теоретичні дослідження технологічного процесу рулонного прес-підбирача

2.1. Дослідження впливу термінів збирання зернових культур на втрати і якість врожаю

В силу специфічних умов втрати при збиранні зернових культур в Лісостепі суттєві, тому як на період дозрівання і збирання хлібів (на липень-серпень) припадає випадання значної кількості опадів, що становить близько 55% річної норми. Зі збільшенням термінів збирання відбувається зміна врожайності і якісних показників зерна: схожості, енергії проростання, маси 1000 зерен, вмісту клейковини і групи її якості [25].

Всі ці зміни можна уявити як суму втрат в залежності від термінів збирання

$$\sum_{i=0}^t \Delta U_{zi} = \sum_{i=0}^t \Delta U_{zi\phi} + \sum_{i=0}^t \Delta U_{ziM} + \sum_{i=0}^t \Delta U_{ziKK}, \quad (2.1)$$

де ΔU_{zi} - втрати зерна в залежності від термінів збирання, грн./га;

$\Delta U_{zi\phi}$ - втрати, що враховують зміну схожості зерна в залежності від термінів збирання, грн./га;

ΔU_{ziM} - втрати, що враховують зміну маси 1000 зерен в залежності від термінів збирання, грн./га;

ΔU_{ziKK} - втрати, що враховують зміну хлібопекарських якостей зерна пшениці залежно від термінів збирання, грн./га;

t - кількість днів збирання.

Для визначення втрат зерна в залежності від строків збирання $\sum_{i=0}^i \Delta U_{zi}$,

грн./га, відома формула [8], що має такий вигляд:

$$\sum_{i=0}^i \Delta U_{zi} = 10^{-5} \cdot U_0 \cdot n_z \cdot n_c \cdot \left[10^{-2} \cdot \left(\sum_{i=0}^k \sum_{i=0}^6 K_{i\phi} \cdot B_i - K_{i\phi} \cdot B_{\min} \right) \cdot \left(\sum_{i=0}^t M_i - M_{\min} \right) + \left(M_{\max} - \sum_{i=0}^t M_i \right) \right], \quad (2.2)$$

де U_0 - середня вартість зерна без урахування доплати за відсоток схожості, грн.;

n_z - число зерен в стеблі, шт.;

n_c - число стебел на 1 м^3 , шт.;

$K_{i\epsilon}$ - коефіцієнт, що враховує доплату за i -й відсоток схожості зерна;

B_i - схожість зерна в i -й день збирання, %;

B_{\min} - мінімальна схожість зерна, %;

M_i - маса 1000 зерен в i -й день спостереження, г;

M_{\min} - мінімальна маса 1000 зерен, г;

M_{\max} - максимальна маса 1000 зерен, г.

Дана формула не враховує втрати від зміни хлібопекарських якостей зерна.

У зв'язку з цим втрати забирається зерна $\sum_{i=0}^i \Delta U_{zi,xx}$, грн./га, в залежності від його хлібопекарських якостей визначаються виразом:

$$\sum_{i=0}^i \Delta U_{zi,xx} = \sum_{i=0}^i \Delta U_{i,xx} \cdot Y_i - U_{0,xx} \cdot Y_{\min}, \quad (2.3)$$

де $U_{i,xx}$ - вартість збираемого з поля зерна пшениці з урахуванням доплати за його хлібопекарські якості, грн.;

Y_i - урожайність зерна пшениці в i -й день збирання, т/га;

$U_{0,xx}$ - середня вартість зерна пшениці без урахування доплати за хлібопекарську якість, грн.;

Y_{\min} - мінімальна врожайність зерна пшениці, т/га.

Вартість забраного з поля зерна пшениці з урахуванням доплати за його хлібопекарські якості в залежності від термінів збирання $U_{i,xx}$, грн., визначається виразом:

$$U_{i,xx} = \frac{U_{0,xx} + U_{0,xx} \cdot C_i}{100 \cdot F_i} \cdot Y_i, \quad (2.4)$$

де C_i - доплата за певну масову частку клейковини зерна пшениці і групи її якості, %;

F_i - коефіцієнт, що враховує масову частку клейковини зерна пшениці та групи її якості.

При здачі некондиційного (фуражного) зерна 5 класу з масовою часткою

клейковини менше 23% III групи її якості доплата за хлібопекарські якості здійснюється в мінімальному розмірі.

Отже, вартість збираного з поля зерна пшениці 5 класу з масовою часткою клейковини менше 23% III групи її якості $\bar{U}_{0_{\text{хк}}}$, грн., визначається за формулою:

$$\bar{U}_{i_{\text{хк}}} = \frac{U_{0_{\text{хк}}} + U_{0_{\text{хк}}} \cdot C_i}{100 \cdot F_{\text{min}}} \cdot Y_{\text{min}}, \quad (2.5)$$

де F_{min} - коефіцієнт, що враховує мінімальну (менше 18%) масову частку клейковини і нижчу групу її якості (III гр.).

Після деяких перетворень і підстановок з урахуванням виразів (2.4) і (2.5) формула (2.3) прийме наступний вигляд

$$\Delta U_{z, \text{хк}} = 10^{-2} \cdot U_{i_{\text{хк}}} \cdot \left(\sum_{i=0}^C \sum_{i=0}^F (C_i \cdot F_i - C_i F_{\text{min}}) \right) \cdot \left(\sum_{i=0}^t Y_i - Y_{\text{min}} \right), \quad (2.6)$$

де Y_i - урожайність зерна пшениці в i -й день збирання, т/га.

З урахуванням урожайності зернових культур вираз (2.6) можна представити в наступному вигляді:

$$\Delta U_{z, \text{хк}} = 10^{-5} \cdot n_z \cdot n_c \cdot 10^{-2} \cdot U_{0_{\text{хк}}} \left[\sum_{i=0}^C \sum_{i=0}^F (C_i \cdot F_i - C_i F_{\text{min}}) \right] \cdot \left(\sum_{i=0}^t M_i - M_{\text{min}} \right), \quad (2.7)$$

З урахуванням виразів (2.2) і (2.7) формула (2.1) визначення загальних втрат після деяких перетворень прийме наступний вигляд:

$$\sum_{i=0}^i \Delta U_{z, \text{хк}} = 10^{-5} \cdot n_z \cdot n_c \cdot 10^{-2} \cdot U \left\{ 0,1 \cdot \left(\sum_{i=0}^K \sum_{i=0}^6 (K_{i\text{г}} \cdot B_i - K_{i\text{г}} \cdot B_{\text{min}}) \right) \cdot \left(\sum_{i=0}^t M_i - M_{\text{min}} \right) + \left(M_{\text{max}} - \sum_{i=0}^t M_i \right) \right\} + 10^{-2} \left[\sum_{i=0}^C \sum_{i=0}^F (C_i \cdot F_i - C_i \cdot F_{\text{min}}) \right] \cdot \left(\sum_{i=0}^t M_i - M_{\text{min}} \right), \quad (2.8)$$

де $U = U_0 = U_{i_{\text{хк}}}$ - середня вартість зерна без урахування доплати за відсоток схожості і хлібопекарські якості зерна, грн.

Дана залежність визначення загальних втрат при збиранні зернових культур дозволяє розрахувати оптимальне число днів збирання з урахуванням мінімальних втрат.

2.2. Визначення вимолоту зерна рулонним прес-підбирачем для збирання зернових культур в процесі пресування хлібної маси

Процес вимолоту зерна молотильним пристроєм зернозбирального комбайна широко відомий і розглянуто рядом авторів [20, 34] та ін.

В рулонному прес-підбирачі вимолот зерна з колоса хлібної маси здійснюється тільки на вході в пресувальну камеру при одноразовому ударі приводні барабани. У цей момент відбувається миттєве руйнування зв'язку зерна з колосом, при цьому сила ударного впливу не менше сили зв'язку зерна з колосом.

Величина вимолоту зерна z_3 , %, прес-підбирачем визначається залежністю:

$$z_3 = f(M_n, \rho, q, \omega), \quad (2.9)$$

де M_n - параметри прес-підбирача;

ρ - щільність пресування рулонів хлібної маси, $\text{кг}/\text{м}^3$;

q - подача хлібної маси в пресувальну камеру підбирача, $\text{кг}/\text{с}$;

ω - вологість пресованої хлібної маси, %.

Визначимо рівнодіючу, прикладену до зерна при ударній дії на колос. Для простоти обчислень будемо вважати, що всі складові сили лежать в площині, дотичній до робочого циліндру приводного барабана в точці удару. На рисунку 2.1 представлена схема сил діючих на хлібну масу в пресувальній камері прес-підбирача.

Рівняння рівноваги зерна можна записати у вигляді [36]:

$$R_{36} \cdot \cos\alpha + F_{in} \cdot \cos\alpha - F = 0. \quad (2.10)$$

Виходячи з виразу (2.10) сила реакції зв'язку зерна з колосом R_{36} , кг , визначається за формулою:

$$R_{36} = \frac{F - F_{in}}{\cos\alpha}, \quad (2.11)$$

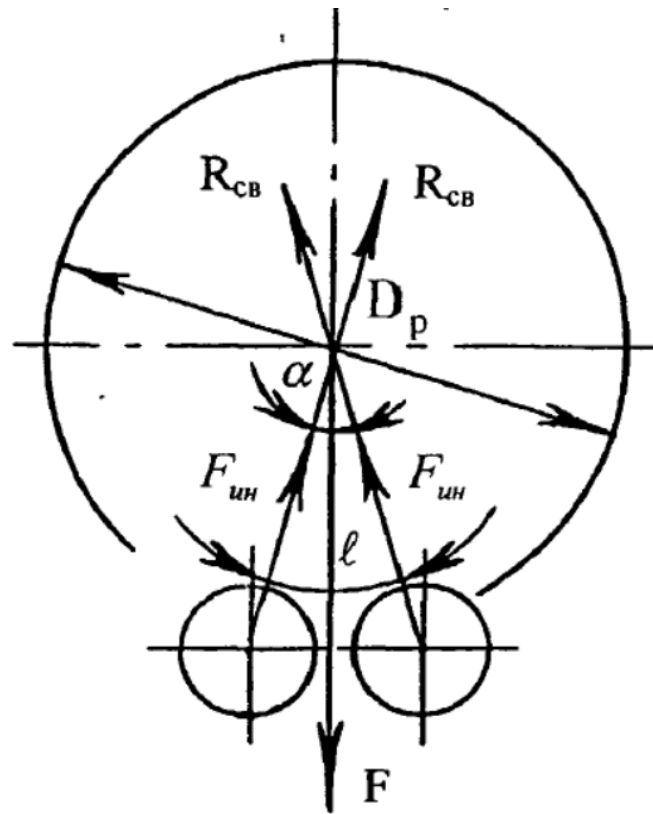


Рис. 2.1 Схема сил, що діють на хлібну масу в пресувальній камері рулонного прес-підбирача:

де $R_{зв}$ - реакція зв'язку зерна з колосом, Н;

α - кут між напрямками зв'язку та активною зовнішньою силою, град;

$\alpha = \text{const} = 16^\circ$ (визначається конструктивно);

$F_{ин}$ - сила інерції зерна;

F - сила, прикладена шаром рулону до зерна, Н.

Силу, прикладену шаром рулону до зерна, замінимо коефіцієнтом до k_m , що визначається за формулою:

$$k_m = \frac{M_p}{M_l}, \quad (2.12)$$

де M_p - маса рулону, кг;

M_l - маса ділянки шару рулону l обмеженого приводними барабанами, кг;

$l = 0,33$ м (визначається конструктивно).

Підставляючи вираз (2.12) у вираз (2.11), отримаємо:

$$R_{зв} = \frac{k_m - F_{ин}}{\cos \alpha}. \quad (2.13)$$

Беручи прискорення зерна в фазі деформації постійним, отримаємо вираз для визначення сили інерції F_{in} , Н:

$$F_{in} = m_3 \cdot \frac{\omega_3 - V_{xm}}{t} \cdot (1 + E_c), \quad (2.14)$$

де m - маса одного зерна, кг;

ω_3 - швидкість зерна в фазі деформації, м/с;

V_{xm} - швидкість подачі хлібної маси в пресувальну камеру, м/с;

t - час удару рулону по зерну, с., $t = 2,5$ с (визначається конструктивно);

E_c - коефіцієнт відновлення, що характеризує пружні властивості зв'язку, $E_c = 0,12-0,36$ (визначається експериментально).

Розподіл кількості вимолочених зерен в залежності від міцності зв'язку зерна з колосом підпорядковується нормальному закону розподілу [35]:

$$Z_3 = \frac{1}{\delta_3 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(p_{max}^c - p_{cp}^c)}{2\delta_3^2}}, \quad (2.15)$$

де Z_3 - частка вимолоченого пресувальною камерою зерен;

p^c - сила зв'язку зерна з колосом при одноразовому ударній дії, Н;

p_{cp}^c - середня сила зерна з колосом, Н;

Величина сили зв'язку зерна з колосом δ_3 , Н:

$$\delta_3 = \frac{p_{cp}^c - p_{min}^c}{3}, \quad (2.16)$$

де p_{min}^c - мінімальна сила зв'язку зерна з колосом, Н.

Частка вимолоченого пресувальною камерою зерна Z_3 ,

$$Z_3 = \frac{1}{\delta_3 \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{(p_{max}^c - p_{cp}^c)}{2\delta_3^2}} dp^2. \quad (2.17)$$

Але інтеграл, що стоїть в правій частині залежності (2.17) в аналітичному вигляді не виражається. Тому для подальшого застосування необхідно ввести апроксимацію [35]:

$$Z_3 = e^{-k_{ob}(p_{max}^c - p_{cp}^c)^2}, \quad (2.18)$$

де k_{ob} - коефіцієнт, що залежить від обмолочуваності культури;

p_{max}^c - максимальна сила зв'язку зерна з колосом, Н.

Коефіцієнт, що залежить від обмолочуваності культури $k_{об}$, визначаємо за формулою, запропонованою Е.І. Ліпковічем [35]:

$$k_{об} = \frac{|\ln x|}{(p_{\max}^c - p_{cp}^c)^2}, \quad (2.19)$$

де x - максимальна частка вимолоту зерна зернозбиральною машиною, $x = 0,07$ (визначається експериментально).

Приймаємо вплив барабанів на зерно, що знаходиться в шарі рулону за один удар, можна прийняти:

$$p^c = R_{зв}. \quad (2.20)$$

Підставивши в формулу (2.18) вирази (2.13), (2.14) і (2.20), визначаємо частку обмолоченого зерна $Z_{зл}$, на ділянці шару рулону l :

$$Z_{зл} = \exp \left\{ -k_{об} \left[p_{\max}^c - \frac{k_m}{\cos \alpha} + m_3 \cdot \frac{\omega_3 - V_{xm}}{t \cdot \cos \alpha} \cdot (1 + E_c) \right]^2 \right\}. \quad (2.21)$$

При проведенні експериментальних досліджень встановлено, що частина зерна, вимолоченого прес-підбирачем в процесі формування рулонів, не надходить в бункер, а залишається в шарі рулону.

Замінивши величину зерна, що залишилося при вимолоті в шарі рулону l коефіцієнтом k_{oc} , і, підставивши його у вираз, (2.21) отримаємо формулу визначення частки зерна, що потрапило в бункер прес-підбирача, $Z_{зл\delta}$:

$$Z_{зл\delta} = k_{oc} \exp \left\{ -k_{об} \left[p_{\max}^c - \frac{k_m}{\cos \alpha} + m_3 \cdot \frac{\omega_3 - V_{xm}}{t \cdot \cos \alpha} \cdot (1 + E_c) \right]^2 \right\}, \quad (2.22)$$

де k_{oc} - коефіцієнт, що враховує час, що залишився в шарі рулону вимолоченого зерна, $k_{oc} = 0,1 - 0,5$ (визначається експериментально).

Частка зерна, вимолоченого в бункер прес-підбирача з одного погонного метра валка $Z_{нм}^{зл\delta}$, визначається за формулою:

$$Z_{нм}^{зл\delta} = \frac{Z_{зл\delta}}{0,33} = 3,03 Z_{зл\delta}. \quad (2.23)$$

Частка зерна, вимолоченого з усього рулону $Z_{зр}$, визначається за формулою:

$$Z_{зр} = Z_{нм}^{3\delta} \cdot L_p, \quad (2.24)$$

де L_p - довжина розгорнутого шару рулону, м.

Маса закрученого прес-підбирачем рулону M_p , кг, визначається за формулою:

$$M_p = L_p \cdot m_{нм}, \quad (2.25)$$

де L_p - довжина розгорнутого шару рулону, м;

$m_{нм}$ - маса одного погонного метра валка, кг.

Масу закрученого рулону M_p , кг, можна визначити за іншою формулою:

$$M_p = V \cdot \rho_p, \quad (2.26)$$

де V - об'єм рулону, м³;

ρ_p - щільність пресування рулону, кг/м³;

$V = \text{const} = 1,2$ м, оскільки об'єм пресувальної камери постійний і дорівнює об'єму рулону.

