

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

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня "Магістр"

на тему:

**Удосконалення технології вирощування пшениці
озимої і конструкції соломотряса зернозбирального
комбайна**

Виконав: студент факультету за спеціальністю
208 «Агроінженерія»

_____ Логвінов Сергій Іванович

Керівник: _____ Кобець Анатолій Степанович

Рецензент: _____

Дніпро, 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Освітній ступінь: "Магістр"

Спеціальність: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри тракторів і
сільськогосподарських машин

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

_____ (підпис)

_____ (прізвище, ініціали)

„_____” _____ 20__ р.

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

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____

керівник роботи _____

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “_____” _____ 20__ року

№ _____

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

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

5. Перелік демонстраційного матеріалу _____

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

А Н О Т А Ц І Я

Логвінов С.І. Удосконалення технології вирощування пшениці озимої і конструкції соломотряса зернозбирального комбайна/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2023. – 79 с.

В роботі проведено аналіз сучасних технологій збирання зернових культур і конструкції сучасних зернозбиральних комбайнів. Обґрунтовано кількісний і структурний склад механізованої ланки для вирощування озимої пшениці для умов і на замовлення ТОВ «Дубрава» Магдалинівського району Дніпропетровської області. Складено технологічну карту вирощування і визначено необхідний комплекс машин зі складанням графіків використання тракторів і сільськогосподарських машин.

Проведено патентний аналіз існуючих механізмів для виділення зерна з грубого вороху і запропоновано удосконалену конструкцію соломотряса зернозбирального комбайна. Проведені розрахунки основних параметрів і режиму роботи удосконаленого агрегату.

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

Річний економічний ефект від застосування розробок на практиці становить 835548 грн., а затрати на розробку і впровадження окупаються протягом першого року її використання.

Ключові слова: пшениця озима, технологія, зернозбиральний комбайн, соломотряс, параметри, режим роботи, охорона праці, економічний ефект.

З М І С Т

В С Т У П.	6
1 СТАН МЕХАНІЗАЦІЇ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР В УКРАЇНІ. .	8
1.1 Технології збирання зернових культур.	8
1.2 Аналіз конструкції сучасних зернозбиральних комбайнів.	10
2 ОБГРУНТУВАННЯ КІЛЬКІСНОГО І СТРУКТУРНОГО СКЛАДУ МЕХАНІЗОВАНОЇ ЛАНКИ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ В ГОСПОДАРСТВІ.	25
2.1 Складання технологічної карти.	25
2.2 Визначення потреби в техніці.	26
3 ПАТЕНТНИЙ АНАЛІЗ.	28
4 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ КОМБАЙНА.	34
5 РОЗРАХУНКИ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМУ РАБОТИ СОЛОМОТРЯСА.	37
6 РОЗРАХУНКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ УДОСКОНАЛЕНИМ КОМБАЙНОМ.	51
7 ОХОРОНА ПРАЦІ.	58
7.1 Охорона праці при вирощуванні озимої пшениці.	58
7.2 Охорона праці при збиранні зернових.	59
7.3 Рекомендації по поліпшенню умов праці в господарстві.	64
8 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЕКТУ.	66
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	74
Д О Д А Т К И.	77

ВСТУП

Сільське господарство України після початку широкомасштабного вторгнення росії зазнає значних втрат і збитків. За прогнозами профільного міністерства, Україна не використовує приблизно 25% своїх сільськогосподарських площ через ведення бойових дій, замінування або тимчасову окупацію територій [].

Для України пшениця є стратегічним видом зерна, яке становить основу продовольчої безпеки держави та експортного потенціалу. До війни Україна була одним із провідних виробників зерна у світі. Але проблеми, пов'язані з експортом сільськогосподарської продукції і, в першу чергу, зерна, падіння цін на зерно, соняшник і інші культури змінюють структури посівних площ. Так відповідно до прогнозів Інституту аграрної економіки України виробництво зернових і зернобобових культур може знизитися до 30% порівняно з 2021 роком []. Імовірно зменшиться виробництво пшениці на 34%, ячменю на 45%, кукурудзи на 2%. Але це ніяк не вплине на задоволення внутрішніх потреб населення. Внутрішній ринок насичений зерном. Річні норми споживання продуктів переробки зерна (більшість з яких належать пшениці) становлять 111 кг на душу населення, що на 10% перевищує її раціональні показники. Внутрішнє споживання зерна оцінюється на рівні 29,1 млн. т, із яких для харчових потреб – 23% цього зерна, забезпечення насінням – 13%, на корм худобі – 54%, для нехарчової переробки – 6% [4].

Але незважаючи ні на що, виробництво зерна є ключовим пріоритетом агропромислового комплексу України. Збирання врожаю зерна зернових, зернобобових, круп'яних та технічних культур є завершальним етапом всього процесу їх вирощування. Щороку в Україні під зернові, зернобобові, круп'яні, кукурудзу і соняшник відводиться близько 60% усіх посівних площ. Для збирання їх у оптимальні строки необхідно мати відповідний парк сучасної зернозбиральної техніки.

Комбайновий спосіб збирання може бути однофазним (пряме комбайнування) і двофазним (роздільне комбайнування) з наступною обробкою зерна на стаціонарних зерноочисно-сушильних комплексах і збиранням незернової частини урожаю. У багатьох країнах перевагу віддають прямому комбайнуванню. В Англії і Німеччині застосовують тільки пряме комбайнування, в Канаді прямим комбайнуванням збирають близько 75% площ, в Австралії – 95, в Україні – приблизно 50% [5, 6].

При збиранні колоскових культур оптимальним буде суміщення таких операцій, як зрізання, обмолочування та відокремлення зернової маси, тобто пряме комбайнування. Однак вибір способу збирання залежить і від ступеню засміченості ділянки бур'янами. Так, на дуже засмічених ділянках доцільно збирати врожай роздільним способом, що сприяє скороченню втрат зерна. В цьому випадку бур'яни у валках швидко висихають і вже не мають вагомого негативного впливу на технологічний процес роботи молотарки.

Для збирання зернових в оптимальні агротехнічні строки треба мати відповідний парк сучасної зернозбиральної техніки. Нинішній ринок зернозбиральних комбайнів досить різноманітний і представлений старими комбайнами українського виробництва, так і сучасними зарубіжними.

Важливим фактором підвищення урожайності культури є програмування урожаю озимої пшениці, висока якість виконання всіх технологічних операцій. Проте вирощування високих врожаїв будь-якої культури, в тому числі і озимої пшениці, це половина справи. Вирощену продукцію слід зібрати з мінімальними втратами і доставити до місць зберігання чи переробки.

Метою даної роботи є удосконалення технології вирощування озимої пшениці і конструкції соломотрясу зернозбирального комбайна в умовах ТОВ «Дубрава» Магдалинівського району Дніпропетровської області.

1 СТАН МЕХАНІЗАЦІЇ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР В УКРАЇНІ

1.1 Технології збирання зернових культур

Зернові, зернобобові, олійні та круп'яні культури збирають комбайновим і некомбайновим (індустріально-потоковим) способами. Найчастіше застосовують комбайновий спосіб, який може бути однофазним (пряме комбайнування) і двофазним (роздільне комбайнування) з подальшою доробкою зерна на стаціонарних зерноочисно-сушильних комплексах і збиранням не зернової частини врожаю [6,8].

Прямим комбайнуванням збирають рівномірно дозрілі, з підсіяними багаторічними травами, низькорослі (до 50 см), а також ті, які, перестояли, зріджені (менше ніж 280 рослин на 1 м²), якщо немає можливості сформувати валок масою 1,4 кг на 1 м довжини, а також рівномірно досягаючі й малозабур'янені зернові.

Збирання починають, якщо 95% зерна культури досягне повної стиглості, а вологість зерна не перевищує 18%. Висоту зрізу стебел встановлюють залежно від густоти стояння й довжини стебел. Для культур з коротким стеблом, а також пониклих і полеглих висота зрізу має дорівнювати 50-100 мм. Для культур із нормальною густотою стояння (понад 300 стебел на 1 м²) і висотою стебел 0,6-1,5 м або з підсівом трав, із зеленим підгоном висоту зрізу приймають 180-200 мм. Нерівномірність висоти зрізу має бути не більше ніж 20%.

У разі збирання незернової частини для використання у тваринництві копиці необхідно укладати правильними рядами, паралельними короткій стороні загінки, або групами по 15-20 копиць у кожній.

Неприпустимі втрати соломи й полови за комбайном і розтягування копиць при вивантаженні їх із копнувача. Відразу ж після збирання загінки звільняють від копиць. Втрати соломи й полови під час збирання та

скиртування не повинні перевищувати 5%. Тривалість збирання прямим комбайнуванням — не більше ніж 10 днів.

Відмінність роздільного комбайнування від прямого полягає в тому, що рослинну масу зрізують і обмолочують не одночасно, а роздільно у дві фази. Спочатку рослини укладають у валки валковими жатками для підсихання і досягання (перша фаза), а через 3-5 днів підбирають валки комбайнами, обладнаними підбирачами. Далі процес відбувається, як і при однофазному способі. При двофазному способі збиральні роботи починають на 5-10 днів раніше, ніж при однофазному, що має неабияке господарське значення. Стебла під час лежання у валках значно підсихають, а бур'яни в'януть. Тому набагато полегшується подальший обмолот і очищення зерна, пропускну здатність молотарки помітно підвищується. Однак при цьому збиральні машини рухаються по полю двічі, а це призводить до збільшення витрат коштів.

Роздільним комбайнуванням збирають культури, що нерівномірно досягають, забур'янені (засміченість культури — не менше ніж 250 стебел на 1 м²), а також ті, густина стояння яких становить не менше ніж 300-350 рослин на 1 м² і висота — не менше ніж 60 см.

Скошування хлібів у валки починають: для озимої пшениці — в першій половині фази воскової стиглості при вологості зерна 40-30%, для ярової пшениці й ячменю — в середині фази воскової стиглості; скошування гречки починають тоді, коли у волоті дозріють 80-90% зерен. Овес скошують після досягнення основної маси зерна воскової стиглості. Фазу стиглості зерна визначають за його вологістю: початок воскової стиглості — вологість 40-35%, середина — 35-28%, кінець — 28-22%, повна стиглість — вологість 22-18%.

Оптимальним строком збирання культур на насіння є середина-кінець воскової стиглості. Висоту зрізу у валкових жатках встановлюють в межах 12-25 см (для жита 25-30 см). При високій стерні під дією ваги валка колосся лягає на землю, що знижує якість збирання. Полеглі хліба скошують на мінімальній висоті. Валки мають бути рівномірними за товщиною та шириною. Товщина

одинарних валків не повинна перевищувати 0,3 м. В районах із підвищеною вологістю формують тонкі широкі валки, в сухих — неширокі товсті з нахилом стебел 10-30° до поздовжньої осі валка.

Роздільним комбайнуванням збирають культури, що нерівномірно досягають, забур'янені (засміченість культури — не менше ніж 250 стебел на 1 м²), а також ті, густина стояння яких становить не менше ніж 300-350 рослин на 1 м² і висота — не менше ніж 60 см.

Скошування хлібів у валки починають: для озимої пшениці – в першій половині фази воскової стиглості при вологості зерна 40-30%, для ярової пшениці й ячменю - в середині фази воскової стиглості; скошування гречки починають тоді, коли у волоті дозріють 80-90% зерен. Овес скошують після досягнення основної маси зерна воскової стиглості. Фазу стиглості зерна визначають за його вологістю: початок воскової стиглості - вологість 40-35%, середина - 35-28%, кінець - 28-22%, повна стиглість - вологість 22-18%. Оптимальним строком збирання культур на насіння є середина-кінець воскової стиглості.

Висоту зрізу у валкових жатках встановлюють в межах 12-25 см (для жита 25-30 см). При високій стерні під дією ваги валка колосся лягає на землю, що знижує якість збирання. Полеглі хліба скошують на мінімальній висоті. Валки мають бути рівномірними за товщиною та шириною. Товщина одинарних валків не повинна перевищувати 0,3 м. В районах із підвищеною вологістю формують тонкі широкі валки, в сухих - неширокі товсті з нахилом стебел 10-30° до поздовжньої осі валка.

1.2 Аналіз конструкції сучасних зернозбиральних комбайнів

В перші роки незалежності в Україні розпочалися роботи по створенню свого вітчизняного зернозбирального комбайна. Для цього були задіяні конструкторські бюро Південного машинобудівного заводу, Херсонського комбайнового заводу і ін. В результаті цього появилися перші комбайни «Славутич», «Лан», «Обрій», «СКІФ» і інші експериментальні зразки.



Рисунок 1.1 - Вітчизняні зернозбиральні комбайни КЗС-9-1 «Славутич» (а)
та «Лан» (б)

Зернозбиральний комбайн «Лан» призначений для збирання зернових колосових культур прямим і роздільним комбайнуванням у всіх зерновисівних зонах України, а при обладнанні його спеціальним пристосуванням - для збирання зернобобових і круп'яних культур, кукурудзи на зерно, соняшника, сої, сорго, рапсу, люпину, насінників трав і лікарських рослин. Пристосування для збирання незернової частини урожаю: валкоутворювач, подрібнювач-розкидач соломи, копнувач, універсальний подрібнювач для збирання соломи по різних технологічних схемах, включаючи завантаження подрібненої соломи в агрегований з комбайном причеп.

Таблиця 1.1 - Характеристики комбайна «Лан»

Модель	Комбайн зернозбиральний «Лан»
Потужність двигуна, кВт	220
Пропускна здатність, кг/с	7-8
Продуктивність, т/год.	до 12-13 (зерна пшениці)
Об'єм бункера, м ³	6,50
Ширина захвату жатки, м	6
Частота різання, ход./хв	1060
Ширина молотильного барабану, мм	1580
Діаметр молотильного барабану, мм	450
Кут обхвату барабана підбарабанням, град.	117
Площа соломотрясу, м кв.	7
Загальна площа сепарації, м ²	9.75
Площа решіт очистки, м ²	5.10
Маса без жатки, кг	10500
Потужність двигуна, к.с.	300



Рисунок 1.2 - Зернозбиральний комбайн СКИФ-350

Таблиця 1.2 - Характеристики моделей комбайну «Скіф»

Модель	СКІФ-350	СКІФ-230А	СКІФ-250	СКІФ-250Р	СКІФ-290
Номинальна потужність, кВт	258	169	184	184	213
Ширина захвату жатки, м	7	6	7		
Діаметр молотильного барабану, мм	500	700	700	700	800
Ширина молотарки, мм	1800	1500	1500	1500	1500
Частота обертання барабана, хв	440				
Площа підбарабання, м кв.	1	1	1	1	2
Кількість клавiш соломотрясу, шт.	5				
Площа решет очистки, м кв.	4				
Місткість бункера для зерна, куб. м	10				
Пропускна здатність, кг/с	14				

Останнім часом все більше на ринку України появляються сучасні закордонні зернозбиральні комбайни. Відома компанія Deutz Fahr пропонує на європейському та світовому ринках декілька серій сучасних зернозбиральних комбайнів. Зокрема, це комбайни 6-ї серії моделей 5660, 5665, 5690 та 5695, комбайни невеликих габаритів та потужності 54-ї серії моделей 5435, 5445, 5465 та 5485, а також комбайни Deutz Fahr 5660 HTS CLIMBER та Deutz Fahr BALANCE. Дві останні моделі добре себе зарекомендували як комбайни, здатні забезпечувати високу продуктивність та відмінну якість обмолочування при роботі на схилах.