Підставивши вираз (2.26) в формулу (2.25) і виразивши з неї L_p , отримаємо:

$$L_p = \frac{1,2\rho_p}{m_{нм}}. \quad (2.27)$$

Підставивши вирази (2.22), (2.23) і (2.27) в формулу (2.24) отримаємо:

$$Z_{зр} = \frac{1}{m_{нм}} 0,4\rho_p \cdot k_{oc} \exp \left\{ -k_{об} \left[P_{\max}^c - \frac{k_m}{\cos \alpha} + m_3 \cdot \frac{\omega_3 - V_{xm}}{t \cdot \cos \alpha} \cdot (1 + E_c) \right]^2 \right\}. \quad (2.28)$$

Величина вимолоту зерна Z_3 , %, визначається за формулою:

$$Z_3 = 0,1 \cdot Z_{зр} \cdot U_3, \quad (2.29)$$

де U_3 - біологічна врожайність зерна, т/га.

Проведені дослідження дозволяють отримати залежність вимолоту зерна рулонним прес-підбирачем при пресуванні хлібної маси від щільності пресування рулонів, при різній врожайності зернових культур.

2.3. Визначення експлуатаційних показників роботи рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур

Бункер рулонного прес-підбирача призначений для накопичення вимолоченого в процесі пресування рулонів зернового вороху і перевантаження його в транспортні засоби.

Час заповнення бункера залежить від його місткості (об'єму), величини вимолоту зернового вороху в процесі пресування рулонів і коефіцієнта заповнення бункера:

$$t_{\delta} = f(V_{\delta}, U_{xm}, Z_{zg}, \lambda_{\delta}, \rho_{zg}), \quad (2.30)$$

де t_{δ} - час заповнення бункера, год.;

V_{δ} - об'єм бункера, м³;

U_{xm} - врожайність хлібної маси, т/га;

Z_{zg} - вимолот зернового вороху, %;

λ_{δ} - коефіцієнт заповнення бункера;

ρ_{zg} - щільність зернового вороху в бункері, кг/м³.

При виготовленні і розміщенні бункера на прес-підбирачі керуємося принципом використання максимального об'єму, однак його довжину обмежуємо шириною прес-підбирача, висоту - висотою вивантажувального вікна шнека, а ширину відстанню між шнеком і крайньою точкою габариту машини.

Максимальний об'єм бункера рулонного прес-підбирача $V_{\delta\max}$, м³, визначається за формулою:

$$V_{\delta\max} = \alpha_{\delta} \cdot h_{\delta} \cdot l_{\delta}, \quad (2.31)$$

де α_{δ} - ширина бункера, м;

h_{δ} - висота бункера, м;

l_{δ} - довжина бункера, м.

Конструктивно $V_{\delta\max} = 0,45$ м, оскільки. $\alpha_{\delta} = 0,59$ м, $h_{\delta} = 0,64$ м, $l_{\delta} = 1,2$ м.

Найважливішим фактором, що впливає на продуктивність агрегату, є ступінь використання часу, що визначається балансом часу зміни.

Змінний час рулонних прес-підбирачів $T_{зм}$, год.:

$$T_{зм} = T_p + T_x + T_{техн} + T_{то} + T_{нз} + T_{вр} + T_{пр}, \quad (2.32)$$

де $T_p = T_{зр}$ - час на пресування рулону, год.;

T_x - час на виконання циклічно повторюваних допоміжних операцій - холостих ходів на поворотах, год.;

$T_{техн}$ - час на технічне обслуговування, год.;

$T_{то}$ - час на проведення на нециклові технічні обслуговування, год.;

$T_{нз}$ - час на підготовчо-заклучні операції, год.;

$T_{вр}$ - час на вивантаження рулону, год.

Дана формула може бути застосована для розрахунку змінного часу серійного прес-підбирача, однак не включає в себе час вивантаження зернового вороху з бункера прес-підбирача. Тому змінний час для рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур $T_{зм\ нп}$, год., пропонується визначати за формулою:

$$T_{зм\ нп} = T_{зр} + T_x + T_{техн} + T_{то} + T_{нз} + T_{вр} + T_{пр} + T_{взв}, \quad (2.33)$$

де $T_{взв}$ - час на вивантаження вороху з бункера прес-підбирача, год.

Час циклу рулонного прес-підбирача $T_{ц}$, год., визначається за формулою:

$$T_{ц} = T_{зв} + T_x + T_{вр} + T_{взв}. \quad (2.34)$$

При цьому коефіцієнт корисного використання часу циклу $T_{ц}$ дорівнює:

$$\tau_{ц} = \frac{T_{зр}}{T_{ц}}. \quad (2.35)$$

Коефіцієнт циклового часу зміни $\tau_{зм}$ визначається за формулою:

$$\tau_{зм} = \frac{T_{ц}}{T_{зм}}. \quad (2.36)$$

Тоді коефіцієнт використання часу зміни τ визначиться за формулою:

$$\tau = \frac{T_{зр}}{T_{зм}} = \frac{T_{зр}}{T_{ц}} \cdot \frac{T_{ц}}{T_{зм}} = \tau_{ц} \cdot \tau_{зм}. \quad (2.37)$$

Коефіцієнт використання циклового часу визначається за формулою:

$$\tau_{ц} = \frac{T_{зр}}{T_{ц}} = \frac{T_{зр}}{T_{зр} + T_x + T_{вр} + T_{взв}} = \frac{1}{1 + \frac{T_x}{T_{зр}} + \frac{T_{вр}}{T_{зр}} + \frac{T_{взв}}{T_{зр}}}. \quad (2.38)$$

Коефіцієнти холостих ходів τ_x , вивантажень рулонів τ_{ep} і вивантажень зернового вороху τ_{e36} визначаються за формулою:

$$\tau_x = \frac{T_x}{T_{3p}}, \quad (2.39)$$

де τ_x - коефіцієнт холостих ходів.

$$\tau_{ep} = \frac{T_{ep}}{T_{3p}}, \quad (2.40)$$

де τ_{ep} - коефіцієнт вивантажень рулонів.

$$\tau_{e36} = \frac{T_{e36}}{T_{3p}}. \quad (2.41)$$

Підставляючи вирази (2.39), (2.40) і (2.41) в формулу (2.34), отримаємо:

$$\tau_u = \frac{1}{1 + \tau_x + \tau_{ep} + \tau_{e36}}. \quad (2.42)$$

Цикловий час вивантаження рулонів T_{ep} , год., і вивантаження зернового вороху з бункера прес-підбирача T_{e36} , год., визначаються за часом однієї зупинки прес-підбирача на вивантаження і числу зупинок за формулами:

$$T_{ep} = t_{ep} \cdot n_{зуп}, \quad (2.43)$$

де t_{ep} - час на вивантаження рулону, год.;

$$T_{e36} = t_{e36} \cdot n_{зуп}, \quad (2.44)$$

де t_{e36} - час на вивантаження бункера.

При визначенні режимів роботи прес-підбирачів справедлива рівність:

$$0,1 \cdot L_p \cdot B_p \cdot U_{xm} = V \cdot \rho \cdot \lambda_p, \quad (2.45)$$

де L_p - відстань між місцями вивантажень рулонів, м;

B_p - ширина захвату жатки комбайна, м;

V - об'єм рулону, м³;

ρ - щільність рулону, кг/м³;

λ_p - коефіцієнт використання ємності рулону (для прес-підбирачів $\lambda_p = 1$).

Виразивши з нерівності (2.45) L_p , отримаємо:

$$L_p = \frac{V \cdot \rho \cdot \lambda_p}{0,1 \cdot B_p \cdot U_{xm}}. \quad (2.46)$$

Позначимо величину вимолоту зернового вороху з рулону через z_{36} , тоді відстань між вивантаженням рулонів прес-підбирачем визначиться за формулою:

$$L_p = \frac{V \cdot \rho \cdot \lambda_p}{0,1 \cdot B_p \cdot U_{xm} \cdot (1 - z_{36})}. \quad (2.47)$$

З урахуванням швидкості руху агрегату V_p вираз (2.47) прийме наступний вид:

$$t_{zp} = \frac{V \cdot \rho \cdot \lambda_p}{360 \cdot V_p \cdot B_p \cdot U_{xm} \cdot (1 - z_{36})}. \quad (2.48)$$

Шлях заповнення бункера L_b , м, визначаємо аналогічно формулі (2.47):

$$(2.49)$$

де L_b - шлях заповнення бункера, м;

λ_b - коефіцієнт заповнення бункера (для бункера прес-підбирача $\lambda_p = 0,85$).

$$L_b = \frac{V_b \cdot \rho_{36} \cdot \lambda_p}{0,1 \cdot B_p \cdot U_{xm} \cdot z_{36}}, \quad (2.49)$$

Час заповнення бункера t_b , год., визначаємо з виразу (2.49) з урахуванням швидкості руху агрегату по формулі:

$$t_b = \frac{V \cdot \rho \cdot \lambda_p}{360 \cdot V_p \cdot B_p \cdot U_{xm} \cdot z_{36}}. \quad (2.50)$$

Змінна продуктивність рулонних прес-підбирачів W_{zm} , га/год, визначається за формулою, запропонованою В.І. Безруковим [14]:

$$W_{zm} = \frac{10^3 \cdot V \cdot \rho \cdot \tau \cdot T_{zm}}{U_{xm}}. \quad (2.51)$$

Однак дана формула не враховує часу на вивантаження зернового вороху з бункера прес-підбирача. Тому для розрахунку змінної продуктивності рулонного прес-підбирача $W_{zm.nn}$, год., пропонується використовувати формулу:

$$W_{zm.nn} = \frac{10^3 \cdot V \cdot \rho \cdot \tau \cdot T_{zm.nn}}{U_{xm}}. \quad (2.51)$$

За формулами (2.47) і (2.50) визначаємо відстані між вивантаженням рулонів L_p і вивантаження бункерів L_b рулонним прес-підбирачем для збирання зернових культур. Результати розрахунків зведені в таблицю 2.1.

**Відстані між вивантаженням рулонів і бункера
переобладнаного прес-підбирача**

U_{xm} , т/га	$z_{зв}$, %	L_p , м	$L_{б}$, м	$L_{б}/L_p$
1	1,5	345,2	6373,3	18
1	3,05	350,7	3134,4	8,9
1	4	354,2	2390	6,8
1	8	369	1216,28	3,3
2	1,5	350,5	3186,7	9,1
2	3,3	364	1448,3	4
2	4	369,6	1195	3,23
2	8	382	869,1	2,28
2	5,5	404,8	597,5	1,47

За результатами експериментальних досліджень встановлено, що при середній врожайності хлібної маси зернової культури (пшениці сорту «Подільянка») $U_{xm} = 2$ т/га, вимолот зернового вороху при різних режимах роботи рулонного прес-підбирача знаходився в межах 3,05 - 7,86%.

З таблиці 2.1 видно, що при $U_{xm} = 2$ т/га і $z_{зв} = 3,05 - 7,86\%$ відношення $L_{б}/L_p$ змінюється в межах 2,28 - 4, отже, при об'ємі бункера $V_{б,max} = 0,45$ м на одне вивантаження зернового вороху з бункера прес-підбирача доводиться 3-4 вивантаження рулонів з пресувальної камери машини.

З вищесказаного випливає, що або $W_{зм} = W_{зм.n}$ (в разі суміщення вивантаження рулону і бункера за умови $T_{вр} \geq T_{взв}$) або $W_{зм} > W_{зм.n}$ на незначну величину (в разі суміщення вивантаження рулону і бункера), оскільки $T_{взв} = 0,25 - 0,33 \cdot (T_{взв} - T_{вр})$. У разі роздільного вивантаження рулону і бункера (вивантаження бункера після вивантаження рулону) $T_{взв} = 0,25 - 0,33 \cdot T_{вр}$.

Проведені дослідження дозволяють визначити об'єм, шлях і час заповнення бункера рулонного прес-підбирача, а також його змінну продуктивність на збиранні зернових культур.

3. Програма і методика експериментальних досліджень рулонного прес-підбирача

3.1. Загальна програма експериментальних досліджень

Для проведення експериментальних досліджень була розроблена програма методики вимірювання параметрів досліджуваних закономірностей.

У відповідності з поставленими завданнями, аналізом попередніх досліджень і теоретичними передумовами, програма експериментальних досліджень включає в себе наступні розділи:

1. Методика визначення умов випробувань рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур.

2. Методика визначення режимів роботи і продуктивності рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур.

3. Методика визначення вимолоту зерна в процесі пресування хлібної маси в рулони рулонним прес-підбирачем для збирання зернових культур.

4. Методика оцінки технологічних показників якості роботи рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур.

5. Методика визначення витрат потужності на привід додаткового обладнання до прес-підбирач для збирання зернових культур.

3.2. Методика лабораторно-польових випробувань рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур

3.2.1. Методика визначення умов випробувань рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур.

Випробування прес-підбирача для збирання зернових культур проводилися при повній стиглості зерна. Характеристику поля: розміри; довжину гону; рельєф; ухил; вологість; твердість ґрунту - визначали по ГОСТ 209.15-75, температуру, відносну вологість повітря і швидкість вітру в дні випробувань - по ГОСТ 209.15-75.

Відбір проб, апаратура і проведення аналізу визначення вологості зерна культури по ГОСТ 12041-82.

Характеристику валка: висоту; товщину, просвіт між ґрунтом і валком; масу одного метра валка і відношення маси зерна до маси соломи визначали згідно ОСТ 10.8.1-99.

Апаратура для проведення аналізу прийнята по ОСТ 10.8.1 -99.

Визначення втрат зерна за жаткою зернозбирального комбайна проводили по ОСТ 10.8.1-99.

3.2.2. Методика визначення режимів роботи і продуктивності рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур.

Функціональні випробування машини проводилися на двох режимах: при максимальній і оптимальній продуктивності агрегату. Повторність дослідів - триразова.

При проведенні випробувань прес-підбирач для збирання зернових культур агрегувався з трактором тягового класу 0,9-1,4 кН.

Випробування прес-підбирача проводилися двома способами:

- підбір хлібної маси проводили з боку колоса;
- підбір хлібної маси проводили з боку коріння.

Нижня межа щільності пресування рулонів визначається здатністю рулонів з мінімальною щільністю зберігати свою циліндричну форму і протистояти намоканню при випаданні опадів.

Верхня межа щільності пресування регулювалася в залежності від початкової вологості хлібної маси для забезпечення вентиляції зерна і соломи повітряними потоками і зниження температури самозігрівання.

Виходячи з цього, замотування рулонів виконували з щільністю пресування до 100, 130, 160, і 190 кг/м³.

Повторність проведення дослідів на кожну з вищевказаного ряду щільності - триразова. Щільність пресування рулонів регулювалася спеціальним пристосуванням на прес-підбирачі. При цьому регулювальний

болт пристосування встановлювався в середньому положенні, а щільність пресування регулювалася натяжкою пружин ущільнюючого барабана. Попередньо затяжку пружин градували по щільності рулонів, отриманих для кожного положення пружини.

Випробування рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур проводили після досягнення зерном культури вологості 16, 18, 20 і 25%. Вологість зерна і соломи в польових умовах здійснювалася експрес - методом за допомогою повіреного і тарованого вологоміра зерна «Колос 1» ТУ 46.13-75 з допустимою похибкою вимірювання $\pm 1,5-2\%$,

Вологість хлібної маси $W_{xm}, \%$, визначали як суму значень вологості її компонентів (зерна, соломи, бур'янів) з урахуванням їх вагомості за формулою:

$$W_{xm} = \frac{\sum_{i=1}^n W_i \cdot K_i}{\sum_{i=1}^n K_i}, \quad (3.1)$$

де W_i - вологість i -го компонента хлібної маси у валках, %;

K_i - маса i -го компонента хлібної маси на 1 погонному метрі, кг;

n - число складових компонентів хлібної маси у валках.

При проходженні агрегатом залікової ділянки фіксувався чистий час замотування рулону T_{zp} з похибкою ± 1 с і довжину ділянки L_0 з похибкою $\pm 0,5$ м.

Заміри часу пресування T_{zp} і вивантаження рулону T_{vp} проводилися за допомогою секундоміра II класу точності СДСпр-1 ГОСТ 5072-71 з межею вимірювань 0 - 30 хв і допустимою похибкою $\pm 0,1$ с. Заміри довжини ділянки формування рулону проводилися за допомогою рулетки ЗПК-2-30 ГОСТ 7502-72 з межею вимірювань 0 – 30 м і похибкою ± 1 см.

Вивантаження рулонів проводилася в один ряд на краю поля з наступною їх нумерацією.

При переїздах агрегату від валка до валка на краю поля реєструвався час холостих ходів T_{xx} з допустимою похибкою ± 1 с.

Цикловий час (час, необхідний для формування одного рулону) $T_{ц}$, год., визначався за формулою:

$$T_{ц} = T_{zp} + T_x + T_{vp} + T_{взв}, \quad (3.2)$$

Робочу швидкість руху агрегату V_p , км/год, визначали за формулою:

$$V_{азр} = \frac{L_0}{t_0}, \quad (3.3)$$

де L_0 – шлях, пройдений агрегатом за повторність досліду (довжина облікової ділянки), м;

t_0 – тривалість повторності досліду (чистий час замотування рулону), год.,
 $t_0 = T_{зр}$.

Обсяг виконаних робіт при замотуванні одного рулону F , га:

$$F = 10^{-4} \cdot B_p \cdot L_0, \quad (3.4)$$

де B_p - ширина захвату жатки, м.

Після вивантаження рулону з камери прес-підбирача геометричні розміри рулону змінюються внаслідок наявних внутрішніх напружень матеріалу, пружних властивостей хлібної маси, механічних впливів на рулон (удар об землю, динамічні дії при транспортуванні і т.д.).

Крім того, при тривалому зберіганні рулонів, на зміну їх форми великий вплив мають біологічні процеси, що протікають в матеріалі рулону. Обв'язка шпагатом і збільшення щільності пресування дещо перешкоджають процесу деформації рулону. Середня приведена щільність пресування рулонів ρ^{np}_{cp} , кг/м³, визначалася за формулою:

$$\rho^{np}_{cp} = \frac{M^{np}}{V^{np}}, \quad (3.5)$$

де M^{np} - зведена маса рулону, кг;

V^{np} - приведений об'єм рулону, м³.

Наведений об'єм рулону V^{np} , м³, визначався за формулою:

$$V^{np} = \frac{\pi \cdot (D_{кпр} - 2 \cdot l)^2}{4} \cdot h_{кпр}, \quad (3.6)$$

де $D_{кпр}$ - діаметр камери пресування, м;

l - відстань між внутрішньою стінкою камери пресування і внутрішніми поверхнями скалок пресувального механізму, м;

$h_{кпр}$ - довжина камери пресування, м.

Для серійного рулонного прес-підбирача ПР-200 $D_{кпр} = 1,35$ м, $l = 0,073$ м,
 $h_{кпр} = 1,12$ м.

З урахуванням формули (3.6) наведений об'єм рулону $V^{np} = 1,43 \text{ м}^3$.

Оскільки рулон з рослинною масою складається з різних компонентів: соломи, зерна, бур'янів і т.п., і всі вони можуть перебувати в різних співвідношеннях, а, також, з огляду на той факт, що всі компоненти містять в собі вологу, кількість якої з плином часу змінюється і перерозподіляється між компонентами, то з метою підвищення точності вимірювань пропонується використовувати наведену масу рулону M^{np} , кг, яка визначається за формулою:

$$M^{np} = \frac{M_p \cdot \left[1 + (1 - \varepsilon) \cdot \delta_c \cdot (\omega_c^k + \omega_c) + (\omega_z^k + \omega_c) + \varepsilon \cdot \left(1 + \frac{\delta_c + \varepsilon}{1 - \varepsilon} \right) \cdot (\omega_o^k + \omega_{op}) \right]}{(1 + \delta) \cdot 100}, \quad (3.7)$$

де M_p - маса рулону природної вологості, кг;

ε - показник засміченості оброблюваного матеріалу.

Показник засміченості оброблюваного матеріалу ε визначався за формулою:

$$\varepsilon = \frac{M_o^{cux}}{M_o^{cux} + M_c^{cux} + M_z^{cux}}, \quad (3.8)$$

де M_o^{cux} , M_z^{cux} , M_c^{cux} - маса сухої фракції відповідно бур'янів, зерна, соломи, кг;

δ_c - солемистість рослинної маси;

ω_z^k , ω_c^k , ω_o^k - кондиційна, базисна вологість зерна, соломи, бур'янів, %;

ω_z , ω_c , ω_o - природна вологість відповідно зерна, соломи, бур'янів, %.

Зважування рулонів проводимо за допомогою навантажувача ПКУ-0,8 з пристосуванням ПТ-Ф-500, встановленим на тракторі тягового класу 0,9-1,4 кН (рис. 3.1). Закріпивши за допомогою строп рулон через динамометр розтягування і піднявши рулон навантажувачем, фіксуємо його масу.

Використовували динамометр пружинного типу ДПУ-0,5/2 ГОСТ 13837-68 зі ціною поділу шкали 5 кг і межами вимірювань 50...500 кг. Основна похибка показів динамометра від верхньої межі вимірювання не більше 0,5%.

Масу вантажозахоплювального пристрою (стропи) визначали за допомогою ваг РН-10Ц13У ТУ 2506575-77 з межею вимірювання 1кг і набором важків Г-4-211,10 ГОСТ 7328-78.

Маса рулону природної вологості M_p , кг, визначалася за формулою:

$$M_p = M_p^{636} - M_{2y}, \quad (3.9)$$



Рис. 3.1 Зважування рулонів хлібної маси за допомогою навантажувача ПКУ-0,8 з пристосуванням ПТ-Ф-500, встановлених на тракторі Т-40АМ.

Подача хлібної маси в пресувальну камеру q , кг/с, визначалася за формулою:

$$q = \frac{M_p}{t_0}, \quad (3.10)$$

де t_0 - тривалість повторності дослідів, с.

3.2.3. Методика визначення вимолоту зерна в процесі пресування хлібної маси в рулони.

Вивантаження зернового вороху з бункера прес-підбирача виконували в три етапи:

- після замотування рулону
- після обв'язки рулону
- після вивантаження рулону.

Час вивантаження і час наповнення бункера фіксувався за допомогою секундоміра СДСпр-1 ГОСТ 5072-71 II класу точності з похибкою ± 1 с.

Зважування зернового вороху виконувалося на шкальних вагах РН-50Ш13ПІ ГОСТ 1783-73 з межею вимірювань 0 - 50 кг і ціною поділки 20 г.

Відбір проб на визначення якості зібраного в бункері зерна і їх обробка по ОСТ 10.8.1-99.

Вологість продуктів обмолоту визначалася по ГОСТ 13586.5-93.

Вимолот зерна при підборі хлібної маси і формуванні рулону $V_{nфpi}$, %, визначався за формулою:

$$V_{n.ф.р_i} = 0,01 \cdot \frac{M_{n.ф.р_i}^{Б.свз} + M_{n.ф.р_i}^{Б.свб} + M_{n.ф.р_i}^{П.П.свз} + M_{n.ф.р_i}^{П.П.свб} + M_{n.ф.р_i}^{П.П.П.свз} + M_{n.ф.р_i}^{П.П.П.свб}}{U_{\bar{o}} \cdot F} \cdot 100, \quad (3.11)$$

де $M_{n.ф.р_i}^{Б.свз}$ і $M_{n.ф.р_i}^{Б.свб}$ - маси вимолоченого в процесі підбору хлібної маси і формуванні рулону в бункер зерна, що перебуває відповідно в зв'язаному з колосом і вільному станах, приведені до 14% вологості, кг;

$M_{n.ф.р_i}^{П.П.свз}$ і $M_{n.ф.р_i}^{П.П.свб}$ - маси втрат зерна за підбирачем, що утворилися в процесі підбору хлібної маси і формуванні i -го рулону відповідно в зв'язаному з колосом і вільному станах, приведені до 14% вологості, кг;

$M_{n.ф.р_i}^{П.П.П.свз}$ і $M_{n.ф.р_i}^{П.П.П.свб}$ - маси втрат зерна за пресувальною камерою, що утворюються в процесі підбору хлібної маси і формуванні i -го рулону відповідно в зв'язаному з колосом і вільному станах, кг;

$U_{\bar{o}}$ - біологічна врожайність культури, т/га;

F - обсяг виконаних робіт, га.

Вимолот зерна в процесі обв'язки рулону включає в себе вимолот зерна в бункер в процесі обв'язки рулону, а також втрати зерна за пресувальною камерою прес-підбирача, що утворюються при обв'язці рулону.

Вимолот зерна в процесі обв'язки рулону $V_{об.р}$, %, визначався за формулою:

$$V_{ОБ.р_i} = 0,1 \cdot \frac{M_{ОБ.р_i}^{Б.свз} + M_{ОБ.р_i}^{Б.свб} + M_{ОБ.р_i}^{П.П.П.свз} + M_{ОБ.р_i}^{П.П.П.свб}}{U_{\bar{o}} \cdot F}, \quad (3.12)$$

де $M_{ОБ.р_i}^{Б.свз}$ і $M_{ОБ.р_i}^{Б.свб}$ - маси вимолоченого в процесі обв'язки i -го рулону в бункер зерна, що перебуває відповідно в зв'язаному з колосом і вільному станах, приведені до 14% вологості, кг;

$M_{OB.p_i}^{П.ПР.свз}$ і $M_{OB.p_i}^{П.ПР.свб}$ - маси втрат зерна за пресувальною камерою, що утворюються в процесі обв'язки i -го рулону, відповідно в зв'язаному з колосом і вільному станах, приведені до 14% вологості, кг.

Вимолот зерна при вивантаженні рулону включає в себе вимолот зерна в бункер в процесі вивантаження рулону і втрати зерна при вивантаженні рулону.

Вимолот зерна в процесі вивантаження рулону $B_{вр}$, %, визначався за формулою:

$$B_{вр} = 0,1 \cdot \frac{M_{B.p_i}^{Б.свз} + M_{B.p_i}^{Б.свб} + M_{B.p_i}^{П.свз} + M_{B.p_i}^{П.свб}}{U_{\sigma} \cdot F}, \quad (3.13)$$

де $M_{B.p_i}^{Б.свз}$ і $M_{B.p_i}^{Б.свб}$ - маси вимолоченого в процесі вивантаження i -го рулону в бункер зерна, що перебуває відповідно в зв'язаному з колосом і вільному станах, приведені до 14% вологості, кг;

$M_{B.p_i}^{П.свз}$ і $M_{B.p_i}^{П.свб}$ - маси втрат зерна, що утворюються в процесі вивантаження i -го рулону відповідно в зв'язаному і вільному станах приведені до 14% вологості, кг.

Зважування очищеного від полови, соломи і бур'янів зерна виконувалося на вагах РН-10Ц-13У ТУ25ю06.575-77 з точністю до 0,005 кг.

Приведення маси зерна до 14% вологості за формулою (3.7).

Визначення втрат зернової частини врожаю проводилося згідно з методикою (п. 3.2.4).

Загальний вимолот зерна при виробництві i -го рулону складається з вимолоту при підборі хлібної маси і формуванні рулону, вимолот зерна при обв'язуванні, а також при вивантаженні рулону.

Загальний вимолот зерна при виробництві i -го рулону B_i , %, визначався за формулою:

$$B_i = B_{n.ф.рi} + B_{об.рi} + B_{a.рi}, \quad (3.14)$$

Обчислення $B_{n.ф.рi}$, $B_{об.рi}$, $B_{a.рi}$ і B_i проводили з округленням до однієї соті частини відсотка.

3.2.4. Методика оцінки технологічних показників якості роботи рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур.

Основними показниками якості роботи прес-підбирача є втрати зернової частини врожаю, а також ступінь травмування зерна при виробництві рулонів.

Загальні втрати зерна за прес-підбирачем складаються з втрат за підбирачем, пресувальною камерою і втрат при вивантаженні рулону.

Для обліку втрат зерна за підбирачем на кожному контрольному проході на місці, де лежав валок, відмічалось п'ять майданчиків, не менше ніж через 5 м. На кожному з майданчиків накладалася рамка, ширина якої дорівнює ширині валка по 0,5 м з обох сторін від валка. Довжина рамки 0,15 м. У межах рамки збиралися зрізані колоски і вільне зерно. Колоски обмолочувалися, виділене з них зерно і зерно, що знаходиться у вільному стані зважувалися окремо за допомогою технічних терезів ВЛТК-500 ГОСТ-8.228.-77 з похибкою ± 1 м.

Втрати вільного зерна за підбирачем $П^{свб}_n$, кг, визначалися за формулою:

$$П^{свб}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n П^{свб}_{ni}, \quad (3.15)$$

де $П^{свб}_{ni}$ - маса зерна, що знаходиться у вільному стані зібраного з i -го облікового майданчика, приведена до 14% вологості, кг;

n - число облікових майданчиків.

Втрати зерна, пов'язаного з колосом $П^{свз}_n$, кг, визначалися за формулою:

$$П^{свз}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n П^{свз}_{ni}, \quad (3.16)$$

де $П^{свз}_{ni}$ - маса зерна пов'язаного з колосом, зібраного з i -го облікового майданчика, приведена до 14% вологості, м.

Втрати зерна за підбирачем в процесі підбору хлібної маси і формування рулону $П^{нід}_{n.ф.р_i}$, %, визначалися за формулою:

$$П^{нід}_{n.ф.р_i} = 0,01 \cdot \frac{П^{свз}_{ni} + П^{свб}_{ni}}{U_{\delta} \cdot 0,15 \cdot B_p} \cdot 100 - П_{ж} - П_c, \quad (3.17)$$

де $П_{ж}$ - втрати зерна за жаткою, %;

$П_c$ - втрати зерна від самоосипання, %.

Втрати зерна за пресувальною камерою прес-підбирача в процесі підбору хлібної маси і формування рулону визначалися шляхом зважування загублених продуктів обмолоту, зібраних зі стрічки, розміщеної безпосередньо під пресувальною камерою, після проходження агрегатом облікової ділянки. Зібравши вільне зерно і обмолотивши необмолочені колоски зі стрічки, зважувалися продукти обмолоту за допомогою технічних терезів ВЛТК-500 ГОСТ-8.228-77 з похибкою ± 1 г.

Втрати зерна за пресувальною камерою в процесі підбору хлібної маси і формування рулону $П_{n.ф.p_i}^{np}$, %, розраховувалися за формулою:

$$П_{n.ф.p_i}^{np} = 0,1 \cdot \frac{M_{n.ф.p_i}^{np.k.свз} + M_{n.ф.p_i}^{np.k.свб}}{U_{\bar{o}} \cdot F}, \quad (3.18)$$

де $M_{n.ф.p_i}^{np.k.свз}$ і $M_{n.ф.p_i}^{np.k.свб}$ - маси зерна, втраченого за пресувальною камерою в процесі підбору валків і формуванні i -го рулону, що знаходиться відповідно в зв'язаному з колосом і вільному станах, приведені до 14% вологості, кг.

Втрати зерна за пресувальною камерою в процесі обв'язки рулону визначалися аналогічно визначенню втрат в процесі підбору хлібної маси і формуванні рулонів.

Втрати зерна за пресувальною камерою в процесі обв'язки рулону $П_{об.p}^{np.k.}$, %, визначалися за формулою:

$$П_{об.p}^{np.k.} = 0,1 \cdot \frac{M_{об.p}^{np.k.свз} + M_{об.p}^{np.k.свб}}{U_{\bar{o}} \cdot F}, \quad (3.19)$$

де $M_{об.p}^{np.k.свз}$ і $M_{об.p}^{np.k.свб}$ - маси зерна, втраченого за пресувальною камерою в процесі обв'язки рулону, який перебуває відповідно в зв'язаному з колосом і вільному станах, приведені до 14% вологості, кг.

Втрати зерна при вивантаженні рулону визначалися шляхом зважування втрати вільного зерна, і зерна зв'язаного з колосом, що знаходиться на стрічці, розміщеній на місці вивантаження рулону аналогічно визначенню втрат зерна за пресувальною камерою.

Довжину стрічки взяли рівною діаметру рулону плюс 1 м. Ширина стрічки дорівнює висоті рулону плюс по 0,5 м від кожного краю рулону.

Втрати зерна в процесі вивантаження рулону з пресувальної камери $\Pi_{в.рi}, \%$, визначалися за формулою:

$$\Pi_{в.рi} = 0,1 \cdot \frac{M_{в.рi}^{свз} + M_{в.рi}^{свб}}{U_{б} \cdot F}, \quad (3.20)$$

де $M_{в.рi}^{свз}$ і $M_{в.рi}^{свб}$ - маси втраченого під час вивантаження i -го рулону зерна, що знаходиться відповідно в зв'язаному з колосом і вільному станах, приведені до 14% вологості, кг.

Загальні втрати зерна при виробництві i -го рулону $\Pi_i, \%$, визначалися за формулою:

$$\Pi_i = \Pi_{н.ф.рi}^{нід} + \Pi_{н.ф.рi}^{нр.к} + \Pi_{об.рi}^{нр.к} + \Pi_{в.рi}, \quad (3.21)$$

Обчислення $\Pi_{н.ф.рi}^{нід}$, $\Pi_{н.ф.рi}^{нр.к}$, $\Pi_{об.рi}^{нр.к}$, $\Pi_{в.рi}$ і Π_i , проводилися з округленням до однієї соті частки відсотка.

Величину пошкодження (дроблення) визначали тільки для зерна, що знаходиться в бункері прес-підбирача.

Ступінь дроблення бункерного зерна $D_{Бi}, \%$, при пресуванні i -го рулону визначали за формулою:

$$D_{Бi} = \frac{M_{свзі}^{\delta} + M_{свбі}^{\delta}}{M_{свзі}^{\delta} + M_{свбі}^{\delta} + M_{свзі}^{\psi} + M_{свбі}^{\psi}} \cdot 100, \quad (3.22)$$

де $M_{свзі}^{\delta}$ і $M_{свбі}^{\delta}$ - маси подрібненого зерна, що знаходиться в i бункері відповідно в пов'язаному і вільному станах, приведені до 14% вологості;

$M_{свзі}^{\psi}$ і $M_{свбі}^{\psi}$ - маси цілого зерна, що знаходиться в i -м бункері відповідно в зв'язаному з колосом і вільному станах, приведені до 14% вологості.

Величини $M_{свзі}^{\delta}$ і $M_{свбі}^{\delta}$, $M_{свзі}^{\psi}$ і $M_{свбі}^{\psi}$ визначалась, як середнє арифметичне значення відповідних величин, певних з п'яти точок по майданчику і трьох точок по товщині насипного шару бункерного зерна.

Відбір проб зерна з бункера прес-підбирача проводився згідно ГОСТ 13586.3-83.