Зернозбиральні комбайни середнього класу моделі Deutz Fahr 5690 HTS приваблюють своїм потужним та практичним обладнанням. Комбайни комплектуються 6-циліндровими двигунами Deutz BF 6M 1013 з робочим об'ємом 7,146 л, водяним охолодженням та системою електронного впорскування палива. Можливий вибір серед трьох двигунів потужністю 222, 250 та 310 к. с.

Нові високопродуктивні жатки з шириною захвату від 3,6 до 7,2 м дають змогу вибрати відповідне знаряддя для різноманітних умов роботи. Всі жатки оснащені планетарним приводом з високою частотою різання (1220 зрізувань за хвилину), а також механізмом, що може виконувати спарене (тандемне) зрізування. На жатках передбачена система автоматичної адаптації частоти обертів мотовила відносно швидкості руху комбайна. На комбайні встановлений молотильний барабан з 8-ма билами діаметром 600 мм і шириною 1520 мм. Підбарабання має площу 0,95 м². Привід молотильного барабана розрахований на великі навантаження. Варіатор барабана з електричним регулюванням дає змогу за допомогою кнопки змінювати частоту його обертів у межах 420-1250 об./хв.

Ефективно працює система очищення та сепарації обмолоченої хлібної маси. Соломотряс комбайна складається з п'яти клавіш, кожна з яких має 4 або 5 каскадів. Загальна площа соломотрясу становить 5,60 м². Решітний стан з грохотом мають площу сепарації 5,28 м².

Комбайни Deutz Fahr 5690 HTS обладнані гідростатичною трансмісією з 4-швидкісною коробкою передач, яка забезпечує діапазон передач переднього ходу в інтервалі 0-30 км/год., а заднього ходу – в інтервалі 0-14 км/год. Кабіна комбайнів створює всі умови для зручної роботи оператора. Це система кондиціонування та підігріву повітря, тоновані стекла, панорамний огляд, аудіосистема, холодильна камера та додаткове сидіння для пасажера.

Комбайни DEUTZ-FAHR серії 54 – малогабаритні, надійні, потужні у своєму класі машини з високою продуктивністю. Це надійні моделі, які користуються попитом у власників невеликих та середніх за обсягом господарств, а також підприємств, що надають техніку в користування. Комбайни 54-ї серії, обладнані у базовій комплектації просторою, добре ізольованою кабіною з системою кондиціонування повітря, забезпечують високий рівень комфорту для оператора. Комбайни комплектуються жатками з шириною захвату від 3,10 до 4,80 метра. Універсальний ріжучий механізм

жатонок застосовують для збирання різноманітних культур (зернових, гороху, ріпаку, сої тощо). Він забезпечує високу якість зрізування в найважчих умовах.

Для зміни висоти зрізування передбачено електричний індикатор, за допомогою якого жатка піднімається або опускається на потрібну висоту. Для забезпечення оптимальної якості обмолочування для кожної з культур встановлюється необхідна швидкість обертів молотильного барабана. За допомогою варіатора вона безступінчато змінюється в діапазоні 600-1300 об./хв. У базовій комплектації комбайнів передбачено електричний реверсивний пристрій молотильного барабана. П'ятиклавішні соломотряси з робочою площею сепарації до 4,22 м² створюють відмінну сепарацію зерна. В системі очищення передбачено колосковий шнек та домолочуючий пристрій. Місткість зернового бункера становить від 3300 до 5200 літрів.

Комбайн Deutz Fahr 5660 HTS CLIMBER має унікальну систему «вирівнювання», яка дає змогу працювати з максимальною ефективністю на різноманітних схилах. За допомогою цієї системи можна ефективно компенсувати бокові нахили до 40%, нахил підйому – до 30%, нахил спуску – до 10%. Оптимальна комбінація між вирівнюванням, повним приводом та електронікою, яка керує всіма функціями, дає змогу комбайну завжди досягати максимуму його можливостей у плані продуктивності та економічності експлуатації. Ширина захвату жатки комбайнів Deutz Fahr 5660 HTS CLIMBER становить 4,2-6,3 метри, молотильний барабан має діаметр 600 мм, а його ширина 1270 мм. Площа сепарації соломотряса дорівнює 7,36 м², а робоча поверхня решіт становить 5,28 м². Зерновий бункер має місткість 7500 літрів.

Технології, використані при проектуванні та виробництві зернозбиральних комбайнів BALANCE компанії Deutz Fahr, дають змогу підтримувати такі ж показники продуктивності і якості роботи молотильного апарату та системи сепарації на горбистій місцевості, як і при збиранні врожаю на рівних горизонтальних ділянках. Електронні датчики, що працюють за принципом спиртового рівня, визначають поточний кут нахилу комбайна та



а)



б)

Рисунок 1.3 - Зернозбиральні комбайни компанії Deutz Fahr (а) і New Holland (б)

миттєво передають відповідні сигнали до гідравлічної системи. Завдяки передовій системі компенсації схилів зернозбиральні комбайни BALANCE зберігають свою повну продуктивність навіть на поперечних схилах до 20%, а також на підйомах та спусках до 6%. В залежності від моделі комбайна комплектуються жатки з шириною захвату від 4,2 до 7,2 метра. Жатки мають систему активного управління з функцією Auto Control, яка автоматично регулює кут нахилу ріжучого апарату для компенсації напрямку руху. Жатка

максимально адаптується до рельєфу місцевості. Незалежно від рельєфу місцевості, молотильний апарат, система сепарації та очищення зерна працюють рівномірно по всій ширині обмолочування та площі очищення.

Компанія New Holland є одним із лідируючих світових виробників зернозбиральних комбайнів. На світовому ринку зернозбиральні комбайни New Holland представлені чотирма серіями – TC, CS, CX та CR. Комбайни серій TC, CS, CX мають класичну барабанну схему обмолочування, а комбайни CR – роторного типу.

Модельний ряд комбайнів серії TC є одним із найбільш вдалих. Багаторічний досвід експлуатації комбайнів цієї серії та впровадження в роботу нових технічних рішень характеризують ці комбайни як одні з найкращих у своєму класі. При невеликих розмірах та простій конструкції вони мають такі характеристики, як висока надійність, продуктивність та економічність.

Представником комбайнів New Holland серії TC є модель TC56. Конструкція молотильного апарату цих комбайнів передбачає високі динамічні навантаження, а його складові забезпечують відмінне обмолочування та сепарацію зернового вороху. В конструкції молотильного апарату вбудовано додатковий роторний сепаратор. Хлібна маса, обмолочена молотильним барабаном, який відділяє 90-92% зерна з соломи, бітером подається на роторний сепаратор, який ще додатково відділяє 3-4 % зерна. Таким чином, на соломотряс потрапляє менш як 5% зерна в соломі й досягаються мінімальні втрати зерна.

Молотильний барабан комбайнів TC56 має діаметр 606 мм, ширину 1300 мм і оснащений 8-ма білами. Завдяки міцній конструкції він має високу інерційну масу, яка дає змогу нівелювати пікові навантаження. Для зручності роботи комбайнера при виборі оптимальних режимів обмолоту регулювання частоти обертів молотильного барабана та зазору між ним і підбарабанням відбувається дистанційно з кабіни комбайна. Передбачено зменшений швидкісний режим для обмолочування культур, зерно яких легко травмується.

Рисунок 1.4 – Комбайн TC56 фірми New Holland

Оригінальним рішенням комбайнів TC56 є система очищення, здатна самостійно вирівнюватися при роботі на схилах до 23°. За допомогою спеціальної автоматичної системи при роботі комбайнів на схилах відбувається переміщення роздільних пластин струсної дошки та вирівнювання секцій верхнього решета. Похила камера має плаваючий планчастий транспортер. Він змінює своє положення в залежності від обсягу хлібної маси. Конструкція транспортера забезпечує рівномірну подачу хлібної маси, запобігаючи забивання та вихід з ладу транспортера.

Зерновий бункер розміщений між кабіною та двигуном. Цим досягається ідеальний, незалежний від навантаження розподіл ваги. Місткість бункера становить 5200 літрів, а швидкість вивантаження дорівнює 72 л/с.

Комбайни TC56 оснащені шестициліндровими дизельними двигунами NEF 6,8 Common Rail з турбонаддувом, які мають високий крутний момент. Потужність двигунів становить 240 к. с., що забезпечує надійну роботу в максимально суворих умовах. Комфортабельна кабіна обладнана рульовою колонкою з гідропідсилювачем, кондиціонером та підігрівом повітря. Склона верхня частина кабіни забезпечує оглядовість на 191°. Для кращого огляду

жатки передня частина підлоги кабіни нахилена вперед. Комфортабельне сидіння Delux обладнане регульованою підвіскою, яка поглинає поштовхи, що можуть виникати під час руху польовими дорогами. Багатофункціональний важіль керування дає змогу контролювати швидкість руху комбайна та всі функції жатки: підйом та опускання, швидкість обертів і регулювання висоти мотовила, реверс і вмикання.

Серія комбайнів CS - одна із найбільш популярних у своєму класі. Вона представлена трьома моделями: CS6050, CS6080 та CS6090. Система обмолочування цих комбайнів дає змогу працювати у найрізноманітніших умовах, а завдяки універсальності вони можуть успішно працювати на збиранні різноманітних культур.

Комбайни New Holland серії CS оснащені дизельними двигунами IVECO CURSOR із системою проміжного охолодження повітря, яке подається в циліндри. Ці двигуни характеризуються високою паливною економічністю, великим (до 25%) запасом крутного моменту. Номінальна частота обертів колінчастого вала становить 2100 об./хв. Найбільша номінальна потужність двигуна комбайна моделі CS6090 – 405 к. с.

Основою комбайнів серії CS є високоефективна система обмолочування. Головна її складова - високоінерційний барабан діаметром 607 мм з 8-ма білами та підбарабання з кутом обхвату 121°. Великий діаметр барабана та подовжене підбарабання виконують якісний обмолот та сепарацію зернового вороху. Роторний сепаратор з підбарабанням збільшує зону примусового обмолочування та забезпечує додатковий розподільний ефект, який зумовлює підвищення якості роботи на 20%. Система Multi-Thresh дає змогу змінювати відстань між роторним сепаратором і його підбарабанням, забезпечуючи тим самим адаптацію машини до збирання різноманітних видів культур.

Зернозбиральні комбайни серії CX налічують 7 модифікацій – CX8030, CX8040, CX8050, CX8060, CX8070 CX8080 та CX8090. З метою подальшого вдосконалення процесу збирання зернових культур компанія New Holland розробила концепцію, яку вдалося втілити на декількох серіях комбайнів. Не

стали винятком і зернозбиральні комбайни серії СХ. Суть нової концепції полягає у спільній роботі молотильного барабана та роторного сепаратора, що робить більш ефективним виділення зерна з колосків. Ця система є головним фактором підвищення загальної продуктивності комбайнів СХ більш як на 15% порівняно з іншими комбайнами такого ж класу. Положення молотильного барабана та роторного сепаратора також було змінено для узгодження траєкторії переміщення зерна, що підвищує пропускну здатність комбайна.

Велика площа поверхні підбарабання (0,98-1,18 м²) комбайнів серії СХ забезпечує основну частину процесу сепарації. Роторний сепаратор цих комбайнів визнаний одним із найкращих механізмів для професійного збирання зернових. При цьому обмежуються навантаження на решета і підвищується продуктивність очищення. На молотильному барабані, діаметр якого становить 750 мм, а ширина - від 1300 до 1560 мм, встановлено 10 бил. Для досягнення оптимальних для кожної культури режимів обмолочування частота обертів барабана може змінюватися в інтервалі 305-905 об./хв. Перевагою молотильного барабана комбайнів серії СХ є велика сила інерції, яка дає змогу отримати високоякісне зерно без додаткового луцення.

Комбайни обладнані 5- та 6-клавішними соломотрясами, які мають площу сепарації відповідно 4,94 м² та 5,93 м². Частота обертів вала соломотряса становить 220 об./хв.

Верхнє та нижнє решета системи сепарації рухаються в протилежних напрямках і мають різну довжину ходу. Це підвищує продуктивність очищення та запобігає забиванню. Самовирівнююча система підтримує високу якість системи очищення зерна на схилах до 17%.

Під час вивантаження зерна автоматично включається турбонагнітач, що дає змогу збільшити потужність двигуна на 27 к. с. Завдяки цьому можна швидко провести вивантаження бункера «на ходу» без зниження швидкості збирання. В результаті бункер місткістю 10500 л вивантажується менше ніж за 2 хв.

На комбайнах серії CX встановлено дизельні двигуни IVECO CURSOR з проміжним охолодженням повітря. Номінальна потужність двигунів при частоті обертів колінчастого вала 2000 об./хв. перебуває в межах від 241 до 405 к. с. в залежності від моделі. Простора кабіна дає змогу оператору добре бачити поле, жатку, вивантажувальний шнек. На задній стінці кабіни розташоване вікно, через яке можна бачити зерновий бункер. При роботі в темну пору доби необхідну видимість забезпечують 14 фар. Крім цього, на вивантажувальному шнеку, в зерновому бункері та на решетах розміщено додаткове освітлення.

Комбайни New Holland серії CR є одними з найкращих серед машин роторного типу. Висока продуктивність, відмінна якість обмолочування та очищення зерна - ось ті показники, які повною мірою характеризують ці комбайни.

Роторні комбайни серії CR представлені двома моделями - CR9060 та CR9080. Вони оснащені двома потужними поздовжніми роторами для обмолочування та просіювання зерна. На моделі CR9060 передбачено ротор діаметром 430 мм, а на CR9080 - діаметром 560 мм. Довжина роторів на обох моделях становить 2638 мм.

Комбайни серії CR оснащені дизельними двигунами IVECO CURSOR. Номінальна потужність двигунів становить 394 к. с. (CR9060) та 455 к. с. (CR9080). Сучасний дизайн комбайнів серії CR, комфорт робочого місця оператора та зручність проведення технічного обслуговування і регулювання повністю відповідають їх функціональному змісту.

Виробництво зернозбиральних комбайнів Sampo було розпочато ще в 1959 році. За понад 50-річний період з конвеєрів заводу зійшло понад 42 000 комбайнів, які працюють на полях більш ніж 40 країн світу. З моменту реорганізації заводу, яка відбулася у 1991 році, комбайни отримали нову назву - Sampo Rosenlew.

На сьогодні компанія виготовляє зернозбиральні комбайни двох серій - SR2000 та SR3000. Для комбайнів Sampo не характерна надвисока

продуктивність чи пропускна здатність. Вони розраховані на експлуатацію у невеликих та середніх за розміром селянських чи фермерських господарствах та дослідних ділянках. Та за показниками надійності, якості збирання, мінімуму втрат та пошкодження зерна ці комбайни відповідають найкращим світовим зразкам.

Комбайни SR2000 відомі завдяки своїй оригінальній жатці. Оскільки на комбайнах встановлено мотовило великого діаметру, відстань між косою та шнеком жатки достатньо велика, що необхідно для роботи з довгостебловими культурами. Широким діапазоном регулювань жатки оператор керує з кабіни. Для швидкого навішування жатки не потрібно ніяких спеціальних пристроїв. Жатки мають ширину захвату від 3,1 до 5,1 метра. Привід коси приводиться в дію за допомогою механізму хитаючої шайби або кривошипно-шатунного механізму.

Швидке та ретельне обмолочування забезпечує молотильний барабан підвищеної міцності діаметром 500 мм з 8-ма білами. Передбачено використання двох типів підбарабання - зернового та універсального.