3.2.5. Методика визначення витрат потужності на привід додаткового обладнання прес-підбирача для збирання зернових культур.

Встановлене на прес-підбирач для збирання зернових культур обладнання вимагає додаткових витрат потужності на його привод. Дані витрати визначалися шляхом проведення випробувань в стаціонарних умовах на лабораторній установці, яка електропривод та імітує режими роботи прес-підбирача польових умовах.

Потужність, необхідна на привод додаткового обладнання прес-підбирача співставна з потужністю споживаної електродвигуном з електромережі при передачі ним через приводний механізм крутного моменту шнеку і елеватору.

Включення приводного електродвигуна в трифазну мережу виконувалося через вимірювальний комплект К-505, який об'єднує в собі показчик сили струму амперметр (А), напруги - вольтметр (V) і потужності струму - ватметр (W) (рис. 3.1). Основна похибка приладів комплекту в області частот від 40 до 65 Гц при вимірюванні струмів до 10 А, напруги від 75 до 600 В і потужностей, відповідних зазначеним величинам струмів і напруг, не перевищує $\pm 0,5\%$ від кінцевого значення робочої частини шкали [32].

Для проведення вимірювань активної потужності використовували тільки повірений і тарований прилад. Приводний електродвигун і вимірювальний комплект К-505 перед початком проведення досліджень надійно підключали до заземлюючого пристрою. Вимірювання величини струму до 10 А, напруг до 600 В і відповідно активних потужностей проводили без включення в ланцюг електроприводу вимірювального трансформатора струму УТТ-5М, що входить в комплектацію приладу. Послідовність фаз визначали по напрямку обертання диска фазопоказчика, розміщеного в комплекті.

Механічну потужність двигуна (на ведучому валу) $N_{заг}$, кВт, визначали за формулою:

$$N_{заг} = \rho^n \cdot \eta \cdot \eta^m, \text{ кВт}, \quad (3.23)$$

де ρ^n - потужність, споживана електродвигуном від мережі при будь-якому навантаженні, кВт;

η - ККД електродвигуна;

η^M - ККД механічного приводу.

Активна потужність в трифазному ланцюгу ρ_{Σ}^n , кВт, визначалася шляхом підсумовування вимірюваних ватметром комплекту потужностей в кожній фазі

$$\rho_{\Sigma}^n = \rho_a + \rho_b + \rho_c, \quad (3.24)$$

де ρ_a, ρ_b, ρ_c - потужності, виміряні відповідно у фазах А, В і С, кВт.

Коефіцієнт потужності в трифазному ланцюгу $\cos \alpha$ при рівномірному навантаженні фаз визначався за формулою:

$$\cos \alpha = \frac{\rho_a + \rho_b + \rho_c}{3 \cdot I \cdot U_{\phi}}, \quad (3.25)$$

де I - значення вимірюваного струму, А (по амперметру комплекту);

U_{ϕ} - значення вимірюваної фазної напруги, В (по вольтметру комплекту).

Справжнє значення вимірюваного струму I , А, напруги U , В, і потужності P , кВт, визначалося за формулами:

$$I = C_a \cdot \alpha_a, \quad (3.26)$$

$$U = C_u \cdot \alpha_u, \quad (3.27)$$

$$P = C_p \cdot \alpha_p, \quad (3.28)$$

де C_a, C_u та C_p - ціна поділок амперметра, вольтметра і ватметра відповідно в А/под; В/под; Вт/под;

$\alpha_a, \alpha_u, \alpha_p$ - відлік по шкалі амперметра, вольтметра і ватметра в поділках.

Ціна поділки амперметра, вольтметра і ватметра визначалася відповідно з обраними режимами вимірювань по таблиці, розміщеній на лицьовій панелі комплекту.

При малих відхиленнях показчиків приладів перемиканням меж вимірювань обиралася потрібна межа вимірювань, коректуючи ціну поділки приладів.

Внаслідок проведення експериментальних досліджень з пресування рулонів хлібної маси встановлено, що обороти шнека прес-підбирача, конструктивно об'єднаного з елеватором, перебували в межах $40 - 120 \text{ хв}^{-1}$, а

подача зернового вороху на шнек при біологічній урожайності зерна, що дорівнює 0,95 ц/га, не перевищила 0,5 кг/с. При цьому забивання шнека зерновим ворохом не спостерігалось. Виходячи з цього, заміри активної потужності проводились при оборотах шнека 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 хв на холостому ходу (подача дорівнює нулю) і на тих самих обертах при подачі зернового вороху на шнек 0,25, 0, 5 і 1 кг/с.

Повторність на кожному з перерахованих вище режимів - триразова. Налаштування шнека і елеватора на задані обороти здійснювали шляхом плавної зміни передавального відношення універсального регулятора швидкості (УРСа), включеного в схему передавального механізму лабораторної установки.

Вимірювання числа обертів валу шнека проводили за допомогою тахометра СК-751 годинникового типу ГОСТ 22597-79 з межею вимірювань 0-10000 хв⁻¹ і ціною поділки 10 хв⁻¹. Вимірювання проводилися в триразовій повторності і обчисленням середнього значення.

Подачу зернового вороху в живильник шнека $q_{зв}$, кг/с, визначали за формулою:

$$q_{зв} = \frac{M_{зв}}{t_{Т.зв}}, \quad (3.29)$$

де $M_{зв}$ - маса зернового вороху, що подається в живильник шнека, кг;

$t_{Т.зв}$ - час транспортування зернового вороху з шнека в бункер, с.

Вимірювання часу проводилися за допомогою секундоміра II класу точності СДСпр-1 ГОСТ 5072-71 з межею вимірювань 0-30 хв і допустимою похибкою $\pm 0,1$ с.

Зважування зернового вороху виконувалося на вагах РН-10Ц-13У. ТУ 25.06.575-77 з набором важків Г-4-211.10 ГОСТ 7328-73. Межа вимірювань ваг 0 - 1 кг, ціна поділки 5 м. Обчислення проводили з точністю до 0,01 кг.

Вологість зернового вороху визначалася по ГОСТ 12041-82. Визначення потужнісних показників виконували як на сталому, так і на пусковому режимах роботи установки.

Активну потужність приводу ρ^n , кВт, визначали як різницю потужностей при навантаженні і без такого за формулою:

$$\rho^n = \rho_n^n - \rho_{xx}^n, \quad (3.30)$$

де ρ_n^n - потужність приводу під навантаженням, кВт;

ρ_{xx}^n - потужність приводу холостого ходу, кВт.

Заміри потужностей ρ_a , ρ_b і ρ_c відповідно у фазах А, В і С проводилися з триразовою повторністю з округленням до цілого числа.

Визначення ККД механічного приводу рулонної установки η_m , виконувалося по формулі:

$$\eta_m = \eta_{nac} \cdot \eta_{лан} \cdot \eta_n^R, \quad (3.31)$$

де η_{nac} - ККД пасової передачі;

$\eta_{лан}$ - ККД ланцюгової передачі;

η_n - ККД підшипників;

R - число пар підшипників.

Механічна потужність на ведучому валу двигуна N , кВт, визначалася за формулою (3.23).

4. Результати експериментальних досліджень прес-підбирача для збирання зернових культур

4.1. Умови проведення випробувань рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур

Випробування рулонної технології збирання зернових культур з використанням рулонного прес-підбирача проводилися в ПСП «Агрофірма Нападівська» Липовецького району Вінницької області на ділянках посівів пшениці сортів «Антонівка» і «Подільянка» загальною площею 5 га.

4.2. Опис конструкції і принцип дії рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур

Для проведення експериментальних досліджень виготовлений дослідний зразок прес-підбирача для збирання зернових культур. Всі встановлені на переобладнаному прес-підбирачі вузли і агрегати модифіковані з серійними агрегатами сільськогосподарських машин.

На рисунку 4.1 представлена схема рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур.

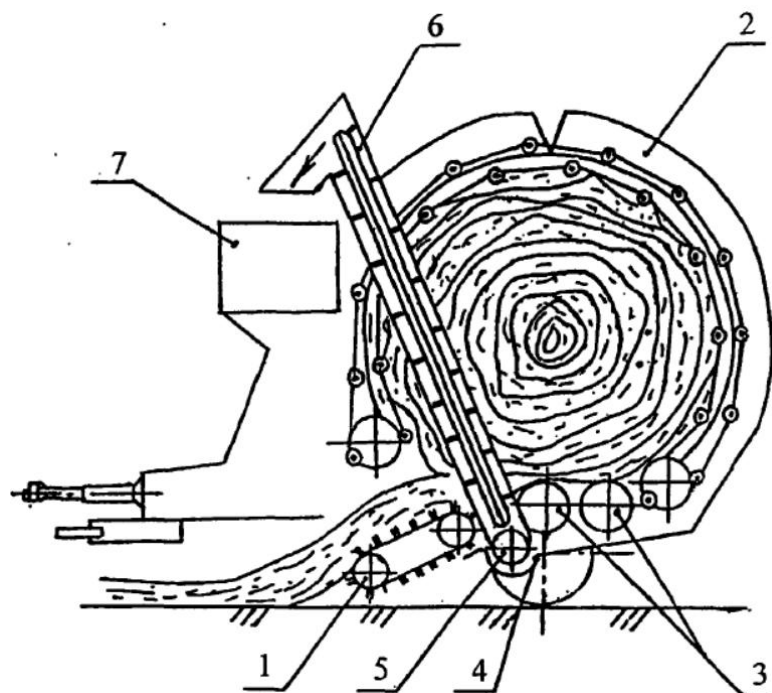


Рис. 4.1. Рулонний прес-підбирач для збирання зернових культур.

Технологічний процес роботи рулонного прес-підбирача наступний. Пресована хлібна маса підбирачем 1 подається в пресувальну камеру 2, в якій за допомогою вальців 3 і механізму пресування закручується в рулон. В результаті формування рулону вимолочене і просипане в піддон 4 зерно надходить в шнек 5, по шнеку зерно подається до елеватора 6. Далі по елеватору зерно надходить в бункер 7.

На рисунку 4.2 зображений рулонний прес-підбирач для збирання зернових культур.



Рис. 4.2. Рулонний прес-підбирач для збирання зернових культур.

Щоб забезпечити передбачений ДСТУ дорожній просвіт, а також з метою підвищення вантажопідйомності машини, замість стандартних коліс вантажопідйомністю 1800 кг були встановлені колеса більшого діаметру і вантажопідйомності. В результаті даної операції вантажопідйомність колісного ходу збільшилася до 2520 кг, а дорожній просвіт прес-підбирача склав 300 мм.

Для зниження втрат зернової частини врожаю барабанний підбирач типу 54-102А був замінений на стрічково-транспортний ППТ-3А. Крім того, місця проміжних з'єднань роз'ємів оболонки пресувальної камери ущільнені гумовими прокладками.

Для збору зернового вороху, вимолоченого з рулону, в процесі його формування виготовлений бункер, обладнаний шнеком для вивантаження зерна. Бункер кріпиться до рами прес-підбирача.

Технічна характеристика рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур представлена в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.

**Умови проведення випробувань рулонного
прес-підбирача для прибирання культур**

№	Назва показника	Значення показника	
		Ділянка №1	Ділянка №2
1	Дата проведення випробувань	21.08.2020- 22.08.2020	23.08.2020- 24.08.2020
2	Вид роботи	Підбір валків, формування рулонів хлібної маси	
3	Машина для утворення валків	Жатка валкова	
4	Склад агрегата	Т40АМ+ПР-200	
5	Довжина гону, м	550	870
6	Рельєф	Рівний	
7	Тип ґрунту	Лугово-чорноземний	
8	Вологість ґрунту, % в шарі 0 - 10 см	26,3	28,8
9	Твердість ґрунту, МПа, в шарі 0 - 10 см	1,27	1,14
10	Засміченість камінням ділянка, шт/га	ні	
11	Температура повітря, °С	21	19
12	Відносна вологість повітря, %	75	82
13	Швидкість вітру, м/с	1,3	1,8
14	Культура	Пшениця	
15	Сорт	Подолька	
16	Вміст зерна різної стиглості культури:		
	- молочно-воскова стиглість, %	0,33	3,2
	- воскова стиглість, %	6	10,8
	- повна стиглість, %	93,67	86
17	Висота рослин, м	0,53	0,58
18	Полеглість повітря, %	4	2,8
19	Біологічна урожайність культури, т/га	0,95	0,43
20	Вологість хлібної маси, %	17-21	13-17
Характеристика валка			
21	Тип	одинарний	
22	Висота, м	0,15	0,1
23	Товщина, м	0,11	0,09
24	Просвіт між ґрунтом і валком, м	0,04	0,03
25	Ширина, м	0,92	0,8
26	Маса 1 пог. м, кг (при 14% вологості хлібної маси)	2,4	1,6
27	Відношення маси зерна до маси	1:2	1:2
28	Висота стерни, м	0,11	0,13

4.3. Результати визначення режимів роботи і продуктивності рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур

Результати визначення режимів роботи і продуктивності експериментального прес-підбирача для збирання зернових культур при різній урожайності і вологості хлібної маси зведені таблицю 4.2.

Таблиця 4.2.

Режими роботи і продуктивність рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур

Номер рулонна	q , т/га	ρ^3 , кг/м ³	$W_{хм}$, %	m , кг	V_p , м ³	q , кг/с	$V_{агр}$, км/год	$T_{ц}$, год.	F , га	$W_{агр}$, га/год
1	0,43	106,7	16,5	123	1,16	1	4,13	0,08533	0,1488	2,48
2	0,43	106,7	17,2	145	1,36	1,05	5,43	0,05787	0,1032	3,26
3	0,43	117	16,05	155	1,31	0,78	6,67	0,05138	0,12	4
4	0,43	125	13,9	167	1,33	0,67	4,32	0,09086	0,1728	2,59
5	0,43	125,3	15,4	160	1,28	0,76	3,12	0,07313	0,1092	1,87
6	0,43	132	16,2	198	1,5	1,32	7,11	0,06061	0,1578	4,27
7	0,95	134	20,1	171,3	1,28	4,04	6,02	0,02985	0,0426	3,61
8	0,43	144,3	13,2	197	1,36	3,92	4,1	0,06667	0,1224	2,46
9	0,95	148	19,5	198,3	1,37	3,75	4,91	0,03861	0,084	2,95
10	0,95	155	18,6	209	1,35	3,5	5,72	0,09101	0,0489	3,43
11	0,43	156,6	14,6	223	1,42	1,16	9,13	0,05719	0,1824	5,49
12	0,95	159,3	19,2	226,7	1,42	3,38	5,51	0,03461	0,061	3,3
13	0,95	168	18,2	242	1,44	3,18	5,8	0,0459	0,084	3,48
14	0,43	169,7	14	220	1,3	0,61	5,05	0,07794	0,1788	3,03
15	0,95	170	17,7	265	1,56	3,22	6,01	0,08203	0,0932	3,61
16	0,95	180	18,0	292	1,62	2,92	4,38	0,09782	0,1046	2,63
17	0,95	192	17,3	298,2	1,55	3,35	4,44	0,03925	0,066	2,66

4.4. Результати визначення вимолоту зерна в процесі виробництва і вивантаження рулону

Вимолот зерна є основним показником, що характеризує роботу прес-підбирача на збиранні зернових культур. Значний вплив на величину вимолоту надають: щільність пресування рулонів; вологість пресованої хлібної маси і подача хлібної маси в пресувальну камеру прес-підбирача.

На рисунку 4.3 показана зміна вимолоту зерна рулонним прес-підбирачем в залежності від щільності пресування рулонів.

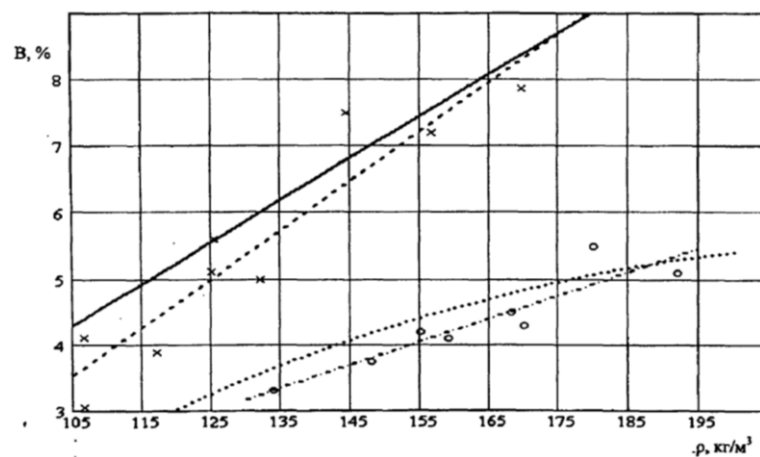


Рис. 4.3. Зміна вимолоту зерна рулонним прес-підбирачем в залежності від щільності пресування рулонів:

- теоретичний при врожайності 0,43 т/га;
- ×-----× експериментальний при врожайності 0,43 т/га; $B_1 = -4,224 + 0,074 p$;
- теоретичний при врожайності 0,95 т/га;
- о-----о експериментальний при врожайності 0,95 т/га; $B_2 = -1,449 + 0,035 p$.

Рисунок 4.3 дозволяє зробити висновок, що зі збільшенням щільності пресування збільшується вимолот зерна. Вимолот зерна з рулону при врожайності культури 0,43 т/га вище, ніж при врожайності 0,95 т/га при однаковій щільності пресування. Розбіжності результатів теоретичних і експериментальних досліджень не перевищують 3,5%.

На рисунку 4.4 показані залежності вимолоченого з рулону зерна від вологості і подачі хлібної маси в пресувальну камеру.

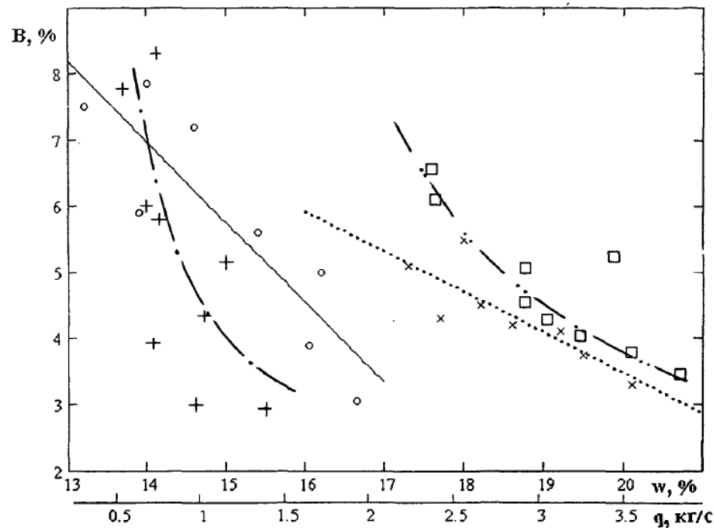


Рис. 4.4. Залежність вимолоту зерна від вологості і подачі хлібної маси:

- o-----o при урожайності 0,43 т/га; $B_1 = 23,94 - 1,213w$;
- ×-----× при урожайності 0,43 т/га; $B_2 = 15,735 - 0,613w$;
- +-----+ при урожайності 0,95 т/га; $B_1 = 14,635 - 15,566q + 5,387q^2$;
- при урожайності 0,95 т/га; $B_2 = 16,758 - 5,453q + 0,528q^2$.

Так, при щільності пресування 130 кг/м^3 , вимолот при врожайності культури $0,43 \text{ т/га}$ дорівнює $5,2\%$, при врожайності $0,95 \text{ т/га}$ - $3,2\%$. При збільшенні щільності пресування до 170 кг/м^3 при врожайності $0,43 \text{ т/га}$ вимолоту склав $8,3\%$, а при врожайності $0,95 \text{ т/га}$ - $4,2\%$. Вологість пресованої хлібної маси становила 17% . Збільшення вологості пресованої хлібної маси призводить до зниження вимолоту зерна. Так, при вологості хлібної маси $13,5\%$ вимолот зерна при пресуванні культури врожайністю $0,43 \text{ т/га}$ становив $7,5\%$, а при збільшенні вологості до 17% знизився до $3,2\%$. При врожайності культури $0,95 \text{ т/га}$ і вологості хлібної маси 17% вимолоту склав 5% , а збільшення вологості до 20% спричинило за собою зниження вимолоту до $3,3\%$, щільність пресування хлібної маси склала $\rho = 150 \text{ кг/м}^3$.

При збільшенні подачі хлібної маси в пресувальну камеру прес-підбирача кількість вимолоченого з рулону зерна знижується. Так, при врожайності культури $0,43 \text{ т/га}$, збільшення подачі з $0,5$ до $1,5 \text{ кг/с}$ викликало зниження вимолоченого зерна з 8 до $3,5\%$, а при врожайності $0,95 \text{ т/га}$ збільшення подачі

з 2,5 до 4 кг/с призвело до зниження вимолоченого з рулону зерна з 6 до 3,5%. Дослідження проведені при вологості пресованої хлібної маси 17% і щільності пресування рулонів $\rho = 150 \text{ кг/м}^3$.

4.5. Результати оцінки технологічних показників якості роботи рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур

Показники якості роботи рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур визначаються часткою пошкодженого вузлами і агрегатами машини зерен, а також загальною величиною втрат зерна при пресуванні хлібної маси в рулон.

На рисунку 4.5 представлені залежності пошкодження зерна, вимолоченого з рулону (бункерного) і знаходиться в рулоні, від щільності пресування рулонів при вологості хлібної маси $W = 17\%$ і вологості хлібної маси при щільності пресування $\rho = 150 \text{ кг/м}^3$.

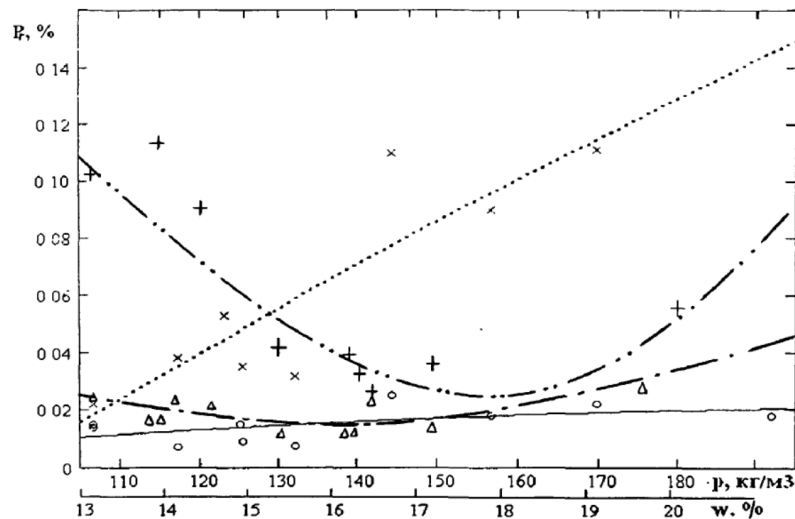


Рис. 4.5. Залежність пошкодження зерна від щільності пресування рулонів і вологості пресованої хлібної маси:

- \circ ----- \circ зерно в рулоні $P_r = -0,016 + 0,0003354p - 0,0000007442 p^2$;
- \times ----- \times бункерне зерно $P_r = -0,176 + 0,002003p - 0,000001726 p^2$;
- Δ ----- Δ зерно в рулоні $P_r = 0,485 - 0,061w + 0,001976w^2$;
- $+$ ----- $+$ бункерне зерно $P_r = 1,468 - 0,167w + 0,004869 w^2$.

Зі збільшенням щільності пресування рулонів збільшується і кількість пошкоджених вузлами і агрегатами прес-підбирача зерен. Так, при $\rho = 130 \text{ кг/м}^3$ пошкодження бункерного зерна склали 0,05%, зерна, що знаходиться в рулоні - 0,01%. При збільшенні щільності пресування до 180 кг/м^3 пошкодження бункерного зерна досягли 0,13%, а зерна, що знаходиться в рулоні - 0,02%.

Оптимальною вологістю пресованої хлібної маси слід вважати вологість від 14 до 17% для зерна, що знаходиться в рулоні, при цьому пошкодження зерна мінімальні і не перевищують 0,01 і 16,5-18,5% для бункерного зерна, при якій пошкодження складають 0,03 %.

На рисунку 4.6 зображено залежність втрат зерна за прес-підбирачем від щільності пресування рулонів і вологості хлібної маси при врожайності пшениці 0,95 т/га.

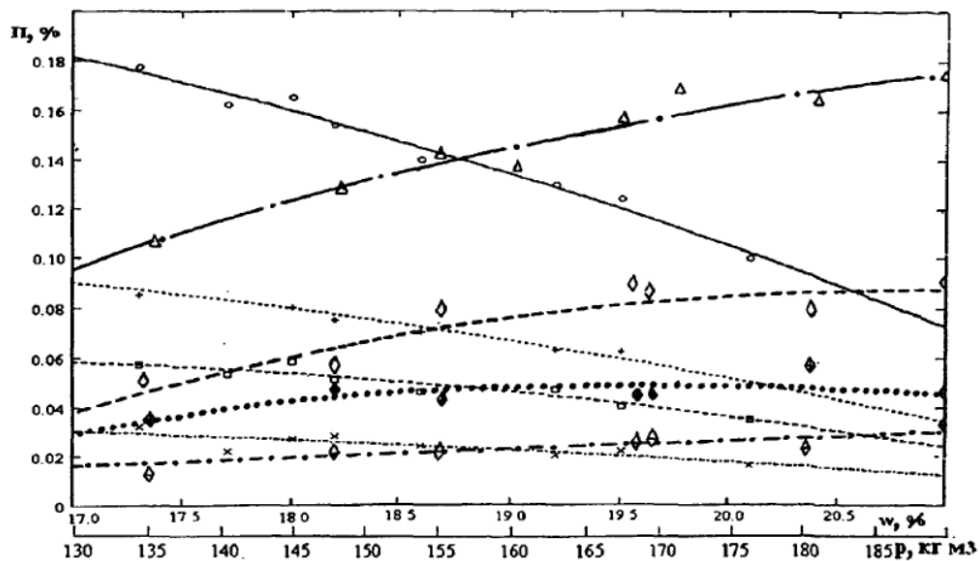


Рис. 4.6 Втрати зерна за прес-підбирачем в залежності від щільності пресування рулонів і вологості хлібної маси при врожайності культури 0,95 т/га.

○-----○ за підбирачем	$\Pi_1 = -1,198 + 0,002566p - 0,000005504p^2;$
□-----□ за пресувальною камерою	$\Pi_2 = -0,136 + 0,001929p - 0,000004836p^2;$
×-----× при вивантаженні рулону	$\Pi_3 = -0,025 + 0,0003579p - 0,000003442p^2;$
○-----○ сумарні	$\Pi = -0,323 + 0,00442p - 0,00000943p^2;$
◇-----◇ за підбирачем	$\Pi_1 = -0,081 + 0,029w - 0,001142w^2;$
+-----+ за пресувальною камерою	$\Pi_2 = -0,245 + 0,039w - 0,001559w^2;$
◇-----◇ при вивантаженні рулону	$\Pi_3 = 0,016 + 0,005174w - 0,0002556w^2;$
Δ-----Δ сумарні	$\Pi = -0,005658 + 0,042w - 0,00182w^2.$

Збільшення щільності пресування призводить до збільшення втрат зерна. Так, при щільності пресування 135 кг/м^3 втрати зерна за підбирачем, пресувальною камерою і при вивантаженні рулонів склали відповідно 0,044, 0,037 і 0,018%. Загальні втрати за машиною рівні 0,1%. Збільшення щільності пресування до 190 кг/м^3 призвело до збільшення втрат за підбирачем - до 0,085%, за пресувальною камерою - до 0,046% і при вивантаженні рулонів - до 0,022%.

Збільшення вологості пресованої хлібної маси призводить до зниження втрат зерна як за вузлами і агрегатами прес-підбирача, так і за машиною в цілому. При вологості хлібної маси 17% втрати зерна за підбирачем, пресувальною камерою і при вивантаженні рулонів не перевищили відповідно 0,09, 0,056 і 0,03%, Загальні втрати за машиною склали 0,18%. При збільшенні вологості до 20,5% втрати зерна за підбирачем, пресувальною камерою і при вивантаженні рулонів знизились до 0,043, 0,03 і 0,02% відповідно. Загальні втрати не перевищили 0,09%.

На рисунку 4.7 зображено залежність втрат зерна за прес-підбирачем від подачі хлібної маси в пресувальну камеру при врожайності пшениці 0,95 т/га.

При подачі хлібної маси в пресувальну камеру 2,9 кг/с, втрати зерна за підбирачем, пресувальною камерою і при вивантаженні рулонів не перевищили відповідно 0,081, 0,056 і 0,022%. Загальні втрати за машиною склали 0,162%. При збільшенні подачі хлібної маси до 4 кг/с втрати зерна за підбирачем, пресувальною камерою і при вивантаженні рулонів знизилися до 0,056, 0,037 і 0,02% відповідно. Загальні втрати зерна за машиною склали 0,1%.

Проаналізувавши вищезгадані залежності, слід зазначити, що найменші втрати зерна спостерігалися під час вивантаження рулонів з пресувальної камери, найбільш високі - за стрічковим підбирачем. Втрати зерна за пресувальною камерою зайняли проміжне значення між втратами під час вивантаження рулону і втратами за підбирачем. Дослідження проведені при вологості пресованої хлібної маси 17% і щільності пресування рулонів $\rho = 150 \text{ кг/м}^3$.

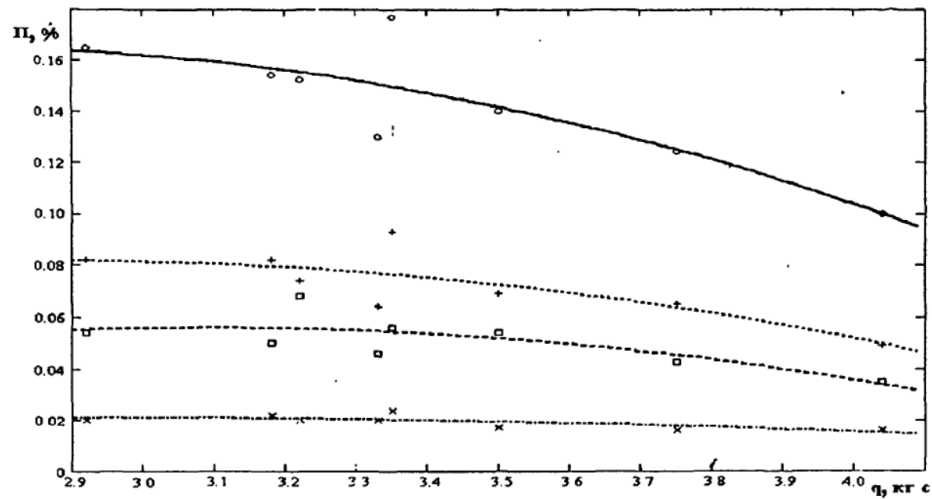


Рис. 4.7. Втрати зерна за прес-підбирачем в залежності від подачі хлібної маси при врожайності культури 0,95 т/га:

+-----+	за підбирачем	$\Pi_1 = -0,113 + 0,136q - 0,024q^2;$
□-----□	за пресувальною камерою	$\Pi_2 = -0,018 + 0,152q - 0,025q^2;$
×-----×	при вивантаженні рулону	$\Pi_3 = -0,021 + 0,029q - 0,0004951q^2;$
o-----o	сумарні	$\Pi = -0,092 + 0,192q - 0,036q^2.$

За результатами теоретичних і експериментальних досліджень побудована номограма для визначення довжини шляху і часу заповнення бункера рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур (рис. 4.8).

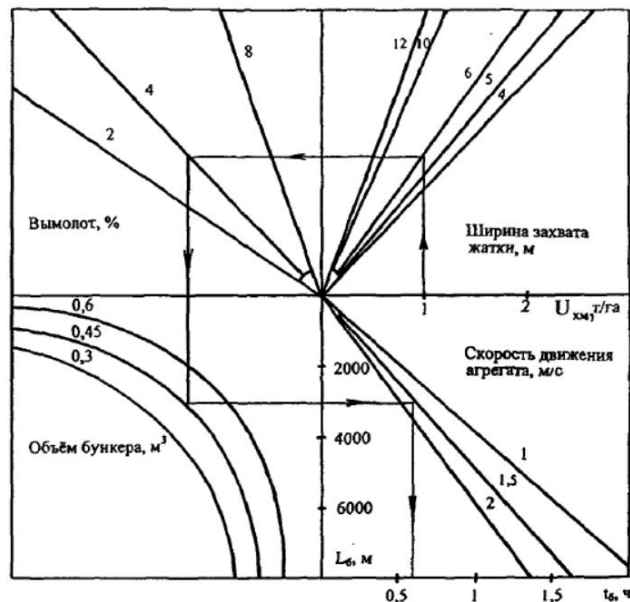


Рис. 4.8. Номограма визначення шляху і часу заповнення бункера рулонного прес-підбирача в залежності від швидкості руху агрегату, ширини захвату жатки і вимолоту зерна при пресуванні хлібної маси в рулони.

Згідно побудованої номограми при збиранні пшениці урожайністю 1 т/га з використанням жатки зернозбирального комбайна при об'ємі бункера прес-підбирача 0,45 м і вимолоту зернового вороху 4%, шлях заповнення бункера склав 3100 м, а час його заповнення 0,52 год.

4.6. Результати визначення затрат потужності на привод додаткового обладнання до прес-підбирача для збирання зернових культур

Для визначення витрат потужності на привод додаткового обладнання до прес-підбирача для збирання зернових культур розроблена і виготовлена рулонна установка (рис. 4.9).