Сепарація обмолоченої зерно-соломистої маси відбувається на чотирьох-каскадному клавішному соломотрясі. Ступені соломотряса мають крутий нахил, а бокові панелі виражено зазубрені, що підвищує якість сепарації. На моделях SR2035 та SR2045 передбачено чотири клавіші соломотряса, а на комбайнах SR20065 та SR2085 TS - п'ять. Модель SR2035 має клавіші з фіксованим дном.

Комбайни Sampo серії SR2000 обладнані надійними економічними дизельними двигунами SisuDiesel різних потужностей, адаптованими до палива неєвропейської якості. Ці комбайни легкі та зручні в експлуатації. На всіх моделях серії SR2000 передбачена можливість встановлення гідростатичної трансмісії, що значно полегшує керування комбайном. Гідростатичний привід забезпечує робочу швидкість до 7,5 км/год., а транспортну - до 20 км/год. Для роботи в перевантаженій місцевості передбачено також можливість встановлення повного приводу на всі колеса.

Зернозбиральні комбайни Sampo Rosenlew серії 3000 відповідають найбільш суворим вимогам до зернозбиральних машин. Для отримання високих результатів з точки зору продуктивності та якості дуже важливі функції мотовила та жатки. Швидкість зрізу і відсутність втрат досягаються завдяки правильному вибору ширини жатки, а також оптимальним регулюванням, які залежать від умов збирання. Налаштування пальців мотовила у жаток комбайнів серії SR3000 відбувається механічним способом. Інші функції мотовила, такі як швидкість обертів, висота і ступінь винесення встановлюються оператором, не виходячи з кабіни, за допомогою кнопок багатофункціонального важеля. Ширина захвату жаток комбайнів серії 3000 становить від 4,5 до 6,3 метра.

Багатофункціональним важелем з кабіни оператора можна керувати жаткою та вивантажувальним шнеком, а також всіма іншими функціями, зокрема напрямком руху та швидкістю комбайна; підніманням та опусканням жатки; боковим нахилом жатки; підніманням та опусканням мотовила; рухом мотовила «вперед-назад»; частотою обертів мотовила; поворотом вивантажувального шнека.

Молотильний барабан комбайнів Sampo Rosenlew 3000-ї серії має 8 бил. Його особливість полягає в тому, що основна маса барабана сконцентрована на зовнішньому колі, тобто в зоні розміщення бил. Завдяки цьому барабан має велику силу інерції, що дає йому змогу успішно працювати в умовах перевантажень, які виникають при підвищеній вологості хлібної маси.

Комбайни Sampo Rosenlew серії 3000 мають шістьчотирикаскадних клавіш соломотряса. Клавіші утворюють три робочі пари. За рахунок цього сепарація цього комбайну на 25% краща порівняно з іншими машинами такого ж класу, але з п'ятьма клавішами. Верхнє та нижнє решето складаються із двох частин, при цьому кожна частина має своє регулювання. Решета і лотки клавіш соломотряса легко знімаються для очищення.

На комбайнах серії 300 встановлюються зернові бункери місткістю від 5200 до 8100 літрів. На w-подібному днищі бункера розміщено два шнеки, які

не мають бокових з'єднань і легко виймаються за необхідності очищення днища бункера. Великий діаметр вивантажувального шнека та оптимальні його оберти забезпечують швидке опорожнення бункера.

Енергетичним джерелом комбайнів Sampo Rosenlew серії 3000 є надійний та економічний дизельний двигун Sisu Diesel. В залежності від комплектації комбайнів потужність може становити 175, 200, 220 та 260 к. с. Двигун встановлено на спеціальному просторому майданчику, де легко, зручно та безпечно можна проводити його обслуговування.

Кабіна комбайнів 3000-ї серії простора, ергономічна, з відмінною шумоізоляцією та оглядовістю, відповідає всім сучасним вимогам. Великий вибір налаштувань багатофункціонального важеля керма та сидіння дає змогу налаштувати робоче місце відповідно до індивідуальних вимог оператора.

Рисунок 1.4 - Зернозбиральний комбайн фірми CLAAS

Проведений аналіз конструкції сучасних зернозбиральних комбайнів дає можливість вибрати оптимальний напрямок удосконалення соломотрясу зернозбирального комбайна.

2 ОБГРУНТУВАННЯ КІЛЬКІСНОГО І СТРУКТУРНОГО СКЛАДУ МЕХАНІЗОВАНОЇ ЛАНКИ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ В ГОСПОДАРСТВІ

2.1 Складання технологічної карти

Технологічна карта є основним технологічним документом вирощування заданої сільськогосподарської культури в конкретному господарстві. Розроблена в проекті технологічна карта вирощування озимої пшениці (див. графічну частину проекту) включає такі основні блоки інформації:

- агрономічний блок, який містить назву операції, обсяг робіт, початок і тривалість робіт;
- технічне забезпечення операцій і нормативи на використання техніки (змінна норма виробітку, норма витрати палива);
- потреба в ресурсах: кількість технічних засобів, виробничого персоналу, робочих днів.

Перед складанням технологічної карти було проаналізовано природні умови господарства: агрокліматичні, ґрунтові з урахуванням питомого опору, конфігурацію полів та довжину гонів, рельєф і т.д. Оскільки ці фактори значною мірою впливають на вибір технології вирощування. При складанні технологічної карти було враховано такі первинні дані: назва культури; попередник; площа на, якій планується вирощування культури; планова врожайність(основної і побічної продукції), норма витрати: насіння, пестицидів; норми внесення добрив, відстань перевезення: насіння, добрив, пестицидів, основної і побічної продукції.

Технологічні операції в карті записані в порядку послідовності їх виконання. При складанні технологічної карти враховано окремі технологічні цикли, що об'єднують сукупність операцій зі спільною метою (основний обробіток ґрунту, сівба, догляд за посівами, збирання врожаю і т.д.), оскільки

операції в технологічному циклі взаємопов'язані агротехнічними вимогами і часовими рамками.

2.2 Визначення потреби в техніці

Визначення необхідної кількості тракторів і організацію їх роботи по вирощуванню і збиранню озимої пшениці здійснюємо шляхом побудови графіків завантаження тракторів. Графіки будуємо в прямокутних координатах окремо по кожному класу тракторів, включених в технологічну карту: по осі абсцис відкладаємо час в днях календарного року, по осі ординат – кількість тракторів.

Для кожної сільськогосподарської роботи по даних технологічної карти вирощування і збирання озимої пшениці, в осях координат будуємо прямокутники, сторони якого по осі ординат пропорційні тривалості робочого дня, а по осі абсцис - кількості днів виконання сільськогосподарської операції. Якщо для роботи використовується кілька тракторів, то будуємо відповідну кількість прямокутників, які відображають зайнятість ряду тракторів в календарні строки виконання роботи [9].

Площа одного чи кількох прямокутників для однієї сільськогосподарської роботи виражає, у визначеному масштабі тривалість роботи агрегату в годинах. Для зручності користування графіком прямокутники позначаємо шифром робіт по технологічній карті.

Виходячи з графіка завантаження тракторів визначаємо необхідну кількість тракторів для вирощування озимої пшениці.

Кількість сільськогосподарських машин, необхідних для виконання запланованого обсягу робіт в оптимальні агротехнічні строки, визначаємо використовуючи технологічну карту вирощування і збирання озимої пшениці та графік завантаження тракторів.

Кількість спеціальних сільськогосподарських машин разового використання на протязі року визначаємо по результатах розрахунків відповідних сільськогосподарських робіт.

Для визначення необхідної кількості машин однієї марки потрібно вибрати з технологічної карти роботи, виконуваних ними і співставити з календарними строками їх використання. Якщо строки проведення робіт співпадають, то кількість машин на цей період необхідно сумувати. Потрібне число машин визначаємо по періодах найбільшого їх завантаження сільськогосподарськими операціями [9].

Періоди використання машин протягом року відображаємо на графіку використання сільськогосподарської техніки (аркуші графічної частини проекту). По закінченню сезону роботи, кожна сільськогосподарська машина не залежно від її стану підлягає сезонному технічному обслуговуванню і встановлюється на зберігання. По мірі необхідності машини ремонтують. Роботи по технічному обслуговуванню, ремонту і консервації машин, виконують трактористи – машиністи, майстри – наладчики та механізатори ланки технічного обслуговування сільськогосподарської техніки [9].

В залежності від періодів використання машин, визначаємо строки зняття їх із зберігання, проведення ремонтних робіт і постановки на зберігання. Результати розрахунків відображаємо на аркуші графічної частини проекту.

Використовуючи технологічну карту вирощування і збирання озимої пшениці та графіки завантаження тракторів можна визначити витрату палива кожним трактором окремо по видах і строках виконаних робіт.

3 ПАТЕНТНИЙ АНАЛІЗ

В зернозбиральних комбайнах як вітчизняного, так і закордонного виробництва використовуються соломотряси клавішного типу з різною кількістю клавіш. Аналіз патентної літератури дозволив визначити напрямок удосконалення існуючих типів соломотрясів.

Так з метою підвищення ступеня рівномірності розподілу грубого вороху по ширині соломотрясу відома конструкція соломотрясу [10], який містить клавіші 1 (рис. 3.1) з днищами 2, які виконані з поздовжніми гофрами.

Соломотряс працює наступним чином. В процесі роботи соломотряса клавіші 1 здійснюють зворотно-поступальний і коливальний рух. Відсепарована маса поступає на днища 2 клавіш 1 і по поздовжнім гофрам днищ сходить рівномірно по ширині соломотрясу на очистку.

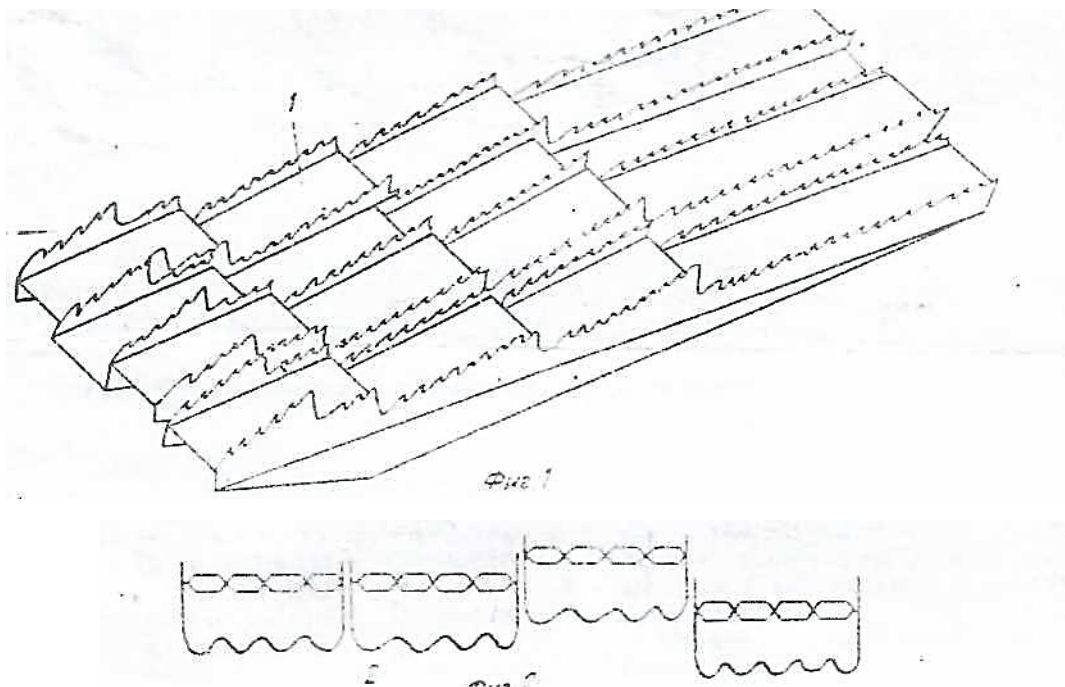


Рисунок 3.1 - Схема соломотряса (аксонометрія) (а) і його поперечний перетин (б) [10]

Форма гофр може бути виконана різної конфігурації. Виконання днищ клавіш з поздовжніми гофрами підвищує ступінь рівномірності розподілу відсепарованої, маси по ширині соломотрясу в момент сходження її з днищ клавіш. В результаті цього знижуються втрати зерна, підвищується продуктивність комбайна.

З метою підвищення повноти виділення зерна з грубого вороху відомий також молотильно-сепарувальний пристрій [11], який містить раму 1 (рис. 3.2 і 3.3), молотильний апарат 2, відбійний бітер 3 з ріжучими елементами 4, соломотряс

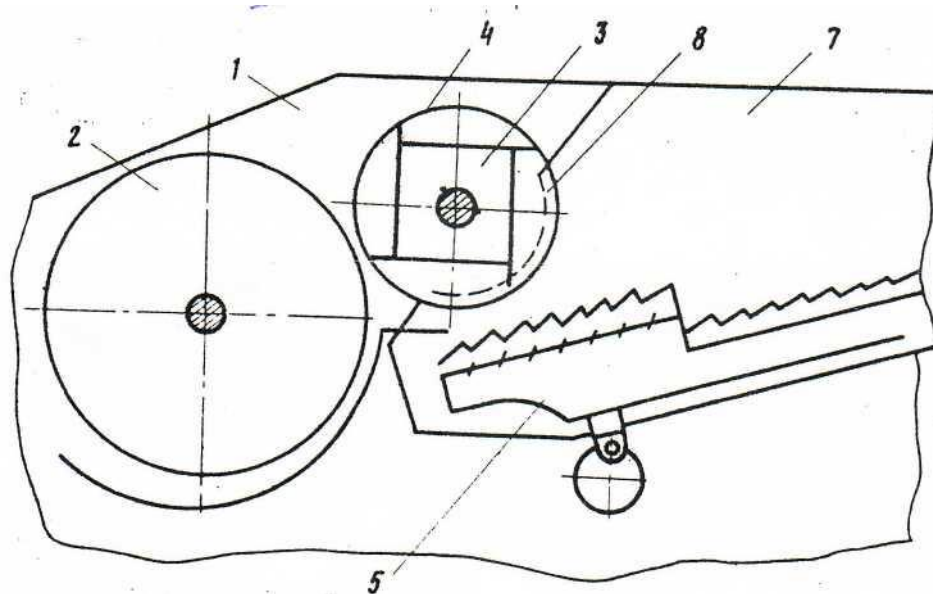


Рисунок 3.2 - Молотильно-сепарувальний пристрій [11], вид збоку

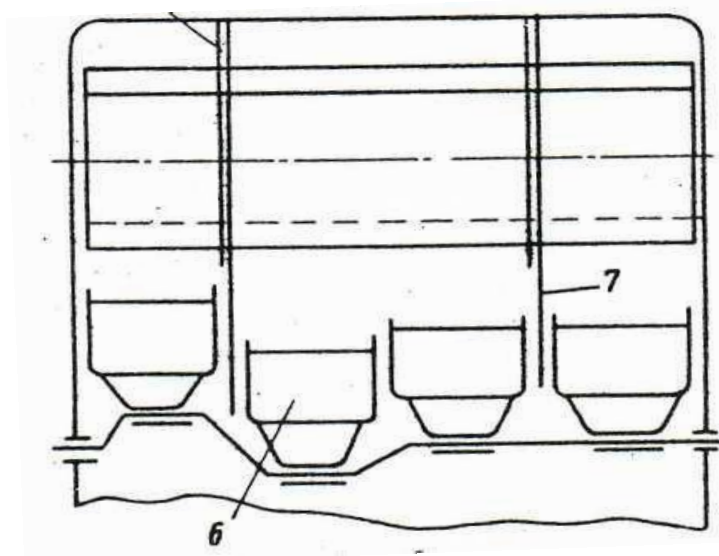


Рисунок 3.3 - Молотильно-сепарувальний пристрій [11], вид ззаду

5 з клавішами 6. На рамі 1 закріплені поздовжні перегородки 7, які входять в проміжки між клавішами. Передні частини 8 перегородок 7 створюють з різальними елементами 4 бітерів 3 різальні пари.

Молотильно-сепарувальний пристрій працює наступним чином. Грубий ворох, який виходить з молотильного апарату 2, ділиться різальними елементами 4 відбійного бітера 3 на декілька окремих потоків, кожен із яких надходить на робочу поверхню своєї клавіши, так як поздовжні перегородки 7 виключають взаємний вплив сусідніх клавіш. При цьому різальні пари перерізають солому, видаляючи можливість забивання.

З метою зменшення втрат зерна розроблено схему сепаратора грубого вороху зернозбирального комбайна [12], який містить корпус 1 (рис. 3.4 і 3.5) з двома рядами 2 і 3 пальців 4 гребінок і встановлене під ними перфороване або жалюзійне решето 5. Ряди 2 і 3 пальчастих гребінок мають однакову кількість пальців 4 і встановлені з можливістю обертання їх кінців по різних траєкторіях 6 і 7, які не перетинаються, зі створенням між ними вільної зони 8.

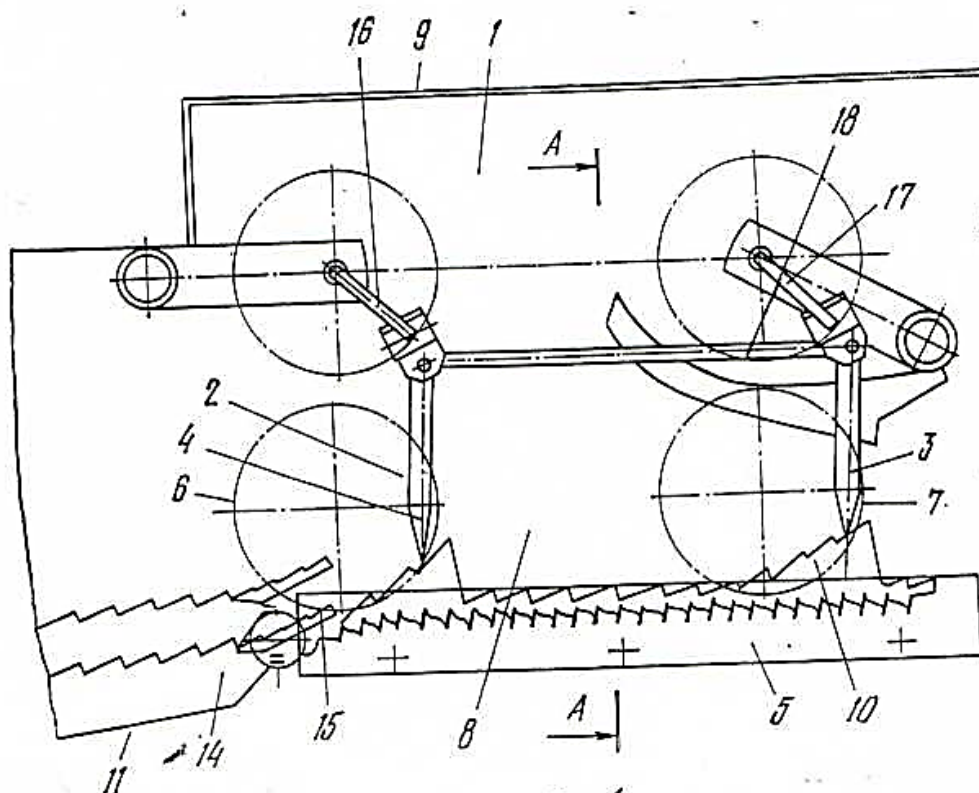


Рисунок 3.4 - Сепаратор грубого вороху [12], вид збоку

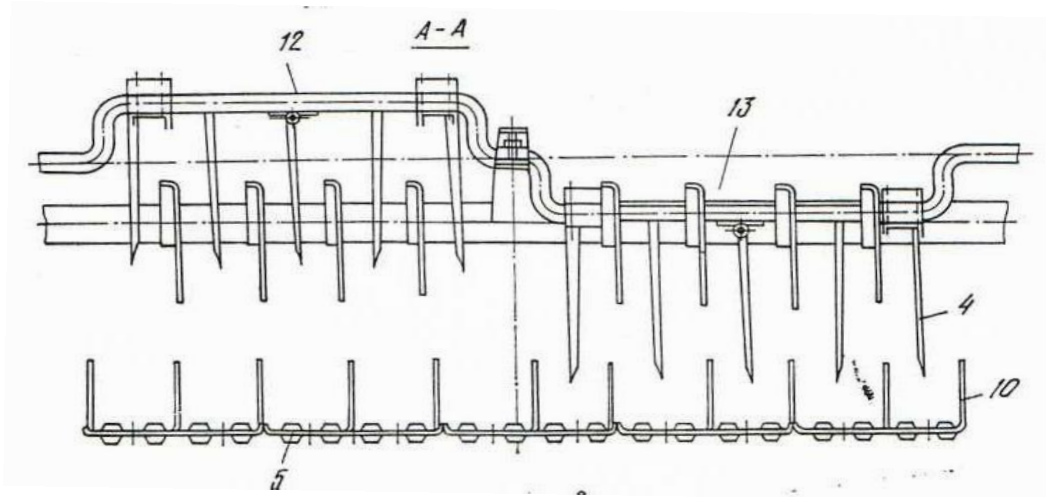


Рисунок 3.5 - Сепаратор грубого вороху [12], переріз А-А на рис.

Пальчасті гребінки мають привід, який надає кінцям пальців 4 обох рядків 2 і 3 лінійну швидкість пересування, яка більша за швидкість переміщення грубого вороху до входження його в контакт з пальцями першого ряду 2 пальців гребінки.

Решето 5 встановлено в корпусі 9 комбайна нерухомо. На його поверхні, яка повернута до пальчастогребінчастого механізму, встановлено ряд гребнів 10 по числу пальців 4 в рядах 2 і 3.

По довжині гребні 10 решета 5 виконані змінної висоти. Їх висота в зонах, обмежених траєкторіями 6 і 7 руху кінців пальців 4 рівномірно підвищується, а у вільній зоні 8 знижується.

В поперечному напрямку до руху грубого вороху гребні 10 розташовані суміжно з пальцями 4, коли вони знаходяться в крайньому нижньому положенні. Кожен рядок пальців 4 може бути виконано у вигляді двох або більше секцій 12 і 13 в ряду.

При поєднанні сепаратора грубого вороху з клавішним соломотрясом 11 на клавішах 14 останнього можуть бути встановлені направлені назад пруткові решітки або гребінки 15, які в крайньому задньому положенні розташовані в зоні дії пальців 4 першого ряду.

В процесі роботи комбайна на збиранні зернових культур грубий ворох, який виходить з-під молотильного апарату суцільним потоком, направляється

в зону дії першого ряду 2 пальців гребінки. При досягненні цієї зони пальці 4 першого ряду 2 відділяють порцію грубого вороху і зі швидкістю, яка більша, ніж швидкість його переміщення до цього, направляють у вільну зону 8, де вона після звільнення від дії пальців не тільки загальмовується гребнями 10 решета 5, але й під дією сил пружності соломи самовільно розпушується. Подача в цю зону наступної порції грубого вороху приводить до повторного стискання першої, яка знаходиться в короткочасному відносному спокої, порції з наступним її розпушенням під дією пружних сил соломи.

Таким чином, доки порція грубого вороху продовжує знаходитись у вільній зоні 8, вона безперервно піддається багаторазовій пульсуючій дії на неї пальців 4 першого ряду 2 через послідовні порції грубого вороху, які супроводжуються стисканням і розпушуванням порції грубого вороху. При досягненні пальців 4 другого ряду 3, порції грубого вороху виводяться за межі вільної зони, звільняючи місце наступним порціям.

Така дія на грубий ворох приводить до більш інтенсивного виділення зерна і зменшення його втрат.

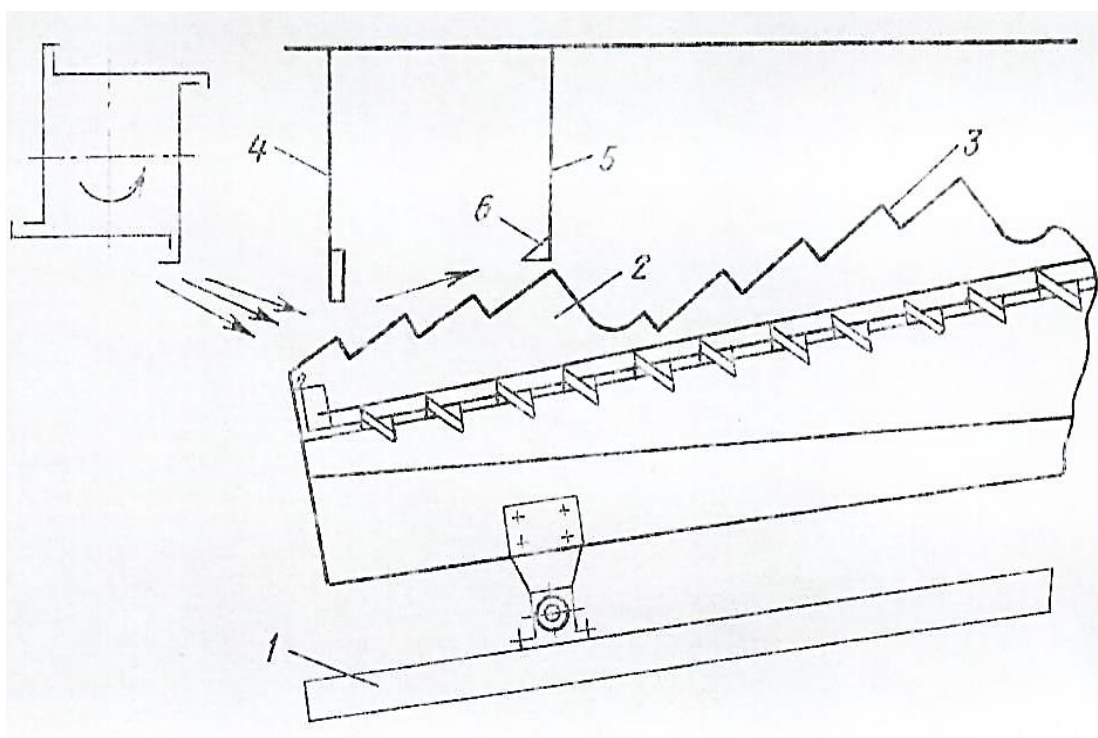


Рисунок 3.6 - Схема соломотряса з фартухами [13]

З метою підвищення якості сепарації зерна і продуктивності соломотрясу розроблено соломотряс [13], який містить раму 1 (рис. 3.6), каскад клавіш 2, що мають жалюзійну робочу поверхню 3, фартух 4 для відбивання від поверхні соломотрясу вільного зерна, яке відбивається відбійним бітером і барабаном молотильного апарата, підвішений перед переднім каскадом клавішів, розрівнювальні фартухи 5, встановлені в кінці кожного каскаду клавішів, що мають в нижній частині конічні штифти 6.

Соломотряс працює наступним чином. Грубий ворох, який відкидається відбійним бітером і барабаном молотильного апарату, відражається фартухом 4 і попадає на жалюзійну робочу поверхню клавіш 2. Фартухи 5 вирівнюють солому на соломотрясі, притримуючи верхній шар соломи при одночасному протаскуванні нижнього шару клавішами. Це сприяє руйнуванню просторової решітки шару соломи і активізує виділення зерна на соломотрясі. Конічна форма штифтів 6 виключає зависання соломи на них.

Проведений патентний аналіз аналогів і прототипів дозволив вибрати оптимальний напрямок удосконалення соломотрясу зернозбирального комбайна.

4 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ КОМБАЙНА

Зернозбиральний комбайн є основною збиральною машиною, від роботи якого в найбільшій мірі залежить якість і кількість зібраної продукції.

В серійних комбайнах для сепарації грубого вороху застосовують клавішні соломотряси які мають великі габаритні розміри, транспортують оброблений матеріал товстим шаром, що спричиняє погану сепарацію зерна, особливо при підвищеній вологості соломи, і зниження пропускної здатності молотильного апарату в межах 35-50% [12]. Якісна робота клавішних соломотрясів, крім того, значно залежить від коливань частоти обертання колінчастого вала соломотряса (рис.4.1) [12].

При зниженні частоти обертання барабана, збільшується товщина вороху на соломотрясі, знижується інтенсивність сепарування і втрати за соломотрясом зростають в кілька разів і сягають 3% та більше.

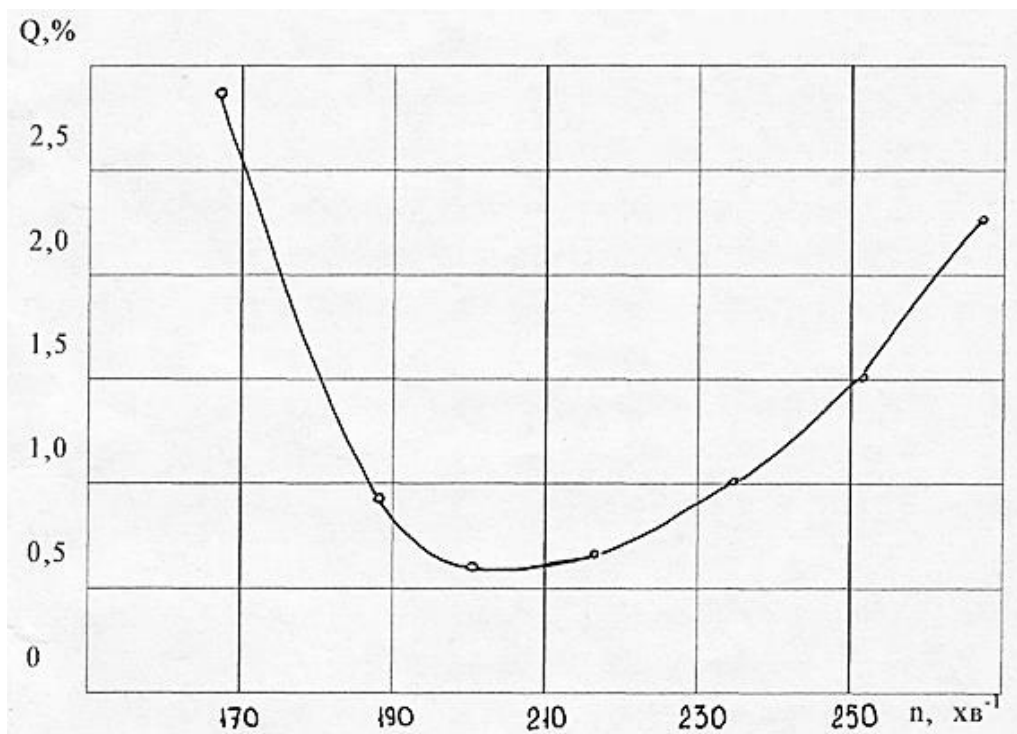


Рисунок 4.1 - Залежність втрат зерна (Q) від зміни частоти обертання колінчастого вала соломотряса (n).