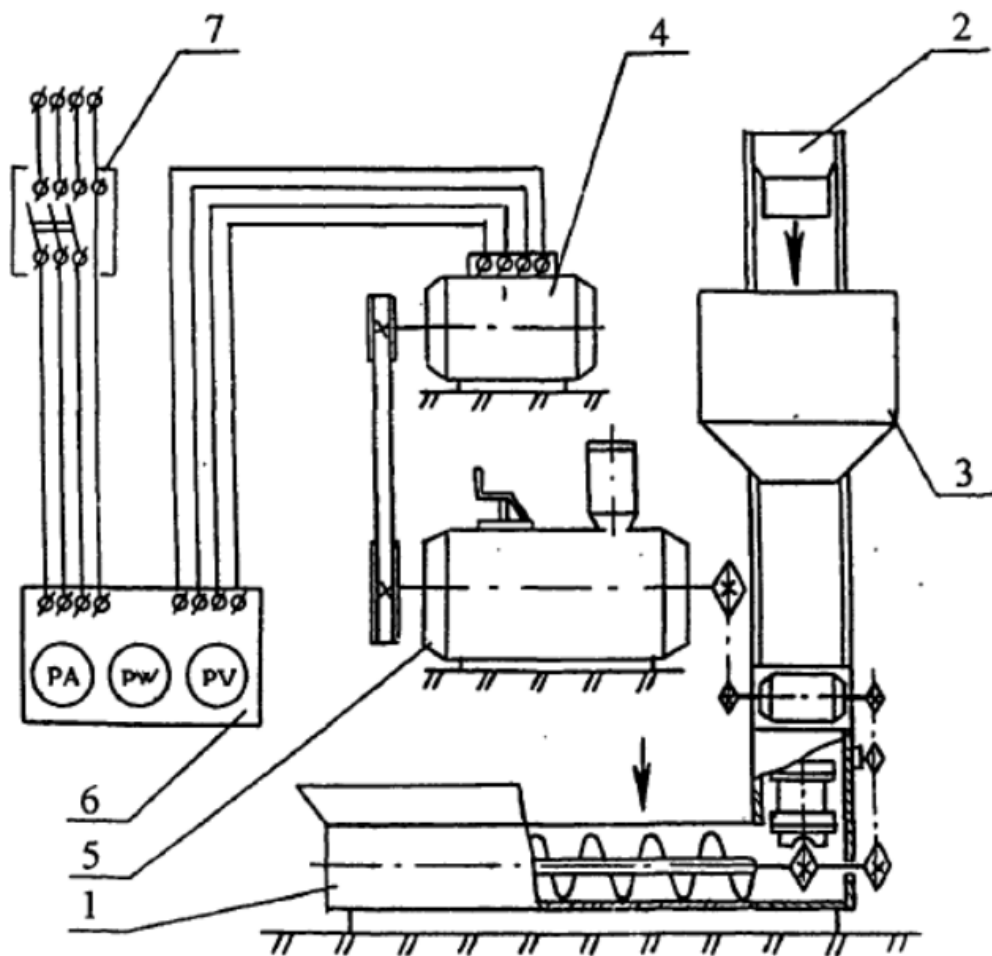


Рис. 4.9. Схема рулонної установки.

Рулонна установка для визначення затрат потужності на привод додаткового обладнання складається зі шнека 1, елеватора 2, бункера 3, приводного електродвигуна 4, універсального регулятора швидкості (УРС) 5, Привод від електродвигуна до УРСу здійснений за допомогою клинопасової передачі. Натяг паса здійснюється натяжним пристроєм, що знаходиться на рамці кріплення електродвигуна до рами рулонної установки.

Включення електродвигуна в мережу трифазного змінного струму виконуємо через вимірювальний комплект 6. Для забезпечення захисту приводного електродвигуна і вимірювального комплекту від перевантажень в електричний ланцюг включаємо автоматичний вимикач 7.

Рулонна установка для визначення витрат потужності на привод додаткового обладнання до прес-підбирача для збирання зернових культур представлена на рисунку 4.10.

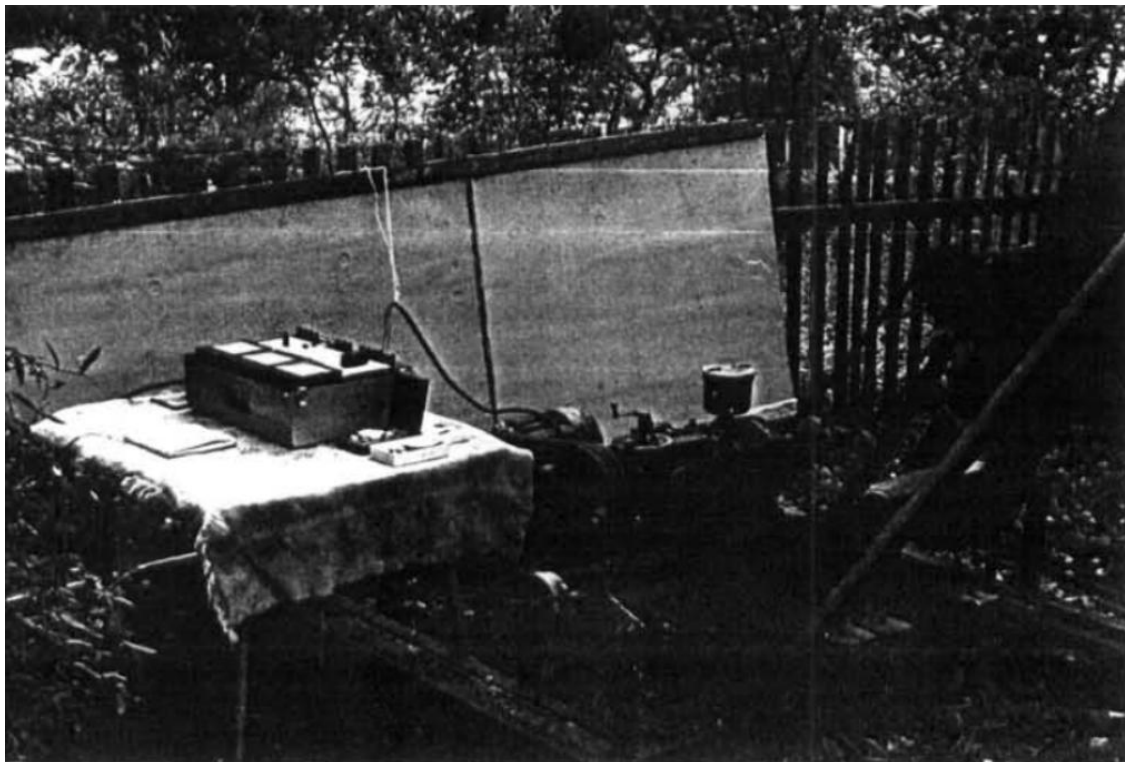


Рис. 4.10 Рулонна установка.

Технічна характеристика рулонної установки представлена в таблиці 4.3.

**Технічна характеристика рулонного
прес-підбирача для збирання зернових культур**

№	Назва показника	Значення показника
1	Базова модель	Прес-підбирач ПР-200
2	Клас трактора, кН	0,9-1,4
3	Продуктивність, т/год	до 10
4	Щільність пресування хлібної маси, кг/м (при вологості 20 - 26%)	до 190
5	Діаметр рулонна, м	1,2
6	Довжина рулонна, м	1,2
7	Маса рулонна, кг	до 300
8	Робоча швидкість, км/год	до 9
9	Транспортна швидкість, км/год	до 25
10	Габаритні розміри: - довжина, мм - висота, мм - ширина, мм	3600 3000 2500
11	Маса, кг	2098
12	Ширина колії, мм	2300
13	Дорожній просвіт, мм	300
14	Споживана потужність, кВт	до 30
15	Тип в'язального матеріалу	синтетичний шпагат
16	Витрата в'язального матеріалу, кг/т	0,23 - 0,45
17	Обслуговується	1 тракторист
Додаткове обладнання		
18	Підбирач, шт.	1
19	Тип	стрічково-транспортний з пружинними пальцями ППТ-3А
20	Число обертів, хв ⁻¹	38-94
21	Ширина, мм	1500
22	Довжина, мм	760
23	Шнек, шт	1
24	Діаметр витків, мм	160
25	Шаг, мм	170
26	Число обертів, хв ⁻¹	50-148
27	Довжина, мм	1580
28	Довжина робочої частини, мм	1450
29	Елеватор, шт	1
30	Довжина скребка, мм	120
31	Висота скребка, мм	70
32	Крок між скребками, мм	150

Внаслідок проведених експериментальних досліджень встановлено, що найбільше впливають на затрати потужності, яка необхідна для приводу додаткового обладнання є маса зернового вороху, що знаходиться на жолобі шнека і елеватора, а також обороти приводного механізму транспортної машини.

На рисунку 4.11 представлені залежності затрат потужності на привод додаткового обладнання до рулонного прес-підбирача від оборотів приводного механізму. Збільшення оборотів приводного механізму шнека і елеватора, і збільшення маси зернового вороху на транспортних машинах призводить до збільшення потрібної потужності.

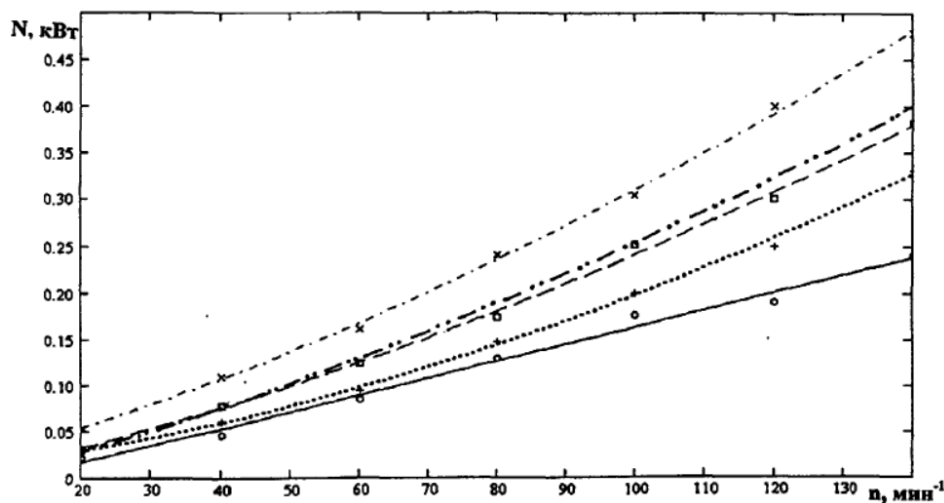


Рис. 4.11 Зміна потужності, що витрачається на привод додаткового обладнання до рулонного прес-підбирача:

- | | | |
|-----------|---|--|
| o-----o | експериментальна на холостому ходу | $P_h = -0,2 + 0,001811n + 0,0000002083n^2;$ |
| +.....+ | експериментальна при подачі зернового вороху в бункер 0,25 кг | $P_1 = 0,004286 + 0,001001n - 0,000009315n^2;$ |
| □-----□ | експериментальна при подачі зернового вороху в бункер 0,5 кг | $P_2 = 0,006286 + 0,001767n + 0,000007083n^2;$ |
| x-----x | експериментальна при подачі зернового вороху в бункер 1 кг | $P_3 = 0,007143 + 0,002158n + 0,00000878n^2;$ |
| - - - - - | теоретична при подачі зернового вороху в бункер 0,5 кг. | |

Так, при оборотах 40 хв^{-1} потужність, витрачена на привод додаткового обладнання на холостому ходу і при масі зернового вороху на шнеку 0,25, 0,51 кг, склала відповідно 0,04, 0,05, 0,06, 0,1 кВт. При збільшенні оборотів шнека до 80 хв^{-1} - 0,12, 0,13, 0,16 і 0,22 кВт. При оборотах шнека, рівних 140 хв^{-1} потрібна потужність не перевищила 0,24, 0,32, 0,38 і 0,48 кВт відповідно.

Теоретична і рулонна криві потужності приводу додаткового обладнання до прес-підбирача для збирання зернових культур знаходяться в допустимих межах. Розбіжність результатів не перевищує 4,5%.

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5.1. Аналіз стану охорони праці в господарстві

Законодавство про охорону праці складається з Закону України „Про охорону праці”, Кодексу законів про працю України, Закону України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності" та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів.

Роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці у кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці.

На підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше осіб роботодавець створює службу охорони праці відповідно до типового положення, що затверджується спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з питань нагляду за охороною праці.

На підприємстві з кількістю працюючих менше 50 осіб функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку.

На підприємстві з кількістю працюючих менше 20 осіб для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах, які мають відповідну підготовку.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо роботодавцю. (ст. 15 Закону України ["Про охорону праці"](#)).

Служба охорони праці створюється роботодавцем для організації виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям у процесі праці..

На підприємстві повинна бути нормативна, розпорядна, звітна й облікова документація з питань охорони праці.

Нормативна документація: закони, норми, правила, типові положення.

Розпорядна документація : накази, розпорядження, положення, інструкції.

Звітна документація: форми офіційної статистичної звітності.

Облікова документація відбиває всю діяльність по охороні праці на підприємстві, вона включає журнали, переліки, графіки, протоколи, плани, схеми.

Уся документація повинна зберігатися в службі охорони праці підприємства в належному стані, зручному для користування, при необхідності або у випадку контролю підприємства органами державного нагляду.

Роботодавець повинен розробити Положення про службу охорони праці, що має відповідати НПАОП 0.00-4.21-04 “Типове положення про службу охорони праці”, затвердженому наказом Держнаглядохоронпраці України 15.11.2004р. № 255, зареєстрованим в Мін’юсті України 01.12.2004 р. № 1526/1012 із змінами внесеними наказом Держгірпромнагляд 02.10.2007р. № 236, зареєстрованими в Мін’юсті України 18.10.2007р. № 1191/14458.

За стан охорони праці в господарстві ФГ «Червоне» відповідає керівник господарства, а в підрозділах - керівники підрозділів.

На території ФГ «Червоне» працює баня, їдальня для працівників, медичний пункт, є будинок тваринника. Проте в не у усіх підрозділах господарства обладнані кімнати гігієни та відпочинку.

Керівник господарства наказом призначає інженера по охороні праці. Інженер з охорони праці має вищу освіту, за спеціальністю вчений агроном, стаж роботи в сільському господарстві-22 роки. На посаді інженера з охорони праці-8 місяців. Він перевіряє виконання вимог охорони праці в підрозділах, дає розпорядження по усуненню виявлених недоліків, проводить навчання по охороні праці. В господарстві є кабінет з охорони праці. Кабінет займає площу 32 м², в ньому проводять вступні інструктажі.

Інструктажі з охорони праці проводять формально, хоч записи в

журналах реєстрації проведених інструктажів ведуться.

Робітники, зайняті на роботах з шкідливими небезпечними умовами праці забезпечуються засобами індивідуального захисту. Всі виробничі підрозділи, де є шкідливі та небезпечні фактори, обладнанні знаками безпеки та сигналізацією.

5.2. Порядок безпечного виконання робіт під час садіння картоплі картоплесадильною машиною.

Створення безпечних умов праці враховуємо в проекті удосконалення картоплесадильної машини (у ФГ «Червоне» є декілька видів садильних машин як начіпних, так і самохідних).

Стоїть завдання: виключити травматизм та професійні захворювання.

Основні напрямки розділу:

- розробка організаційних, технічних, санітарно - гігієнічних заходів;
- ліквідація небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Аналіз стану системи охорони праці при експлуатації картоплесадильної машини

Щоб виключити виникнення нещасних випадків, потрібно дотримуватися наступних заходів, направлених на зниження травматизму:

1. Ввести контроль над справністю машин, обладнання та інструментів.
2. Приділяти особливу увагу своєчасному застосуванню працівниками засобів індивідуального захисту.
3. Не допускати до роботи осіб, які не знають будову і правила експлуатації картоплесадильного агрегату.
4. Ввести матеріальне покарання за порушення правил охорони праці та трудової дисципліни.
5. Ввести контроль над витрачанням коштів виділених на охорону праці.
6. Ввести заохочення за підсумками року.

5.3. Організаційно - технічні заходи з охорони праці

Технологічний процес:

Технологічний процес включає в себе наступне:

- огляд агрегату;
- з'єднання з трактором;
- технологічна налагодження та регулювання;
- транспортування до місця садіння картоплі;
- садіння картоплі.

Організаційні заходи.

Організаційні заходи включають в себе наступне [30]:

- навчання, атестування і допуск персоналу до самостійної роботи;
- проведення інструктажів по заходах безпеки;
- контроль виконання персоналом заходів безпеки;
- розробка планів перевірки: механіки, електрики, безпечних умов роботи; проведених треступеневого контролю (за графіком).

Проведення інструктажів стосовно заходів безпеки відбувається з урахуванням вимог:

ГОСТ 12.2.019-86 ССБТ. Трактори і самохідні сільськогосподарські машини. Загальні вимоги безпеки.

НАПБ А.01.001-2004 Правила пожежної безпеки в Україні.

СП 2.2.2.1387-03 Гігієнічні вимоги до організації технологічних процесів, виробничого обладнання та робочого інструменту.

При експлуатації картоплесадильної машини виникають небезпечні виробничі фактори [30] джерелами яких є:

1. Рухомий агрегат.
2. Незахищені обертові частини машин і обладнання.
3. Відсутність на тракторах захисних кабін (каркасів).

Небезпека виробничого середовища у ФГ «Червоне».

Небезпека виробничого середовища у ФГ «Червоне» полягає в наступному:

- макрорельєф поверхні колії;
- розміщення сільськогосподарських культур на площах з урахуванням нахилу полів, що перевищують вимоги технологічних карт;

- ширина проїжджої частини, штучних споруд та їх облаштування (греблі, дамби, насипи);

- стан мостів, внутрішньогосподарських доріг, залізничних переїздів, що не відповідає нормам технологічного проектування.

Шкідливі виробничі фактори, які присутні у ФГ «Червоне»:

Шкідливі виробничі фактори полягають в наступному [34]:

- підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони;

- підвищений рівень шуму на робочих місцях;

- підвищений рівень вібрації;

- підвищена або знижена температура повітря робочої зони;

- підвищена або знижена вологість повітря, рух повітря.