Для підвищення ефективності виділення зерна з грубого вороху нами пропонується на підставі відомого технічного рішення [14] сепаратор грубого вороху, який містить встановлені на боковинах 1 (рис. 4.2 і 4.3) зернозбирального комбайну за допомогою підшипників 2 два кривошипних вали 3 з кривошипами 4, на яких за допомогою підшипників 5 розташовані ступінчасті решета-клавіші 6, які мають механізм приводу коливань. Кожне із решіт-клавіш 6 складається із корпусу 7, боковин 8 з гребінками 9 і решітчастого днища 10 з отворами 11. Конструкція решіт-клавіш 6 у вигляді виступів, боковин 8 з гребінками 9 і днища 10 з нахилом до виходу виконана для забезпечення руху грубого вороху по решіткам-клавішам.

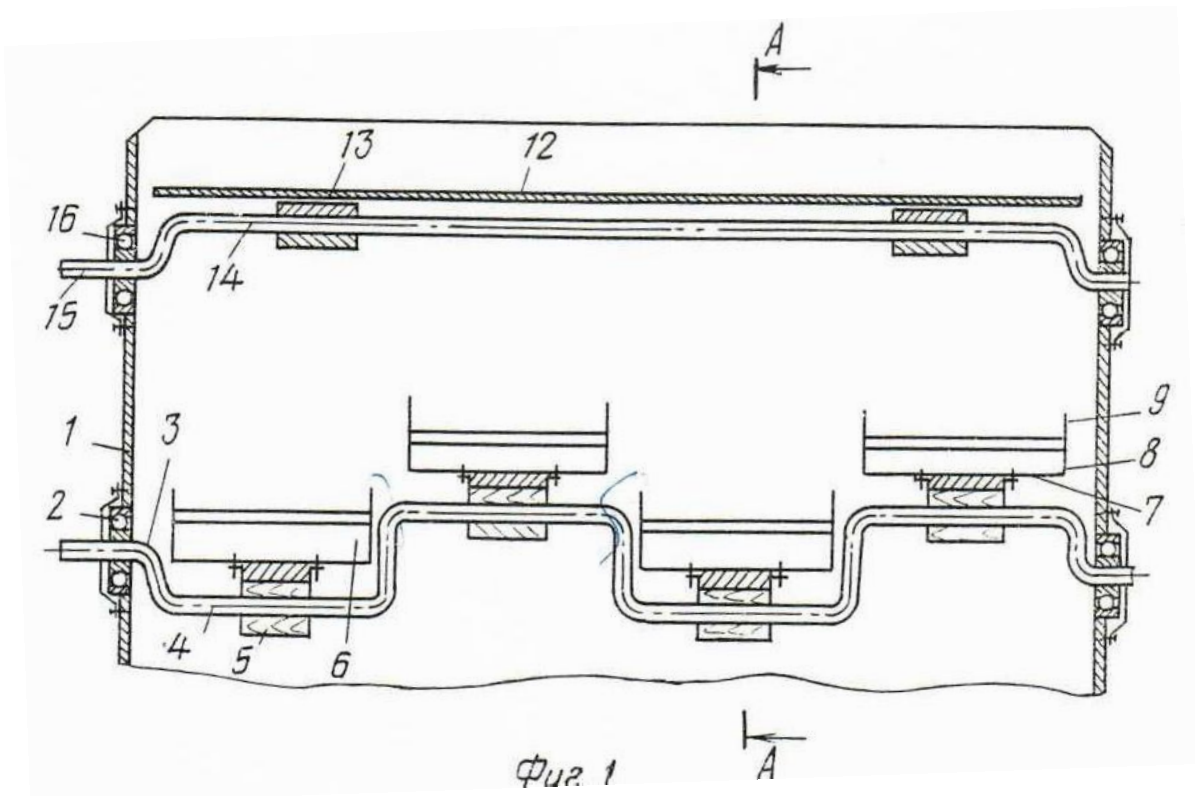


Рисунок 4.2 - Сепаратор грубого вороху [14], загальний вид в поперечному перерізі

На рамі над решітками-клавішами 6 розташований відбивач 12, який за допомогою підшипників 13 розташований на привідних кривошипах 14 двох кривошипних валів 15, встановлених за допомогою підшипників 16 на боковинах 11 зернозбирального комбайну.

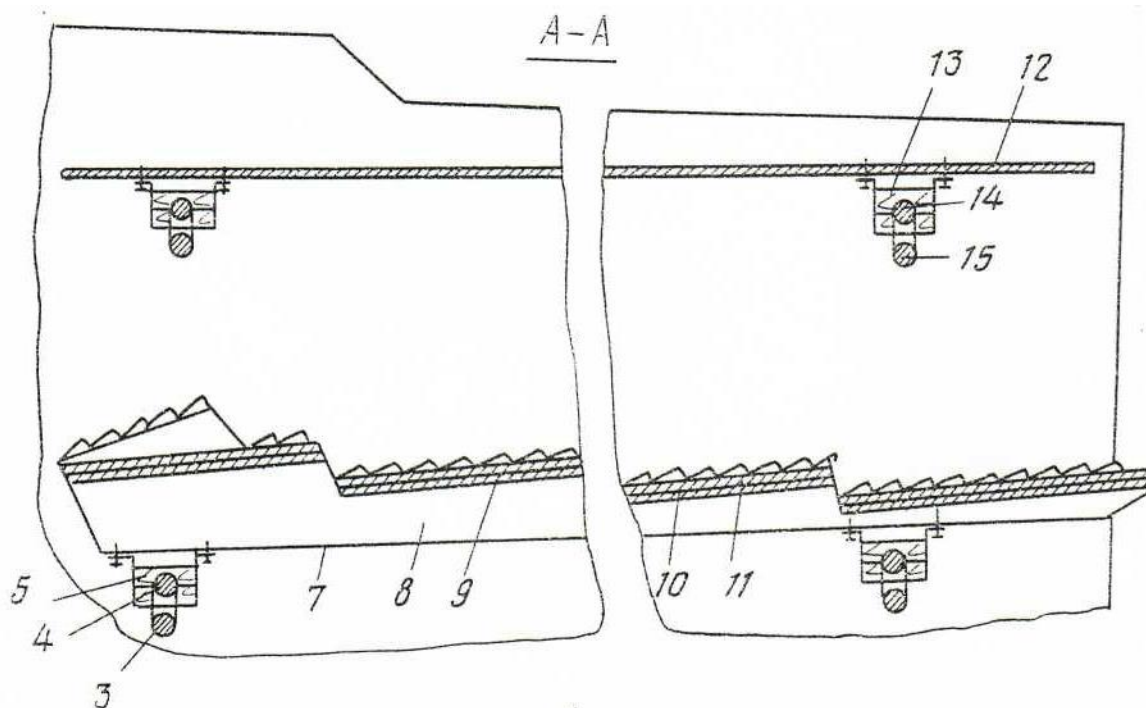


Рисунок 4.3 - Переріз А-А на рис. 4.2

При роботі комбайна кривошипні вали 3, обертаючись, рухають кривошипи 4 по колу і надають рух клавішам 6 за рахунок якого маса грубого вороху підкидається вгору і направляється до виходу.

Підкинута клавішами 6 маса грубого вороху отримує зустрічний удар від відбивача 12, який переміщається за рахунок обертання кривошипів 14 від валів 15. Таким чином, отримуючи періодичні удари знизу вгору від клавіш 6, маса грубого вороху підкидається вгору, відриваючись від поверхні решіт-клавіш 6 і отримує зустрічні удари, які періодично повторюються, від відбивача 12, направлені зверху вниз, які різко збільшують швидкість руху сепарованої маси. За рахунок чого зерна швидко проходять крізь товщину соломи на поверхню решіт-клавіш 6 і через отвори 11 виводяться із зони сепаратора, а солома сходить з решіт-клавіш зернозбирального комбайна.

5 РОЗРАХУНКИ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМУ РАБОТИ СОЛОМОТРЯСА

Після виходу з молотильного апарату хлібна маса представляє собою суміш соломи, збоїни, полови і зерна. Склад грубого вороху може характеризуватися слідуєчими даними: зерно – 25-30 %, солома – 30-45 %, збоїна – 10-18 %, половина 8-15 %. Співвідношення між масою зерна і соломистих фракцій буває від 1:3 до 1:1.

Соломотряс як сепаратор грубого вороху призначений для виділення з соломи дрібного вороху (зерно, половина, збоїна), направлення його на очищення і виведення соломи з молотарки. Умови роботи соломотряса дуже складні. Дослідження показують, що на їх долю приходить до 85 % всіх втрат після молотарки.

Враховуючи високу пропускну спроможність комбайна, для нього необхідно застосовувати клавішний соломотряс з шістьма клавішами і оптимізувати параметри і режим роботи соломотряса.

Суть робочого процесу клавішного соломотряса полягає в тому, що багаторазово діючи на рослинний матеріал, він періодично підкидає його, і після вільного падіння матеріал співударяється з робочою поверхнею соломотряса. При цьому зерно, яке має менші розміри і більш обтікаєму форму, ніж стебла соломи, поступово проходить крізь шар соломи, яка представляє собою просторову решітку, і потім отвори на клавішах соломотряса.

Таким чином, процес виділення зерна на соломотрясі характеризується ймовірністю μ_1 просіювання його крізь просторову решітку соломи і ймовірністю μ_2 просіювання крізь плоску решітку клавіша соломотряса. Загальна ймовірність просіювання буде рівна добутку цих ймовірностей. Якщо прийняти інтенсивність просіювання зерна постійною по всій довжині

соломотряса, то можна визначити коефіцієнт сепарації для одиниці довжини клавіша соломотряса [15]:

$$\mu = \frac{\mu_1 \cdot \mu_2}{V_c \cdot t_n} \quad (5.1)$$

де, V_c - середня швидкість переміщення соломи на соломотрясі, м/с;

t_n - проміжок часу між струшуваннями, с.

Процес просіювання зерна крізь шар соломи більш складний, ніж просіювання крізь отвори клавіш соломотряса, перетин яких достатньо великий і практично все зерно, яке поступило з шару соломи на поверхню клавіш соломотряса, просівається крізь решітку. Про це свідчить той факт, що при збільшенні перетину отворів соломотряса від 20 до 60 % втрати вільного зерна в воросі соломи не змінюються.

Щоб зерно просіювалося крізь шар соломи, необхідна достатня відстань між стеблами. Це досягається за рахунок постійного підкидання рослинної маси і при вільному падінні вона розпушується.

По мірі пересування по соломотрясу кількість зерна в воросі знижується, що може бути представлено схематично (рис. 5.1) і виражено диференціальним рівнянням:

$$-\frac{dq}{dl} = \mu q_c, \quad (5.2)$$

де, dq – кількість зерна, яке поступило на елемент довжини dl соломотряса;

l – відстань елемента dl від початку соломотряса;

q_c - кількість зерна, що поступило на соломотряс, кг/с.

Рішенням рівняння (5.2) буде після інтегрування наступне рівняння:

$$q_0 = q_c e^{-\mu l}, \quad (5.3)$$

де, q_0 - наявність зерна на соломотрясі на відстані dl від його початку, кг/с;
 e – основа натуральних логарифмів.

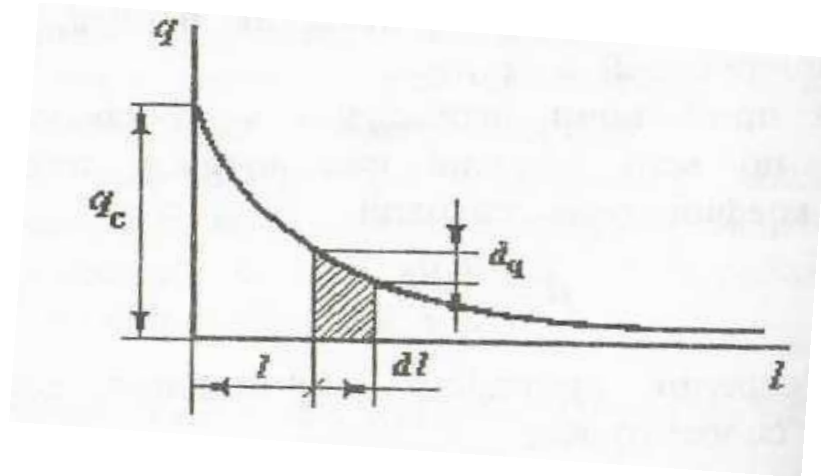


Рисунок 5.1 - Зміна кількості зерна на соломотрясі в залежності від його довжини l

Ширину B_c соломотряса встановлюють в відповідності з довжиною і типом молотильного апарата, а також загальною компоновкою робочих органів машини.

Довжина L_c соломотряса повинна бути такою, щоб за час обробки шару вороха з соломи було виділено все зерно, або по крайній мірі втрати не перевищували б допустимих агрономічними значень. Довжина соломотряса может бути визначена, наприклад, емпіричним рівнянням:

$$L_c = \frac{2 - \lg\left(P_0 \frac{100}{100 - b}\right)}{0,4343 \cdot \mu}, \quad (5.4)$$

де, P_0 – розрахункові допустимі втрати вільного зерна з соломною;

b – кількість зерна, виділеного з вороха підбаранням молотильного апарата в % від поступившого в молотарку.

Довжину соломотряса для комбайна визначаємо більш точно після того, як буде визначена довжина шляху, який проходить частка грубого вороха за один кидок клавишів соломотряса (аналітичним і графічним шляхом).

Коефіцієнт сепарації μ залежить від товщини h шару вороха на соломотрясі і зв'язаний з нею залежністю:

$$\mu \cdot h^n = const, \quad (5.5)$$

де, $n = 0,8 - 1,2$ – більші значення відносяться до більш важких умов роботи комбайна.

Якість роботи соломотряса клавишного типу визначають вид, сорт, фізико-механічні характеристики рослинного матеріалу, що обробляється, кінематичний режим роботи і завантаження соломотряса. Крім того, виділення зерна залежить від ступеня подрібнення соломи в молотильному апараті, рівномірності подачі хлібної маси і інших факторів. Із збільшенням вмісту вологи в хлібній масі відносні втрати зерна зростають, що відображається залежністю:

$$\varepsilon = 0,01\sqrt{W^3}, \quad (5.6)$$

де, ε - відносні втрати зерна, %;

W – вологість вороха.

Основною характеристикою режиму роботи соломотряса являється показник кінематичного режиму роботи:

$$k = \frac{\varpi^2 r}{g}, \quad (5.7)$$

де, ϖ - кутова швидкість колінчатого вала, 1/с;

r – радіус коліна вала приводу соломотряса, м.

Рух соломи на соломотрясі багато в чому залежить від його кінематичного режиму роботи. Якщо розглянути залежність втрат вільного зерна на соломотрясі (тобто те зерно, яке сходить разом з соломою в копнувач або подрібнювач) від показника кінематичного режиму роботи, то дослідженнями встановлено, що найменші втрати будуть при $k = 2,2 \dots 2,6$ (рис. 5.2).

Аналізуючи рівняння (5.7) ми бачимо, що оптимальні значення показника кінематичного режиму роботи соломотряса можна досягнути при різному співвідношенні значень параметрів r і ϖ . Приймаємо оптимальне значення $k = 2,4$. Конструктивно приймаємо значення радіуса колінчатого вала $r = 0,055$ м. Тоді кугова швидкість обертання колінчатого вала буде дорівнювати:

$$\varpi = \sqrt{\frac{kg}{r}} = \sqrt{\frac{2,4 \cdot 9,81}{0,055}} = 20,7 \text{ с}^{-1}$$

І тоді частота обертання колінчатого вала буде дорівнювати:

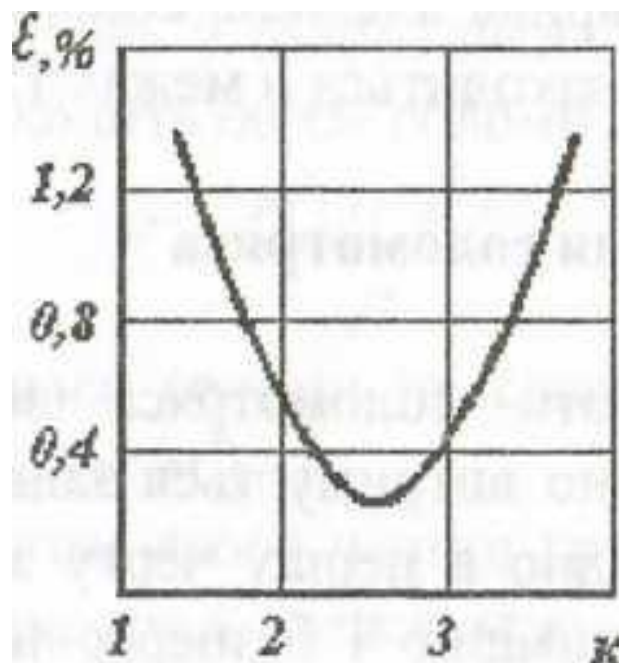


Рисунок 5.2 - Залежність втрат зерна за соломотрясом від показника кінематичного режиму роботи

$$n = \frac{30 \cdot \varpi}{\pi} = \frac{30 \cdot 20,7}{3,14} = 197,8 \text{ мин}^{-1}$$

Якість роботи соломотряса залежить від постійності заданого кінематичного режиму роботи. Для цього необхідно забезпечити подачу хлібної маси рівномірно і безперервним потоком. Але в силу відомих причин (нерівномірність урожайності, непостійна ширина захвату жатки і ін.) практичне завантаження комбайна має відхилення від середнього значення на 33 %. В зв'язку з цим появляється відхилення від заданого значення частоти обертання вала соломотряса, а значить і показника k кінематичного режиму роботи соломотряса. Ступінь вказаного відхилення залежить від подачі m'_c грубого вороха на соломотряс, а також від потужності двигуна комбайна.

Подачу вороха на соломотряс в розрахунках приймають рівною:

$$m'_c = 0,75 \cdot m', \quad (5.8)$$

де, m' - секундна подача хлібної маси в молотильний апарат.

При пропускній спроможності комбайна 9 кг/с подача грубого вороху на соломотряс буде дорівнювати:

$$m'_c = 0,75 \cdot 9 = 6,75 \text{ кг/с}$$

Однією з характеристик соломотряса являється напруженість – це співвідношення подачі вороха на соломотряс до площі соломотряса:

$$m'_0 = \frac{m'_c}{S_c} = 0,75 \frac{m'}{S_c}. \quad (5.9)$$

Допустима напруженість залежить від типу соломотряса і дорівнює:

$$m'_0 = 0,26 \dots 0,28 \text{ кг} / \text{с} \cdot \text{м}^2$$

Якщо просіювання зерна крізь отвори деки врахувати коефіцієнтом σ , то кількість зерна q_c , що поступає в одиницю часу на соломотряс можна визначити рівнянням:

$$q_c = (1 - \sigma) \delta \cdot m' , \quad (5.10)$$

де, m' - подача хлібної маси в молотарку, кг/с;

δ - відношення маси зерна до всієї хлібної маси (слонистість).

Втрати зерна ε (%) соломотрясом з врахуванням залежності (5.3) можуть бути визначені з рівняння:

$$\varepsilon = 100 e^{-\mu L_c} \quad (5.11)$$

де, e – основа натуральних логарифмів;

μ - коефіцієнт сепарації;

L_c – довжина соломотряса.

Втрати зерна на соломотрясі залежать від подачі хлібної маси, так як від неї залежить товщина шару грубого вороха на соломотрясі.

На соломотряс за час 1 с без врахування залишившогося в ній зерна поступає об'єм соломи, який дорівнює:

$$V' = \frac{m'(1 - \delta)}{\rho} , \quad (5.12)$$

де, ρ - об'ємна маса шару соломи на соломотрясі, що дорівнює 12 - 20 кг /м³.

Час t , на протязі якого частки грубого вороху знаходяться на соломотрясі довжиною L_c при середній швидкості переміщення V_c , буде дорівнювати:

$$t = \frac{L_c}{V_c}. \quad (5.13)$$

Тому об'єм соломи, яка безперервно знаходиться на соломотрясі, буде дорівнювати:

$$V = V't = \frac{V' \cdot L_c}{V_c}. \quad (5.14)$$

З іншого боку, об'єм соломи на соломотрясі з врахуванням довжини, ширини соломотрясу і висоти шару грубого вороху буде дорівнювати:

$$V = h \cdot L_c \cdot B = \frac{V' \cdot L_c}{V_c},$$

або

$$hB = \frac{V'}{V_c}. \quad (5.15)$$

З урахуванням приведених вище рівнянь товщина шару грубого вороху на соломотрясі буде дорівнювати:

$$h = \frac{m'(1 - \delta)}{B \cdot \rho \cdot V_c} \quad (5.16)$$

Ці залежності служать для визначення коефіцієнта сепарації, висоти шару соломи на сепараторі і інших показників.

Робота двухвального клавішного соломотряса характеризується тим, що його сепаруюча поверхня, нахилена під кутом α до горизонту, приводиться в рух. В результаті цього ворох підкидається, описує криву, яка має форму параболи (без врахування опору повітря) і падає на поверхню клавіша соломотряса в іншій точці, переміщаючись на відстань S .

Рівняння вільного руху частки (рис. 5.3) буде мати вигляд:

$$\begin{aligned} x &= \omega r t \cos \beta \\ y &= \omega r t \sin \beta - \frac{gt^2}{2} \end{aligned} \quad (5.17)$$

Якщо допустити, що час t польоту частки соломи за один кидок в два рази менше часу t_0 одного обороту колінчатого вала, тобто $t_0 = 2t$ і знехтувати силами опору повітря, то дальність польоту соломи на клавішу за один кидок буде дорівнювати:

$$S = tV \cos \beta = \frac{t_0}{2} \omega r \cos \beta, \quad (5.18)$$

де, ω - кутова швидкість колінчатого вала;

r - радіус коліна колінчатого вала.

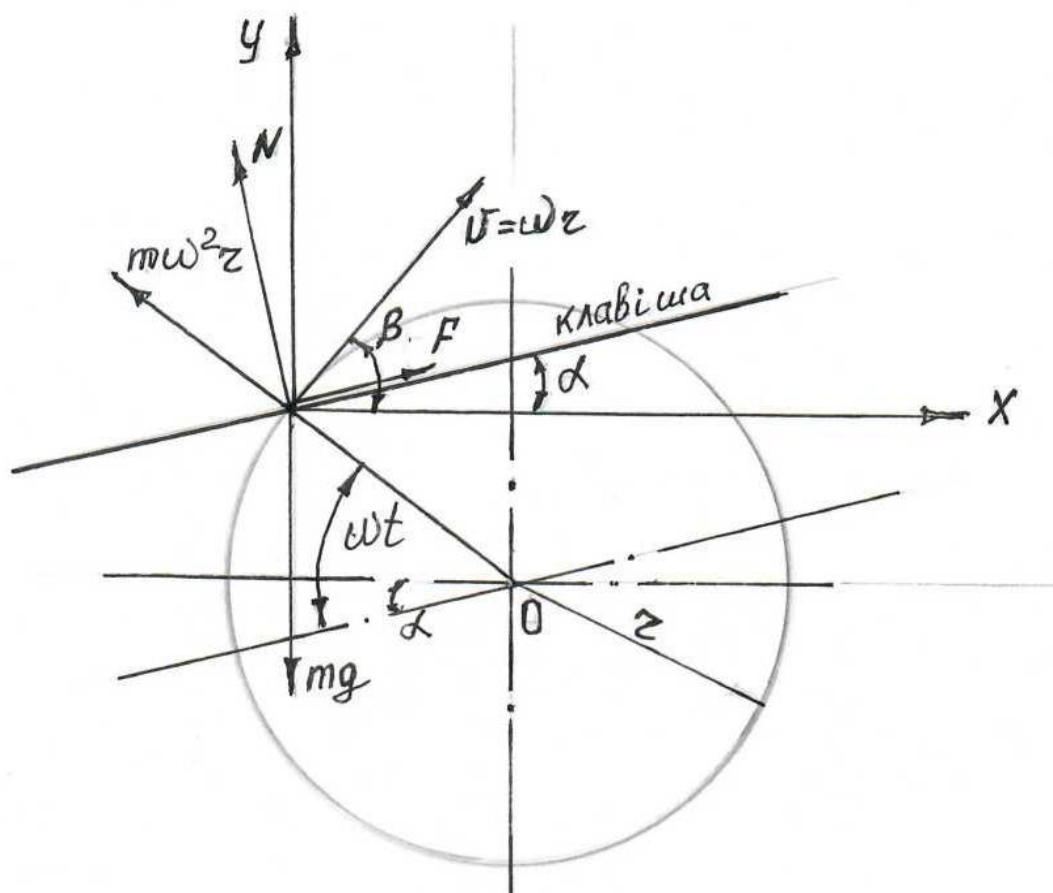


Рисунок 5.3 - Сили, що діють на частку на клавіші соломотряса

Враховуючи, що

$$t_0 = \frac{2\pi}{\omega} \quad \text{і} \quad \beta = 90^\circ - (\omega t - \alpha),$$

можна записати:

$$S = \pi r \sin(\omega t - \alpha) \quad (5.19)$$

де, ωt - кут повороту колінчатого вала, при якому проходить відрив частки соломи від поверхні клавіша.

Для визначення цього кута розглянемо сили, що діють на частку соломи на клавіші соломотряса (рис. 5.3):

mg – сила тяжіння ;

N – нормальна реакція від поверхні клавіша, що несе соломку;

$m\omega^2 r$ - сила інерції.

Умовою рівноваги частки, що знаходиться на клавіші, буде рівність:

$$N + m\omega^2 r \sin \omega t - mg \cos \alpha = 0 \quad (5.20)$$

Звідси:

$$N = mg(\cos \alpha - k \sin \omega t), \quad (5.21)$$

де, k – показник кінематичного режиму роботи соломотряса.

В момент часу t_1 проходить відрив частки соломи від поверхні клавіша соломотряса. При цьому $N = 0$. Тоді можна записати:

$$mg(\cos \alpha - k \sin \omega t_1) = 0.$$

Так як mg ніколи не дорівнює нулю, то в момент відриву частки від поверхні клавіша можна записати:

$$\cos \alpha - k \sin \omega t_1 = 0$$

Звідки:

$$\sin \varpi t_1 = \frac{\cos \alpha}{k}. \quad (5.22)$$

Рівняння (5.22) називається першим основним рівнянням соломотряса.

Підставивши значення кута (5.22) в рівняння (5.19), визначаємо дальність польоту соломи за один кидок:

$$S = \pi r \sin[\arcsin(\frac{\cos \alpha}{k}) - \alpha]. \quad (5.23)$$

Довжину соломотряса з врахуванням приведених вище залежностей можна визначити по рівнянню:

$$L_c = jSz, \quad (5.24)$$

де, j – коефіцієнт, який враховує опір переміщенню вороха і дорівнює при розрахунках 0,7;

z – кількість струшувань, необхідних для виведення частки з соломотряса, приймають рівним $z = 35-50$.

Ширину соломотряса узгоджують з довжиною барабана молотильного апарата. Співвідношення між довжиною соломотряса і його шириною знаходиться в межах $L_c/B_c = 2-3$.

Середня швидкість руху частки вздовж клавішів соломотряса визначається рівнянням:

$$V_c = S \frac{n}{60} \quad (5.25)$$

Використовуючи рівняння (5.17) вільного руху частки, підкинутої клавішею соломотряса, і задаючись інтервалом часу (наприклад $t = 0,02$ с), графічним шляхом визначимо дальність польоту частки (рис. 5.4).

Координати траєкторії руху частки представлені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Координати руху частки в системі хоу, мм

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
x	9	18	27	36	44	53	62	71	80	90	98
y	17	31	40	47	53	46	41	30	17	-1	-24

При побудові траєкторії руху частки необхідно враховувати, що для проєктованого соломотряса грубий ворох підкидає одна група клавіш, а зустрічає падаючі частки друга група клавіш, яка зміщена відносно першої на кут 180 градусів. За час вільного польоту частки за кожні 0,02 с шийка колінчатого вала, на якій закріплена ця група клавіш, повернеться на кут, що дорівнює:

$$\theta = \varpi \cdot t = 20,7 \cdot 0,02 = 0,414c^{-1}$$

Вважаємо, що обертання колінчатого вала при завантаженому соломотрясі являється рівномірним і відкладаємо цей кут по колу, яким являється траєкторія руху шийки колінчатого вала. Зустріч падаючої частки і групи клавішів соломотряса, які піднімаються, відбувається між десятою і одинадцятою точками. Точку зустрічі можна знайти, задаючись меншими значеннями інтервалу часу або методом графічної інтерполяції (рис.5.4). Таким чином, дальність польоту частки грубого вороху за один кидок клавішів соломотряса становить 100 мм.

Використовуючи рівняння (5.25), визначимо середню швидкість руху частки вздовж клавішів соломотряса:

$$V_c = 0,1 \frac{197,8}{60} = 0,33 \text{ м/с}$$

Використовуючи рівняння (5.24), визначимо максимально можливу довжину соломотряса:

$$L_c = 0,1 \cdot 50 \cdot 0,86 = 4,3 \text{ м}$$

Ширина соломотряса визначається довжиною барабана молотильного апарата і її приймаємо рівною $B_c = 1,5 \text{ м}$.