Загальні вимоги при збиранні сіна в рулони

Перед початком робіт по пресуванню сіна (соломи) повинна бути перевірена справність вузлів прес-підбирача прокручуванням маховика вручну.

Під час роботи прес-підбирача не допускається:

— знаходитися на прес-підбирачі;

— заглядати в пресувальну камеру;

— поправляти руками в'язальний шпагат у в'язальному апараті;

— знаходитися в зоні обертання маховика;

— проштовхувати руками масу в приймальну камеру.

Під час використання прес-підбирача в стаціонарних умовах власник зобов'язаний:

— організувати подачу маси до приймальної камери з відстані не ближче 1,5 м справними вилами, які при подаванні маси не повинні доходити до приймальної камери ближче 0,5 м;

— встановити додаткові переносні огороження, запобігаючи доступу працівників до приймальної камери і зони обертання маховика карданного валу.

Під час роботи тюкоукладальника обслуговуючий персонал не повинен знаходитися ближче 1 м від робочих ланцюгів підбирача і поперечного

транспортера та проштовхувати тюки в підбирач під час його руху.

Ручне докладання тюків, що обвалилися, дозволяється здійснювати тільки після зупинки агрегату.

Перед вивантаженням штабеля на землю необхідно упевнитися, що в небезпечній зоні немає людей. Під час розвантаження поправляти штабель вручну не допускається.

Працівники, які вкладають тюки в кузов транспортного засобу вручну, повинні знаходитися в кузові не ближче 1 м від бортів. Тюки потрібно подавати узгоджено.

Для піднімання в кузов транспортного засобу і спускання з нього працівникам слід використовувати приставні драбини.

Під час пресування соломи (сіна) не допускається перебування обслуговуючого персоналу і сторонніх осіб:

- біля штабеля тюків під час його стиснення;
- у робочій зоні машини при підніманні й опусканні штабеля;
- у кузові транспортного засобу, завантаженого тюками, під час їх транспортування;
- під платформою.

Штучне сушіння сіна

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.

У випадки аварії або травмуванні людей негайно повідомляти про це адміністрацію і при можливості зберегти стан, при якому це сталося та звернутися до лікувального закладу [30].

У випадку виявлення несправності обладнання або створення аварійної ситуації при виконанні робіт працівник зобов'язаний:

- припинити роботу і попередити інших робочих про небезпеку;
- вивісити застережні знаки та огородити місце аварії;
- повідомити про подію начальнику ділянки і з його дозволу приступити до усунення несправності;
- проводити ремонтні роботи із суворим дотриманням заходів безпеки

відповідно до нормативно-технічної документації;

- доповісти про усуненню несправності начальнику і з його дозволу почати роботу;

- надати першу допомогу потерпілому і відвести в медичний пункт.

Порядок дій у фермерському господарстві у разі настання надзвичайної ситуації

Відповідно до закону України «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру» [35], кожен громадянин України має право на захист життя і здоров'я від вражаючих факторів НС. Він зобов'язаний знати вражаючі чинники НС, причини їх виникнення, вміти локалізувати і ліквідувати наслідки, користуватися засобами індивідуального захисту населення і вміти надавати першу медичну допомогу.

Стихійні дії сил природи, поки ще не в повній мірі підвладні людині, наносять економіці держави і населенню величезний збиток. Стихійні лиха - такі явища природи, які викликають екстремальні ситуації, порушують нормальну життєдіяльність людей і роботу об'єктів [29].

Найбільш характерні стихійні лиха в районі розташування ФГ «Червоне» - пожежі і в малому ступені повені.

Повені - це тимчасове затоплення водою значних територій. Вони виникають через інтенсивне танення снігу, випадання опадів [29].

В зонах можливого затоплення метеостанції повинні вести безперервне спостереження за погодою, станом річок з метою своєчасного визначення можливої повені та оповіщення про це населення.

Необхідно регулювати стік води в річках і зміцнювати їх берега.

Під час паводка необхідно організувати цілодобове чергування, оповістити населення про можливе затоплення.

Після спаду води відновлювати розмиті дороги, пошкоджені мости. Очищають від сміття та мулу підвали, склади, колодязя, тваринницькі приміщення. Ремонтують сільськогосподарську техніку. Проводять інші відновлювальні роботи.

Бурі та урагани - представляють собою рух повітряних мас (вітер) з величезною швидкістю. При бурі швидкість руху повітря становить 18-29 м/с, при урагані перевищує 29 м/с [29].

Необхідно будувати будівлі та споруди з більш міцних матеріалів, що відрізняються найменшою парусністю, ставити більш міцні опори ліній електропередач і зв'язку.

Гідрометеослужба зобов'язана досить точно визначати час появи урагану і негайно сповіщати про це штаб ГЗ, а штаб оповіщати господарство. До підходу ураганного вітру, необхідно закріпити техніку, прибрати зерно в склад, зробити додаткове кріплення стогів сіна, дахів сховищ.

Закрити у виробничих приміщеннях вікна, двері, відключити електромережі. Після урагану проводять відновлювальні роботи з залученням працездатного населення. Відновлюють пошкоджені будівлі, лінії електропередач та зв'язку. Ремонтують пошкоджену техніку. Надають допомогу постраждалим людям і тваринам.

Згідно “Положення про організацію зв'язку і оповіщення в умовах надзвичайних ситуацій”, оповіщення – це доведення сигналів і повідомлень органів цивільної оборони про загрозу та виникнення надзвичайних ситуацій до центральних і місцевих органів виконавчої влади, підприємств.

Система оповіщення цивільного захисту (далі – система оповіщення ЦЗ) – комплекс організаційно-технічних заходів, апаратури і технічних засобів оповіщення, апаратури, засобів та каналів зв'язку, призначених для своєчасного доведення сигналів та інформації з питань цивільної оборони до центральних і місцевих органів виконавчої влади, підприємств, установ і населення.

На випадок загрози або виникнення надзвичайної ситуації загальнодержавного рівня створюється загальнодержавна система централізованого оповіщення центральних і місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування.

Обов'язки організацій у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій.

Організації зобов'язані:

а) планувати і здійснювати необхідні заходи в галузі захисту працівників організацій та підвідомчих об'єктів виробничого та соціального призначення від надзвичайних ситуацій;

б) планувати і проводити заходи з підвищення стійкості функціонування організацій та забезпечення життєдіяльності працівників організацій у надзвичайних ситуаціях;

в) забезпечувати створення, підготовку і підтримання в готовності до застосування сил і засобів попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій, здійснювати навчання працівників організацій способам захисту і діям у надзвичайних ситуаціях;

г) створювати і підтримувати в постійній готовності локальні системи оповіщення про надзвичайні ситуації;

д) забезпечувати організацію та проведення аварійно - рятувальних та інших невідкладних робіт на підвідомчих об'єктах виробничого і соціального призначення та на прилеглих до них територіях відповідно до планами попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій;

е) фінансувати заходи щодо захисту працівників організацій та підвідомчих об'єктів виробничого та соціального призначення від надзвичайних ситуацій;

ж) створювати резерви фінансових і матеріальних ресурсів для ліквідації надзвичайних ситуацій;

з) надавати в установленому порядку інформацію у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій, а також оповіщати працівників організацій про загрозу виникнення або про виникнення надзвичайних ситуацій.

Пропоновані заходи з охорони праці і при НС природного характеру дозволять поліпшити умови праці в господарстві, зменшити показник травматизму, зберегти матеріальні цінності і навколишнє середовище, а отже підвищити економічні показники на підприємстві.

6. Техніко-економічна ефективність рулонного прес-підбирача

Розрахунок економічної ефективності досліджень проведено на основі загальноприйнятої, типової методики дослідження в сільському господарстві результатів науково-дослідних робіт, нової техніки і винаходів.

Річний економічний ефект розраховуємо за приведеними витратами, шляхом порівняння з базовим (існуючими витратами) і рулонним варіантами. При цьому головну складову економічного ефекту очікується отримати від збільшення додатково зібраного зерна, за рахунок зниження втрат за серійною машиною - прес-підбирачем ПР-200.

Результати розрахунків економічної ефективності впровадження рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур зведені в табл. 6.1.

Таблиця 6.1.

Показники економічної ефективності впровадження рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур

Показники	Одиниці Вимірювання	Варіанти		Відхилення	
		Базовий	Проектний	(+/-)	%
1	2	3	4	5	6
1.Балансова вартість машини	тис.грн.	240	255,85	+15,85	6,6
2. Металоемність	Т	1,85	2,098	0,248	П.4
3. Годинна продуктивність агрегата	га/год	4,56	4,52	-0,04	0,088
4. Коефіцієнт використання часу зміни		0,62	0,62	-	-
5. Втрати зерна за машиною	%	2,85	0,14	-2,71	
	т/га	0,271	0,013	-0,256	95,2
	ГДж/га	3,6	0,173	-3,427	
6. Вимолот зерна в бункер прес-підбирача	%		4,8		
	т/га	-	0,456	-	-
	ГДж/га		7,065		
7. Середньозважена ціна пшениці	тис.грн.	4	4	-	-

Продовження таблиці 6.1.

1	2	3	4	5	6
8. Доплата за якість бункерного зерна	%	-	25	-	-
9. Вартість додатково зібраного зерна	тис.грн./га	-	1,032	-	-
10. Вартість бункерного зерна	тис.грн./га	-	0,456	-	-
11. Затрати потужності на привод додаткового обладнання (шнека і елеватора)	кВт	-	0,3	-	-
12. Питома витрата палива трактора	кг/га ГДж/га	5,12 0,22	5,3 0,228	+0,18 +0,008	3,52 3,64
13. Лабораторна схожість зерна	%	96,4	98,3	+1,9	1,97
14. Маса посадочного матеріалу (при нормі 182 г/га)	кг/га	191	185,1	-5,9	3,09
15. Вартість посадочного матеріалу	тис.грн./га	0,764	0,74	- 0,024	3,14
16. Річний економічний ефект	тис.грн./га	-	1,51	-	-
17. Термін окупності	років	-	1	-	-

З таблиці 6.1 випливає, що річний економічний ефект від впровадження рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур склав 1510 грн./га (в цінах 2021 р.). Термін окупності розробки становитиме один рік.

В основному економічний ефект очікується отримати від зниження і втрат зернової частини врожаю і збільшення вартості зерна, вимолоченого прес-підбирачем в бункер, який володіє підвищеним вмістом клейковини (понад 23%).

Загальні висновки

В результаті проведених теоретичних і експериментальних досліджень отримано залежність, що дозволяє визначити оптимальні строки збирання зернових культур з урахуванням хлібопекарських і посівних якостей зерна. Для пресування хлібної маси зернових культур по рулонній технології пропонується застосування рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур.

За результатами проведених теоретичних і експериментальних досліджень отримано залежність, що дозволяє визначити вимолоту зерна з хлібної маси в результаті її пресування рулонним прес-підбирачем.

Експериментальними дослідженнями, проведеними на збиранні пшениці урожайністю 0,95 т/га, встановлено, що збільшення щільності пресування рулонів прес-підбирачем з 130 до 190 кг/м³ призводить до збільшення вимолоту зерна з 3,2 до 5,2% і збільшення втрат зерна з 0,1 до 0,18% при вологості пресованої хлібної маси 17%.

Збільшення вологості пресованої хлібної маси з 16 до 20% спричинило за собою зниження вимолоту зерна з 3,2 до 3,5%, а також зниження втрат зерна за прес-підбирачем з 0,18 до 0,11% при щільності пресування рулонів 150 кг/м³.

Встановлено, що зі збільшенням подачі хлібної маси в пресувальну камеру рулонного прес-підбирача з 3 до 4 кг/с знизився вимолот зерна з 5 до 3,2% і втрати зерна з 0,16 до 0,11% при щільності пресування рулонів 150 кг/м³ і вологості пресованої хлібної маси 17%.

Вимолочене і зібране в процесі пресування рулону прес-підбирачем зерно має максимальні хлібопекарські якості при вологості пресованої хлібної маси 17-20%, посівні якості при вологості 14-16%.

В результаті теоретичних і експериментальних досліджень отримано залежність, яка визначає необхідну потужність на привод додаткового обладнання до рулонного прес-підбирача. Потужність, необхідна для приводу додаткового обладнання до прес-підбирача, не перевищує 0,28 кВт.

Річний економічний ефект впровадження прес-підбирача для збирання зернових культур становить 1510 грн./га.

Список використаних джерел

1. Азарович Е.М. Свойства зерна в процессе развития в условиях таежной зоны севера. Вопросы земледелия. -1993. - № 6. - С. 15-17.
2. Азиев П.А. О сроках раздельной уборки пшеницы на семена / П.А. Азиев // Вестник сельскохозяйственной науки. - 1992. - № 9 . - С . 15-18.
3. Вып. 3. С. 63-91.
4. Булгаков В.М. Использование прямого метода граничных элементов при исследовании стационарных колебаний пластин / В.В. Адамчук, В.М. Булгаков, Г.Н. Калетник, А.Г. Куценко // Всеукраїнський науково-технічний журнал «Вібрації в техніці та технологіях». – №1(84). – 2017. – С.8-14.
5. Булгаков В.М. Теоретичне дослідження збурених гармонійних коливань у вібраційних приводах машин / В.В. Адамчук, Г.М. Калетник, В.М. Булгаков, О.М. Черниш // Всеукраїнський науково-технічний журнал «Вібрації в техніці та технологіях» №2 (82) 2016. – С.5-9.
6. Вострокнутов С.П. Новый способ уборки зерновых культур / С.П.Вострокнутов // Механизация сельского хозяйства. - 1931. - № 4. - С. 12-14.
7. Вострокнутов С.П., Новый способ уборки зерновых культур / С.П.Вострокнутов // Механизация сельского хозяйства, - 1931. -№ 4, - С 12-14,
8. Гарькавий А.Д. Конкуентоспроможність технології машин: навчальний посібник / А.Д. Гарькавий, В.Ф. Петриненко, А.В. Спирін. - Вінниця: ВДАУ - „Тірас”. - 2003. - 68 с.
9. Гулько І.В. Енергоощадні безконтактні методи діагностування показників технічного стану мобільної сільськогосподарської техніки / І.В. Гулько, Л.Г. Коваль // Техніка, енергетика, транспорт АПК. – №3 (95). – Вінниця. – 2016. – С. 89-93.
10. Павленко В.С., Цуркан О.В., Кравченко І.Є. Підшипники кочення. Вибір за статичною та динамічною вантажопідйомністю, конструювання підшипникових вузлів: Навчальний посібник / За ред.. В.С. Павленка. – К.: «Хай-Тек Прес», 2012. – 128 с.

11. Рукосуев Р.В. Влияние сроков и способов уборки на продуктивность и качество зерна яровой пшеницы в условиях южной зоны Амурской области / Р.В. Рукосуев // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. - Благовещенск, 2000. - С. 2-3.

12. Сивак Р.І. Короткий курс теоретичної механіки / Р.І. Сивак, І.А. Деревенько. – Вінниця: ТОВ «Вінницька міська друкарня», 2016. – 200 с.

13. Солоня О.В. Прикладна механіка. Методичні рекомендації для виконання практичних робіт / О.В. Солоня, І.М. Купчук – Вінниця: ВНАУ, 2017. – 116 с.

14. Солоня О.В. Прикладна механіка. Методичні рекомендації для виконання курсового проекту / О.В. Солоня, І.М. Купчук, В.І. Паламарчук. – Вінниця: ВНАУ, 2017. – 84 с.

15. Солоня О.В. Технічна механіка. Методичні рекомендації для виконання практичних робіт / О.В. Солоня, І.М. Купчук – Вінниця: ВНАУ, 2017. – 84 с.

16. Солоня О.В., Купчук І.М. Теорія механізмів і машин. Курсове проектування. Навчальний посібник. – Вінниця, 2019. – 254 с.

17. Солоня О.В.. Теорія механізмів і машин. Лабораторний практикум. Навчальний посібник / О.В. Солоня, В.С. Любин – Вінниця: ПП Балюк І.Б., 2014. – 138 с.

18. Страна И.Г. Травмирование семян и его предупреждение / И.Г.Страна. - М.: Издательство «Колос», 1972. - 160 с.

ДОДАТКИ

Міністерство освіти і науки України
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ПАРАМЕТРІВ РУЛОННОГО ПРЕС-ПІДБИРАЧА**

Робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр»
за спеціальністю 208 Агроінженерія

Виконав: Строменко Н.О.

Керівник: Пономаренко Н.О.

2021

Особливості технології збирання зернових культур з обмолотом хлібної маси з ролонів

2



Рулонна технологія збирання зернових культур



Рулонний прес-підбирач фірми «Mascar»



Прес-підбирач рулонний ПРФ-145



Рулонний прес-підбирач фірми «CLAAS»

Мета та задачі досліджень

3

Метою досліджень є зниження втрат зерна при пресуванні хлібної маси зернових культур рулонним прес-підбирачем.

Задачі дослідження:

1. Оптимізувати терміни збирання пшениці по хлібопекарським якостям в залежності від дозрівання культури на корені.
2. Обґрунтувати конструкцію рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур.
3. Провести дослідження показників роботи рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур.
4. Визначити хлібопекарські та посівні якості зерна пшениці, вимолоченого з рулону в процесі його формування.
5. Виконати дослідження витрати потужності на привод додаткового обладнання для збору вимолоченого зерна в процесі пресування рулонним пресом.
6. Надати оцінку економічної ефективності результатів досліджень.