Товщина шару грубого вороха, який знаходиться на соломотрясі, визначається за рівнянням (5.16):

$$h = \frac{9(1-0,6)}{1,5 \cdot 0,33 \cdot 15} = 0,48 \text{ м}$$

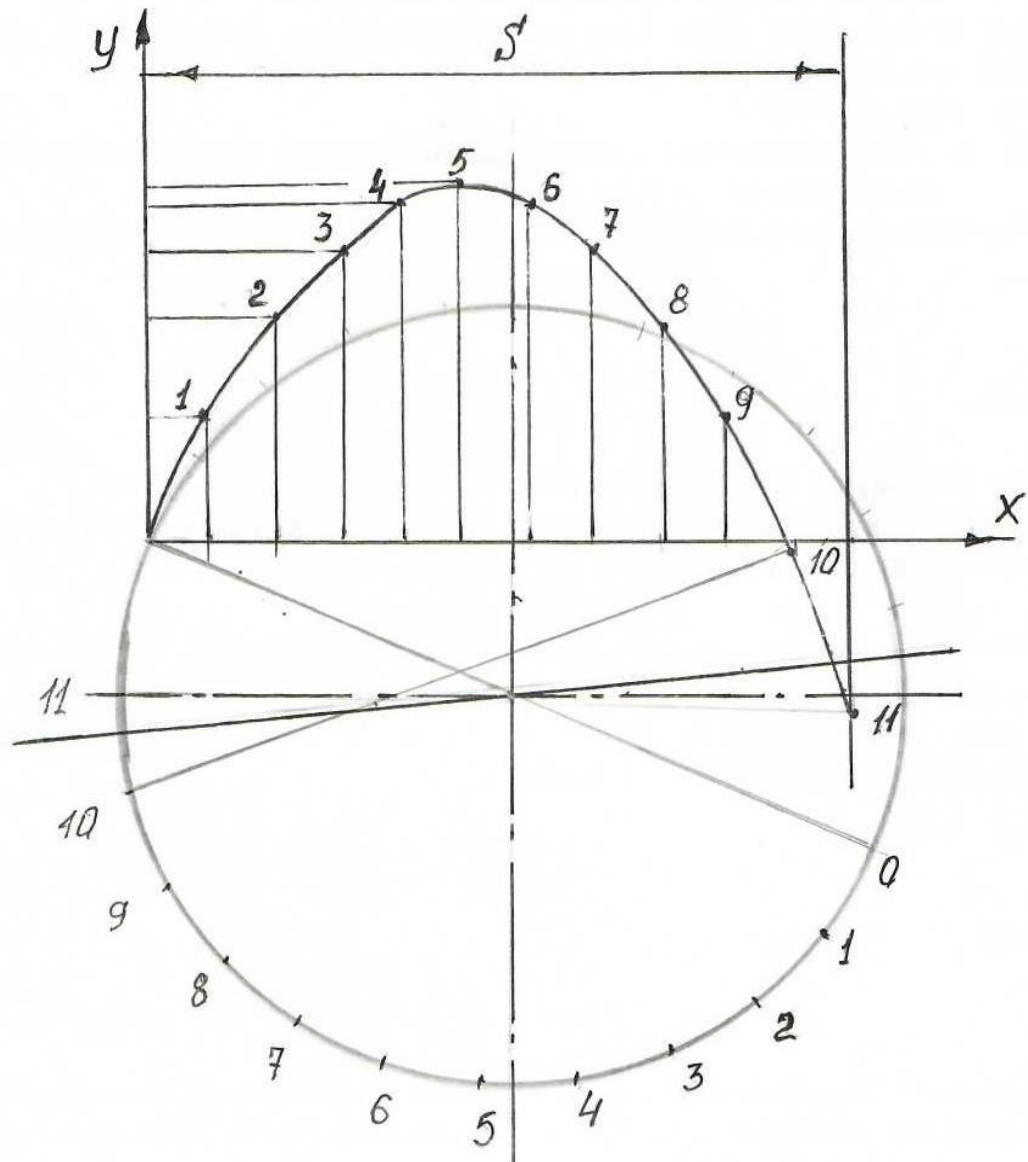


Рисунок 5.4 - Траєкторія руху частки грубого вороху і дальність її польоту за один кидок клавша соломотряса

Площа соломотряса, на якій проходить сепарація грубого вороха, буде дорівнювати:

$$S_c = 1,5 \times 4,3 = 6,45 \text{ м}$$

Максимальна напруженість соломотряса буде дорівнювати:

$$m_0 = 0,75 \frac{9}{6,45} = 1,05 \text{ кг/м с}$$

Виходячи з ширини соломотряса і кількості клавiш, визначається ширина клавiша з врахуванням конструктивного зазору між ними – $B_k = 240$ мм.

Отримані розрахунковим шляхом параметри і режим роботи використовуються при проектуванні конструкції соломотряса зернозбирального комбайна.

6 РОЗРАХУНКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ УДОСКОНАЛЕНИМ КОМБАЙНОМ

При визначенні технологічних показників приймаємо, що зернозбиральний комплекс складається з удосконаленого зернозбирального комбайна і причепа 2-ПТС-4-887А для збирання незернової частини врожаю.

Операційна карта на збирання основних зернових культур включає технологічні операції [18,19]:

- обкошування полів і розбивка їх на загінки;
- підбирання і обмолот прокосів і обкосів;
- оранка обкошених смуг;
- скошування хлібів в валки (роздільне збирання);
- підбирання і обмолочування валків (роздільне збирання);
- пряме комбайнування (однофазне збирання);
- транспортування зерна і соломи до місця зберігання.

До початку збирання проводяться роботи по підготовці поля – усувають або огороджують перешкоди, які заважають роботі агрегатів, усувають дрібне каміння і кущі, намічають під'їзди до поля. Грейдером в випадку необхідності вирівнюють дороги, які з'єднують транспортні магістралі з полями.

За 2-3 дні до збирання жнивваркою обкошують бокові сторони полів, поворотні смуги і ділять поле прокосами на загінки. Рекомендовані співвідношення сторін в загінках приведені в табл. 6.1 [20].

Для визначення ширини поворотної смуги необхідно знати кінематичну ширину і довжину зернозбирального комплексу. Кінематична довжина визначається за формулою:

$$L_z = L_k + L_p, \quad (6.1)$$

Таблиця 6.1 - Оптимальні співвідношення сторін загінок

Довжина гонів, м	Співвідношення ширини і довжини загінки при ширині захвата жатки, м		
	10	6	5
600 - 1000	1 : 6	1 : 8	1 : 11
1000 - 1500	1 : 7	1 : 9	1 : 12
1500 - 2000	1 : 8	1 : 10	1 : 13

де L_k – кінематична довжина зернозбирального комбайна, м;

L_n – кінематична довжина причепа для збирання соломи, м.

$$L_z = 12 + 6,1 = 18,1 \text{ м.}$$

Ширина поворотної смуги для петлевого повороту визначається за формулою:

$$E_n = 3R + L_z, \quad (6.2)$$

де R – радіус повороту зернозбирального комплексу.

Ширина поворотної смуги буде дорівнювати:

$$E_n = 3 \cdot 8,9 + 18,1 = 54,0 \text{ м.}$$

Довжина холостого ходу при виконанні повороту при петльовому способі визначається за формулою:

$$L_x = 3R + 2(0,5 - 0,75)L_z, \quad (6.3)$$

$$L_x = 3 \cdot 8,9 + 2(0,5 \dots 0,75) 18,1 = 44,8 \dots 53,8 \text{ м.}$$

Для подальших розрахунків приймаємо довжину холостого ходу при поворотах рівною 50 м. Довжина поля зернових становить 1000 м. Робоча довжина гонів визначається рівнянням:

$$L_p = L - 2 E_n. \quad (6.4)$$

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 54,0 = 892 \text{ м.}$$

Коефіцієнт робочих ходів збирального комплексу визначається за формулою:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x}. \quad (6.5)$$

$$\varphi = \frac{892}{892 + 50} = 0,95.$$

Якщо прийняти, що швидкість руху комбайна на поворотах дорівнює робочій швидкості машини, то коефіцієнт тривалості поворотів визначається за формулою:

$$\tau_{нов} = \frac{1 - \varphi}{\varphi}. \quad (6.6)$$

$$\tau_{нов} = \frac{1 - 0,95}{0,95} = 0,05.$$

Продуктивність зернозбирального комбайна визначається рівнянням:

$$W_3 = 0,1 B_p V_p T_e, \quad (6.7)$$

де B_p – ширина захвату жатки, м;

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год.;

T_e – ефективна робота комбайна під навантаженням, год.

Баланс часу зміни роботи зернозбирального комбайна записується відомою формулою:

$$T_{зм} = T_e + T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7 + T_8 \quad (6.8)$$

де T_1 – час маневрів і поворотів після робочого ходу;

T_2 – час технологічного обслуговування;

T_3 – час усування технологічних відказів (усунення забивання робочих органів);

T_4 – час усунення технічних відказів;

T_5 – час на переведення комбайна в транспортне положення;

T_6 – час на переїзди;

T_7 – час на підготовку агрегату до роботи та отримання завдання;

T_8 – час на особисті потреби.

Ефективний час роботи зернозбирального комбайна:

$$T_e = T_{зм} - (T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7 + T_8); \quad (6.9)$$

Складові часу зміни визначаються або хронометражем, або по нормативних даних. Узагальнюючим показником впливу всіх факторів є

коефіцієнт використання часу зміни:

$$\tau_{зм} = \frac{T_e}{T_{зм}} = \left(1 + \frac{V_p B_p \Pi_k}{V_x L_p} + \frac{W_{np} t_{техн}}{m_{ср}^B} + \frac{\lambda_1}{\mu_1} + \frac{\lambda_2}{\mu_2} + \frac{\lambda_3}{\mu_3} + \frac{V_p B_p t_{пз}}{S_{зм}} \right) \quad (6.10)$$

де λ, μ - показники технологічної і технічної надійності;

S – змінний виробіток комбайна.

$$\tau_{зм} = \left(1 + \frac{7000 \cdot 6 \cdot 8,33}{6000 \cdot 1000} + \frac{10 \cdot 0,003}{5} + \frac{0,04}{0,166} + \frac{0,071}{2} + \frac{0,05}{0,5} + \frac{7000 \cdot 6 \cdot 1}{250000} \right)^{-1} = 0,059.$$

Оптимальна робоча швидкість комбайна, яка забезпечує ефективне використання молотарки через подачу хлібної маси визначається за формулою:

$$V_p = \frac{360 \cdot q_{on}}{B_p \cdot Q_3 \cdot (1 + \delta)}, \quad (6.11)$$

де Q_3 – урожайність;

δ - коефіцієнт солемистості.

Підставивши в (6.11), отримаємо:

$$V_p = \frac{360 \cdot 9}{6 \cdot 46 \cdot (1 + 1)} = 6,0 \text{ км/год.}$$

Підставляємо значення в (6.7) і визначаємо продуктивність збирального комбайна за годину:

$$W_r = 0,1 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 0,59 = 2,2 \text{ га/год.}$$

За зміну (7 год.) продуктивність зернозбирального комбайна становить:

$$W_{зм} = 2,2 \cdot 7 = 15,4 \text{ га/зм.}$$

Витрати палива на одиницю виконаної роботи визначаються за формулою:

$$g = \frac{G_T \cdot K_T}{W_2} \quad (6.12)$$

де G_T – витрати палива за годину при номінальній ефективній потужності двигуна;

K_T – поправочний коефіцієнт, який враховує неповне завантаження двигуна на холостих поворотах і переїздах і під час зупинки машини з працюючим двигуном.

Підставивши відповідні дані в (6.11), отримаємо:

$$g = \frac{36,3 \cdot 0,82}{2,2} = 13,53 \text{ кг/га.}$$

В базового зернозбирального комбайна КЗС-9 “Славутич” продуктивність на збиранні зернових в аналогічних умовах становить 1,9 га/год., а витрати палива:

$$g_{\delta} = \frac{41,2 \cdot 0,82}{1,9} = 17,8 \text{ кг/га.}$$

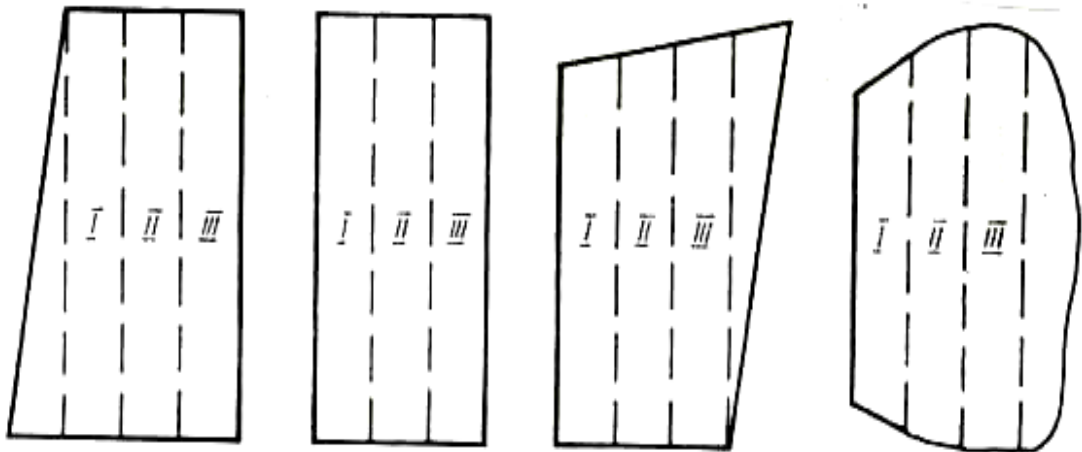


Рисунок 6.1 - Схеми доцільної орієнтації загінок в залежності від конфігурації полів

При збиранні напрямок руху агрегатів в загоні повинен співпадати з напрямком оранки і впоперек напрямку посівів. На нерівних полях довші сторони загінок слід орієнтувати так, щоб вони співпадали з напрямком схилів.

Поля з непаралельними протилежними сторонами розмічають так, щоб повздовжні сторони загінок були паралельні (рис. 6.1). Ділянка неправильної конфігурації, яка залишилась, повинна знаходитись на краю поля.

Поля зернових в фазі воскової спілості обкошують жатками з шириною захвата 6 і 10 м, які рухаються за часовою стрілкою. На збиранні приймають загінний або круговий спосіб руху. Загінним способом (рис. 6.2) збирають поля правильної (прямокутної) конфігурації з довжиною гонів більше 600 м. Якщо довжина поля менша і поле має неправильну конфігурацію, агрегати рухаються круговим способом.

Перед початком збиральних робіт комбайн регулюють відповідно умов збирання. Після цього агрегат робить заїзд вздовж гонів на 40 – 50 м, зупиняється і перевіряється якість роботи машини в цілому.

Молотильний апарат комбайна повинен забезпечити повноцінний вимолот і найбільшу сепарацію зерна через підбарабання, а також мінімальне руйнування соломи. Найкраща якість обмолоту буде при допустимо низькій частоті обертання барабана і великих зазорах для даної культури.

Основними показниками якості роботи комбайна є втрати вільним зерном, а також зрізаним і незрізаним колосом; втрати зерна від недомолоту і невитрусу; пошкодження зерна і чистота бункерного зерна.

Якість роботи жнивварки визначають в п'яти місцях на ділянках площею 0,5 м², на яких збирають втрачене зерно. По цих замірах визначають середню кількість втрачених зерен і втрати розраховують за формулою:

$$C = \frac{n \cdot A}{50 \cdot Q}, \% \quad (6.13)$$

де n – кількість зерен, які зібрані на ділянці 0,5 м²;

Q – урожайність, ц/га;

A – маса 1000 зерен, г.

Втрати зерна за молотаркою комбайна визначаються за формулою:

$$\Pi = \frac{n \cdot A \cdot b_m}{50 \cdot Q \cdot B}, \quad (6.14)$$

де b_m – ширина молотарки комбайна, м;

B – ширина захвата комбайна, м.

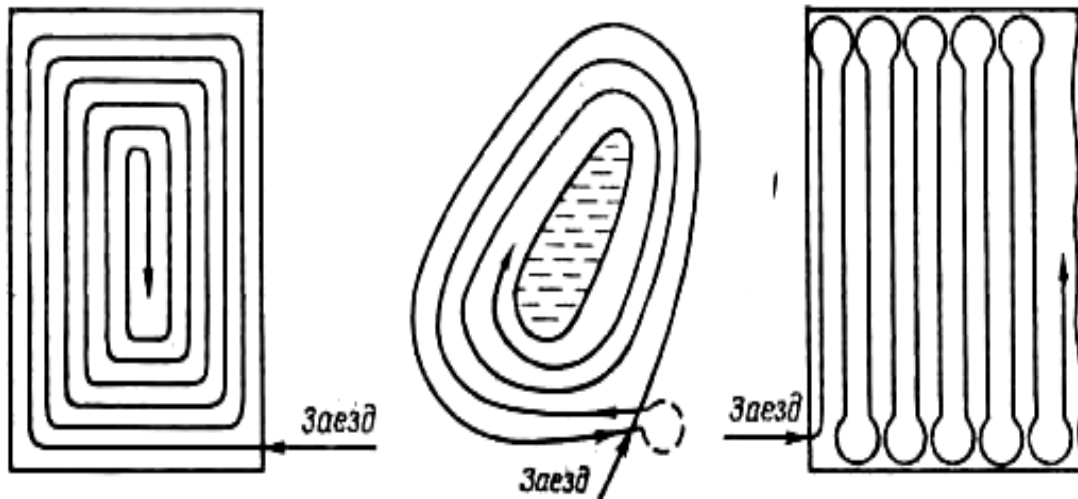


Рисунок 6.2 - Схеми руху агрегату загінним способом

Якість бункерного зерна визначають по кількості подрібненого зерна. Для цього в бункері беруть проби, зерно сортують на ціле і пошкоджене і кількість подрібнених зерен в бункері визначають за формулою:

$$Д = \frac{n_d}{K_n(n + K_n)} \cdot 100, \% \quad (6.15)$$

де n_d – кількість подрібнених зерен;

n – кількість цілих зерен;

K_n – коефіцієнт переводу подрібнених зерен в цілі.