Теоретичні дослідження технологічного процесу рулонного прес-підбирача

4

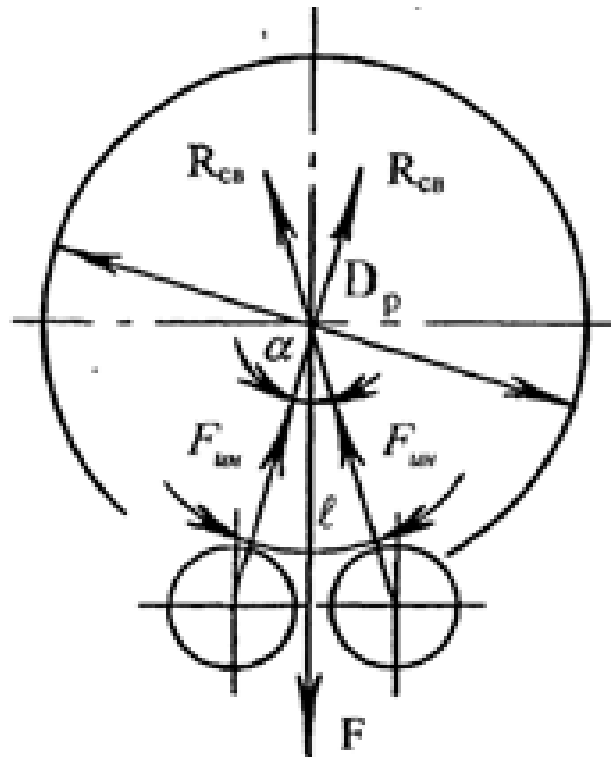


Схема сил, що діють на хлібну масу в пресувальній камері рулонного прес-підбирача:
де $R_{св}$ - реакція зв'язку зерна з колосом, Н;
 α - кут між напрямками зв'язку та активною зовнішньою силою, град; $\alpha = \text{const} = 16^\circ$ (визначається конструктивно);
 $F_{ин}$ - сила інерції зерна; F - сила, прикладена шаром рулону до зерна, Н.

Величина вимолоту зерна z_p , %, прес-підбирачем

$$z_p = f(M_n, \rho, q, \omega),$$

де M_n - параметри прес-підбирача;
 ρ - щільність пресування рулонів хлібної маси, $\text{кг}/\text{м}^3$;
 q - подача хлібної маси в пресувальну камеру підбирача, $\text{кг}/\text{с}$;
 ω - вологість пресованої хлібної маси, %.

Частка зерна, вимолоченого в бункер прес-підбирача з одного погонного метра валка

$$Z_{св} = \frac{Z_{св}}{0,33} = 3,03 Z_{св}$$

Величина вимолоту зерна

$$Z_s = 0,1 \cdot Z_{св} \cdot U_s$$

де U_s - біологічна врожайність зерна, т/га.

Програма і методика експериментальних досліджень 5

Програма експериментальних досліджень включає в себе наступні розділи:

1. Методика визначення умов випробувань рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур.
2. Методика визначення режимів роботи і продуктивності рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур.
3. Методика визначення вимолоту зерна в процесі пресування хлібної маси в рулони рулонним прес-підбирачем для збирання зернових культур.
4. Методика оцінки технологічних показників якості роботи рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур.
5. Методика визначення витрат потужності на привід додаткового обладнання до прес-підбирача для збирання зернових культур.

Вологість хлібної маси

$$W_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n W_i \cdot K_i}{\sum_{i=1}^n K_i},$$

де W_i - вологість i -го компонента хлібної маси у валках, %;

K_i - маса i -го компонента хлібної маси на 1 погонному метрі, кг;

n - число складових компонентів хлібної маси у валках.

Обсяг виконаних робіт при замотуванні одного рулону

$$F = 10^4 \cdot B_p \cdot L_0,$$

де B_p - ширина захвату жатки, м.

Середня приведена щільність пресування рулонів

$$\rho_{\text{ср}}^{\text{пр}} = \frac{M^{\text{пр}}}{V^{\text{пр}}},$$

де $M^{\text{пр}}$ - зведена маса рулону, кг;

$V^{\text{пр}}$ - приведений об'єм рулону, м³.

Програма і методика експериментальних досліджень

6



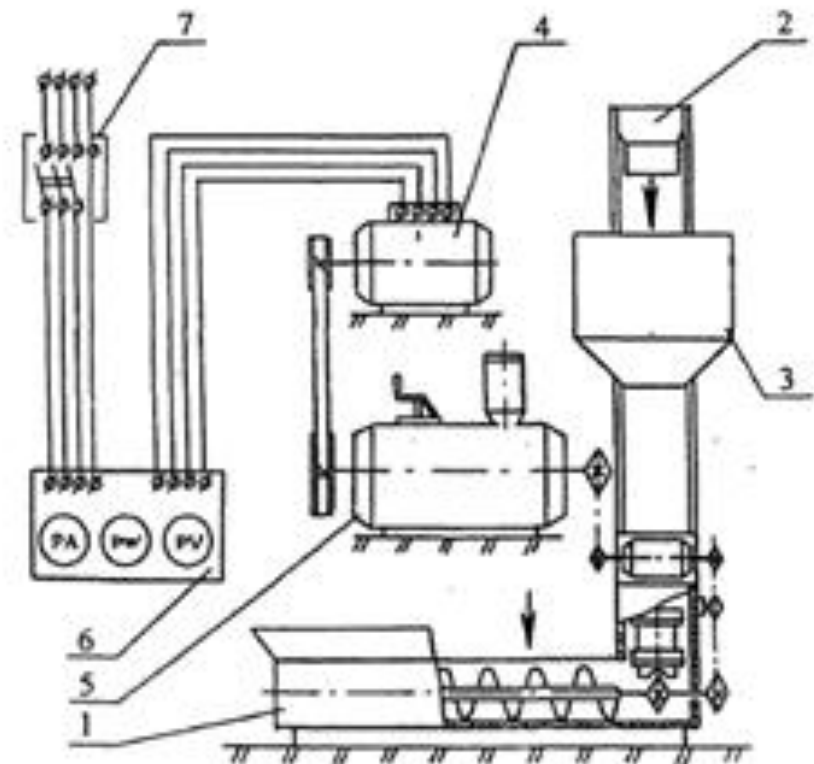
Зважування ролонів хлібної маси за допомогою навантажувача ПКУ-0,8 з пристосуванням ПТ-Ф-500, встановлених на тракторі Т-40АМ

- Схема рулонної установки:
- 1 – шнек; 2 - елеватор; 3 - бункер;
 - 4 - приводний електродвигун;
 - 5 - універсальний регулятор швидкості;
 - 6 - вимірювальний комплект;
 - 7 - автоматичний вимикач.

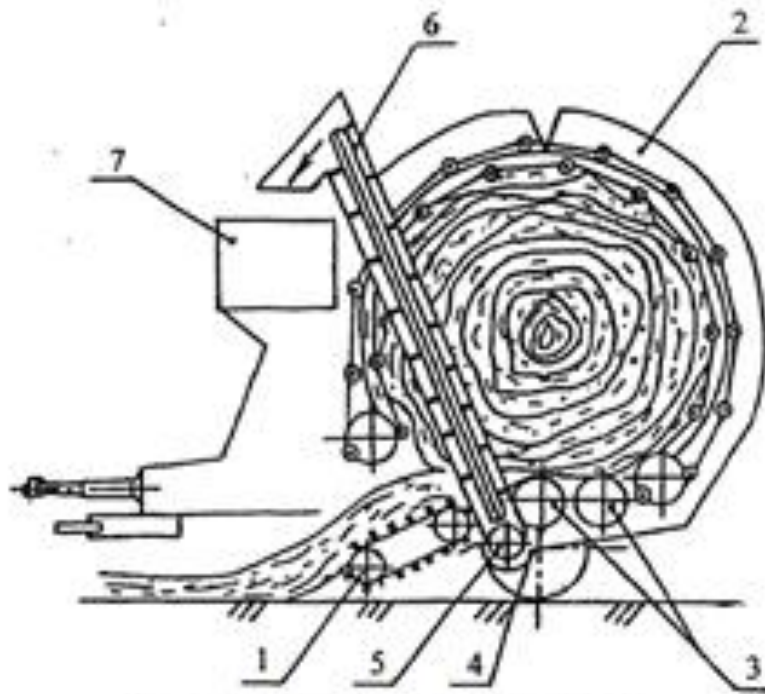
Подача хлібної маси в пресувальну камеру

$$q = \frac{M_p}{t_0},$$

де t_0 - тривалість повторності дослідів, с.



Рулонний прес-підбирач для збирання зернових культур 7

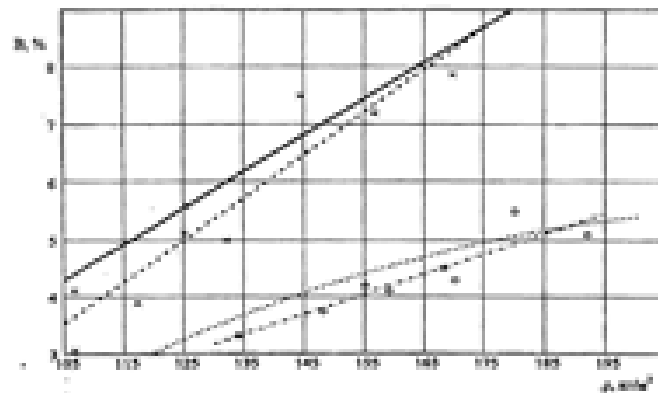


1 - підбирач; 2 - пресувальна камера; 3 - вальці; 4 - піддон;
5 - шнек; 6 - елеватор; 7 - бункер.



Результати експериментальних досліджень прес-підбирача для збирання зернових культур

8

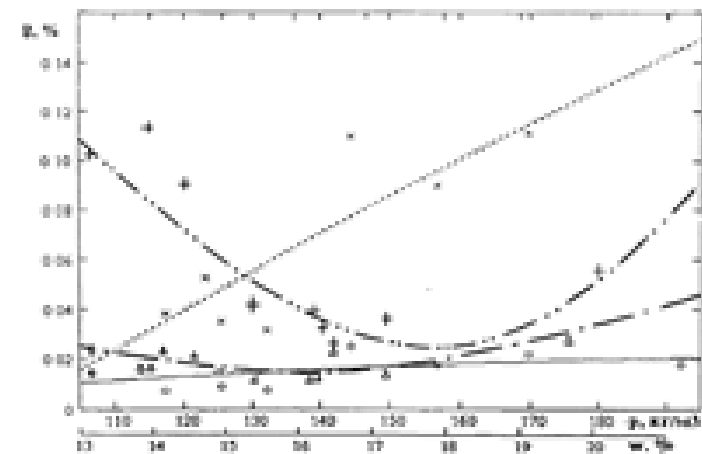


Зміна вмісту зерна рулонним прес-підбирачем в залежності від щільності пресування рулонів:

- теоретичний при врожайності 0,43 т/га;
- ×—× експериментальний при врожайності 0,43 т/га; $V_1 = -4,224 + 0,074 \rho$
- теоретичний при врожайності 0,93 т/га;
- експериментальний при врожайності 0,93 т/га; $V_2 = -1,449 + 0,035 \rho$.

Залежність пошкодження зерна від щільності пресування рулонів і вологості пресованої хлібної маси:

- зерно в рулоні $P_1 = -0,016 + 0,0003354\rho - 0,0000007442 \rho^2$;
- ×—× бункерне зерно $P_2 = -0,176 + 0,002003\rho - 0,000001726 \rho^2$;
- △—△ зерно в рулоні $P_3 = 0,485 - 0,051w + 0,001976w^2$;
- +—+ бункерне зерно $P_4 = 1,468 - 0,167w + 0,004869 w^2$.

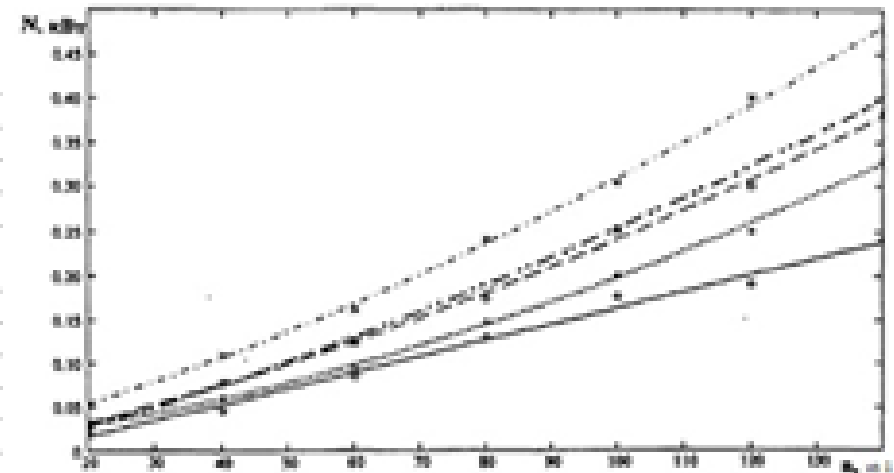


Результати експериментальних досліджень прес-підбирача для збирання зернових культур

9

Технічна характеристика рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур

№	Назва показника	Значення показника
1	Виробна модель	Прес-підбирач ПР-200
2	Клас трактора, кН	0,9-1,4
3	Продуктивність, т/год	до 10
4	Щільність просування хлібної маси, кг/м (при вологості 20 - 26%)	до 190
5	Діаметр рулонна, м	1,2
6	Довжина рулонна, м	1,2
7	Маса рулонна, кг	до 300
8	Робоча швидкість, км/год	до 9
9	Температурна швидкість, км/год	до 25
10	Габаритні розміри:	
	- довжина, мм	3600
	- висота, мм	3000
	- ширина, мм	2500
11	Маса, кг	2098
12	Ширина колії, мм	2500
13	Дорожній просвіт, мм	300
14	Споживана потужність, кВт	до 30
15	Тип в'язального матеріалу	синтетичний шпалет
16	Витрата в'язального матеріалу, кг/т	0,25 - 0,45
17	Обслуговується	1 тракторист
Додаткове обладнання		
18	Підбирач, шт.	1
19	Тип	стрічково-транспортний з пружинними пальцями ППТ-3А
20	Число обертів, хв ⁻¹	33-34
21	Ширина, мм	1500
22	Довжина, мм	760
23	Шнос, шт	1
24	Діаметр валика, мм	160
25	Шаг, мм	170
26	Число обертів, хв ⁻¹	30-348
27	Елеватор, шт	1



Зміна потужності, що витрачається на привод додаткового обладнання до рулонного прес-підбирача:

- експериментальна на холостому ході $P_0 = -0,2 + 0,001811n + 0,0000002083n^2$;
- +----+ експериментальна при подачі зернового вороху в бункер 0,25 кг $P_1 = 0,004286 + 0,001001n - 0,0000009313n^2$;
- експериментальна при подачі зернового вороху в бункер 0,5 кг $P_2 = 0,006286 + 0,001767n + 0,0000007083n^2$;
- х—х експериментальна при подачі зернового вороху в бункер 1 кг $P_3 = 0,007143 + 0,002138n + 0,000000878n^2$;
- теоретична при подачі зернового вороху в бункер 0,5 кг.

Загальні висновки

10

В результаті проведених теоретичних і експериментальних досліджень отримано залежність, що дозволяє визначити оптимальні строки збирання зернових культур з урахуванням хлібопекарських і посівних якостей зерна. Для пресування хлібної маси зернових культур по рулонній технології пропонується застосування рулонного прес-підбирача для збирання зернових культур.

За результатами проведених теоретичних і експериментальних досліджень отримано залежність, що дозволяє визначити вимолоту зерна з хлібної маси в результаті її пресування рулонним прес-підбирачем.

Експериментальними дослідженнями, проведеними на збиранні пшениці урожайністю 0,95 т/га, встановлено, що збільшення щільності пресування рулонів прес-підбирачем з 130 до 190 кг/м³ призводить до збільшення вимолоту зерна з 3,2 до 5,2% і збільшення втрат зерна з 0,1 до 0,18% при вологості пресованої хлібної маси 17%.

Збільшення вологості пресованої хлібної маси з 16 до 20% спричинило за собою зниження вимолоту зерна з 3,2 до 3,5%, а також зниження втрат зерна за прес-підбирачем з 0,18 до 0,11% при щільності пресування рулонів 150 кг/м³.

Встановлено, що зі збільшенням подачі хлібної маси в пресувальну камеру рулонного прес-підбирача з 3 до 4 кг/с знизився вимолот зерна з 5 до 3,2% і втрати зерна з 0,16 до 0,11% при щільності пресування рулонів 150 кг/м³ і вологості пресованої хлібної маси 17%.

В результаті теоретичних і експериментальних досліджень отримано залежність, яка визначає необхідну потужність на привод додаткового обладнання до рулонного прес-підбирача. Потужність, необхідна для приводу додаткового обладнання до прес-підбирача, не перевищує 0,28 кВт.

Річний економічний ефект впровадження прес-підбирача для збирання зернових культур становить 1510 грн./га.