Чистоту зерна в бункері оцінюють візуально.

Проведені роботи по вдосконаленню соломотряса зернозбирального комбайна дозволили покращити і технологічні показники його роботи. Продуктивність машини зросла на 0,3 га/год., витрати пального знизились на 4,9 кг/год., або на 4,33 кг/га.

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

При організації охорони праці в господарстві слід керуватися оновленими «Правилами охорони праці у сільськогосподарському виробництві», затвердженими наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240 (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542) [15].

7.1 Охорона праці при вирощуванні озимої пшениці

Крім загальних положень, стосовно к розглянутим умовам забороняється перебування людей на сівалках під час переїзду або розвороту останніх, на транспортних засобах при завантаженні та транспортування соломи та зерна. Робітникам зайнятим на ручних роботах, заборонено підштовхувати транспортні засоби, які буксують. Розміщують озиму пшеницю на полях з відхиленням: уздовж напрямку сівби 7⁰, поперек - 2⁰. Робоче місце сівача укомплектовують чистиками та гачками чи штирем для очищення сошників та висівних апаратів сівалок.

Під час роботи змішувача по приготуванні розчинів отрутохімкатів забороняється знаходитися стороннім особам біля агрегату для приготування розчину. При проведенні польових робіт після застосування пестицидів разом з мінеральними добривами (інсектициди+гербіциди+азотні добрива) дотримуються правил безпеки; при різкій зміні температури повітря на фоні високої вологості ґрунту, а також при великій росі та швидкості вітру не більш 2 м/с треба робити перерву в праці з 9 до 14 годин.

При появі травмо-небезпечної ситуації персонал повинен припинити роботу, прийняти заходи по її ліквідації та доповісти керівнику робіт. Працюючи з пестицидами повинні суворо дотримуватись правил особистої

гігієни, приймати їжу, пити воду, палити, після зняття спецодягу та миття з милом рук та лиця, полоскання рота.

За кожним працівником є відповідний комплект засобів особистого захисту, підібраний особисто (підбір проводить особа, яка відповідає за проведення робіт).

Загальне керівництво по охороні праці у виробничому процесі очолює керівник господарства.

При зарахуванні працівника на роботу необхідно проводити вступний інструктаж. На робочому місці, інструктаж з працівником проводить керівник підрозділу.

З метою визначення відповідності робочих місць, машин та механізмів, технічних процесів, будівель і споруд санітарним нормам, правилам охорони праці, одержання вихідних даних для планування працезохоронних заходів проводять паспортизацію об'єктів на відповідність вимогам охорони праці.

Розглянемо технологічну операцію збирання озимої пшениці. На полі, де проводять збирання, обладнують місце для відпочинку (бажано пересувний вагончик), за 10 м від нього майданчик для куріння, пожежний майданчик з протипожежним інвентарем (ящик з піском, лопати, вогнегасники), майданчик для зберігання технологічних матеріалів (насіння, мінеральних добрив). З іншої сторони поля розміщують транспортний майданчик, автомобіль технічного обслуговування, майданчик для прийому їжі.

7.2 Охорона праці при збиранні зернових

Розроблені заходи по охороні праці направлені на попередження нещасних випадків обслуговуючого персоналу і запобігання пожежі при збиранні зернових культур удосконаленим зернозбиральним комбайном. Основні положення техніки безпеки заключаються в наступному:

7.1. Не допускаються до роботи особи без посвідчення на управління комбайном і які не пройшли інструктаж з техніки безпеки.

7.2. При роботі необхідно використовувати тільки справний інструмент і пристосування.

7.3. Необхідно працювати у зручній одежі, яка виключає можливість її попадання в рухому ланцюгові і пасові передачі і інші рухомі механізми.

7.4. Необхідно подавати звуковий сигнал перед пуском двигуна, включенням робочих органів і початком руху і впевнитися, що виконання указаних дій не несе небезпеку навколишнім працівникам.

7.5. Систематично необхідно перевіряти надійність роботи гальма і рульового управління.

7.6. Необхідно бути уважним поблизу неогороджених шківів, які обертаються, рухомих ланцюгів, пасів. Заборонено знімати огорожувальні щитки під час роботи механізмів. Необхідно бути особливо обережним при переміщенні по перехідних площадках і даху молотарки. Заборонено працювати без встановлених перил. При обслуговуванні двигуна необхідно триматись за поручень, розташований на капоті.

7.7. При виконанні крутих поворотів швидкість руху комбайна повинна бути не більше 2 - 3 км/год.

7.8. При переїздах через мости і греблі необхідно впевнитися в можливості переїзду і тільки потім продовжувати рух на першій передачі.

7.9. Допустимий схил під час роботи і транспортуванні зернозбирального комбайна – не більше 10° , при цьому швидкість руху не повинна перевищувати 3 - 4 км/год. Під час спуску або підйому забороняється виключати двигун і муфту зчеплення. Під час зупинок на схилах необхідно включити одну з передач і загальмувати комбайн за допомогою стояночного гальма.

7.10. Крім цього, необхідно дотримуватися наступних правил:

- не запускайте двигун при відкритому копнувачі, якщо поблизу знаходяться люди;
- не буксируйте комбайн з включеною передачею;
- не буксируйте комбайн за міст керованих коліс;

- не запускайте двигун способом буксирування;
- не переключайте передачі під час руху комбайна;
- не працюйте в нічний час без освітлення;
- не рухайтесь по вулицях і дорогах з включеними задніми фарами;
- не переганяйте в денний час транспорт, швидкість якого дорівнює або перевищує максимальну швидкість зернозбирального комбайна;
- не переганяйте в нічний час транспорт, який рухається;
- не перевозьте вантажі в камері копнувача або площадках комбайна;
- не проводьте будь-які роботи під комбайном або жаткою, якщо вони підняті і не прийняті попереджувальні заходи. Крім передбачуваних домкратів повинні бути встановлені стійкі підставки (наприклад козли, дерев'яні колодки), під колеса підставлені упори. Жатка, крім регулюємої гвинтової опори, також встановлюється на підставки, а запобіжний упор на правому гідроциліндрі підймання жатки повинен бути опущений. При слабкому ґрунті під домкрати ставляться міцні дошки.

7.11. Під час роботи механізмів комбайна:

- не відкручуйте гайки, штуцери і інші деталі гідросистеми;
- не проводьте змащення механізмів;
- не заміняйте паси і ланцюги;
- не проводьте ремонт і регулювання механізмів (крім дозволених випадків регулювання);
- не вивантажуйте зерно з бункера, проштовхуючи його руками, ногами, лопатою і іншими предметами.

7.12. Забороняється стороннім особам знаходитися на комбайні при роботі на полі і при транспортуваннях.

7.13. Постійно необхідно поповнювати комплект медикаментів в аптечці, яка знаходиться на комбайні.

Основні правила пожежної безпеки заключаються в наступному:

1. Необхідно постійно слідкувати за наявністю справних протипожежних засобів: вогнегасника, двох лопат, і двох швабр, які встановлені на комбайні в окремих місцях (вогнегасник закріплено на бункері, лопати – на внутрішній стороні драбини, а швабри – на жатці).

2. Своєчасно очищайте від намотаної соломи вали, шків, зірочки, клавіші соломотрясу і інші частини комбайна, які рухаються.

3. Необхідно не допускати протікання з системи живлення і змащення, з гідравлічних систем. Своєчасно усувати підтікання мастил і палива, що виникають.

4. Своєчасно необхідно змащувати підшипники і інші частини комбайна, що обертаються, не допускати надмірного їх нагрівання.

5. Систематично перевіряйте справність електрообладнання і проводки, очищуйте їх від пилу, бруду і рослинної маси. При кожній зупинці двигуна від'єднуйте акумуляторну батарею від електромережі комбайна за допомогою вимикача „маси”.

6. Очищення паливо проводів і трубок гідросистеми, що забилися, необхідно проводити при виключеному двигуні і після того, як двигун і інші частини комбайна охолонуть.

7. При буксуванні запобіжних муфт необхідно терміново зупинити комбайн, виключити двигун і усунути причину, яка викликала буксування.

8. При необхідності тривалого ремонту комбайн треба вивести з хлібного масиву на відстань не менше 30 м і зорати навколо комбайна смугу шириною не менше 4 м.

9. Щоб зняти електростатичні заряди необхідно закріпити на лівому кронштейні кожуха вентилятора молотарки у трафарету „заземлити” на спеціально встановлену скобу відрізок роликового ланцюга довжиною 550 - 600 мм з числа тих ланцюгів, які є в господарстві і відпрацювали свій строк.

10. Заправку паливного бака треба проводити за допомогою заправочних агрегатів при непрацюючому двигуні на дорозі або на зораному полі.

11. Запас паливо-мастильних матеріалів допускається зберігати на полі в закритих ємностях на відстані не менше 100 м від хлібних масивів, скирт, тюків. Місце зберігання повинно бути оборане смугою не менше 4 м.

12. В випадку загорання бензину або дизельного пального вогонь необхідно засипати піском або землею, накрити мокрим рядном або брезентом. Заливати вогонь водою категорично забороняється.

13. Під час роботи комбайна в полі необхідно слідкувати за станом хлібних масивів з метою своєчасного виявлення пожежі.

14. При сильному вітрі, коли створюються небезпечні умови швидкого розповсюдження пожежі, робота комбайнів тимчасово повинна бути зупинена.

15. Всі механізатори повинні бути навчені на випадок виникнення пожежі і знати, як викликати пожежні служби.

16. Необхідно строго дотримуватись наступних правил:

- не паліть, не проводьте зварювальні роботи, не застосовуйте всі види відкритого полум'я на комбайні, хлібних масивах і в зоні на відстані менше 30 метрів від них;
- не залишайте заповнений соломною копнувач на час тривалих зупинок;
- не спалюйте пожнивні залишки ближче 200 метрів від хлібних масивів;
- не застосовуйте відра і інші відкриті ємності для заправки паливних баків;
- не починайте збирання хлібного поля великої площі, не розбивши його на ділянки денної виробки (розділіть поле поздовжніми і поперечними прокосами шириною не менше 8 метрів, які необхідно проорати смугою шириною не менше 4 метрів);
- не починайте збиральних робіт, якщо відсутній трактор з плугом для швидкого оборювання непередбаченого вогнища пожежі;

- не працюйте на комбайні з не відрегульованими системами живлення і запуску двигуна, а також при відсутності на двигуні капота і протипожежних екранів;
- не працюйте з невідрегульованими привідними пасами, які допускають пробуксовку;
- не вивантажуйте зерно з комбайна в автомашины, вихлопні труби яких не обладнані іскрогасниками.

Виконання приведених вище правил техніки безпеки і протипожежної безпеки дозволить обслуговуючому персоналу експлуатувати зернозбиральний комбайн без травм і трагічних випадків, а також попередити виникнення пожеж на полі.

7.3 Рекомендації по поліпшенню умов праці в господарстві

Аналіз стану охорони праці показує, що в господарстві необхідно:

1. Обладнати вогнегасниками всі технічні засоби, що можуть бути пожежо-небезпечними (керівник станції пожежної охорони). Червень 2024 року.
2. Придбати 50 вогнегасників різних типів: хімічного типу – 10 шт., порошкових – 30 шт., кислотних – 10 шт.(керівник станції пожежної охорони). Травень 2024 року.
3. Забезпечити працюючих необхідною кількістю справних засобів індивідуального захисту (інженер з охорони праці). Червень 2024 року.
4. Придбати 150 респіраторів для використання при обприскуванні посівів отрутохімікатами та для інших небезпечних робіт (інженер з охорони праці). Травень 2024 року.
5. Посилити контроль за виконанням шкідливих та небезпечних робіт (керівники підрозділів). Постійно.
6. Укомплектувати пожежні щити необхідним інвентарем (керівник станції пожежної охорони). Червень 2024 року.

7. Виділити і обладнати спеціальне місце для куріння (керівники підрозділів). Березень 2024 року.
8. Провести 32-годинні курси з охорони праці (керівники підрозділів господарства). Грудень 2023 року.
9. Придбати нову нормативно-технічну літературу з охорони праці (інженер з охорони праці). Постійно.
10. Дообладнати кабінет з охорони праці зразками засобів індивідуального захисту (інженер з охорони праці). Постійно.
11. Встановити необхідну кількість попереджуючих і забороняючих знаків і табличок (інженер з охорони праці). Березень 2024 року.
12. Укомплектувати медичні аптечки (інженер з охорони праці). Липень 2024 року.
13. Провести паспортизацію виробничих підрозділів (інженер з охорони праці). Проводиться щорічно
14. Забезпечити робітників, що працюють в полі, вагончиками для відпочинку та гарячим харчуванням (інженер з охорони праці). Березень 2024 року.

8 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЕКТУ

У степовій зоні України виробництво зерна озимої пшениці завжди було і залишається головним джерелом грошових надходжень у господарства. Але останніми роками через високі ціни товаровиробники не в змозі придбати необхідну кількість добрив, палива, засобів захисту рослин, техніки, а відтак і виконати всі вимоги технології вирощування пшениці. А це, своєю чергою, призводить до значних недоборів її врожаю, до зниження якості зерна та прибутків від реалізації. Крім того, ціни на зерно не заохочують господарства збільшувати його виробництво.

Але навіть за існуючої ситуації можна значно підвищити економічну ефективність вирощування озимої пшениці і поліпшити фінансовий стан господарств. Для цього потрібно: створити систему державного регулювання розвитку зернового господарства та відновити закупівлі зерна; впровадити ресурсозберігаючі технології; ефективніше використовувати ресурси; розширити посіви пшениці по чорному пару, багаторічних травах, просі та інших азотонакопичувачах; сіяти менш вибагливі до умов вирощування та стійкі до хвороб сорти; вирощувати лише високоякісне зерно; реалізувати не зерно, а продукти його переробки; вдосконалювати техніку і особливо збиральну.

На сьогодні на Україні багатьма фірмами пропонується високоякісна зернозбиральна техніка провідних закордонних фірм. Головним недоліком цього шляху є висока ціна цих машин і більшість господарств не мають змоги купити таку техніку.

Вихідні дані для проведення економічних розрахунків доцільності робіт, приведених в дипломній роботі, представлені в табл. 8.1.

Основними економічними показниками процесу збирання зернових культур базовим і вдосконаленим зернозбиральним комбайном є затрати

праці, прямі експлуатаційні затрати, питомий і річний економічний ефект, строк окупності затрат на модернізацію.

Затрати праці на збиранні пшениці зернозбиральним комбайном визначаються за формулою:

$$Z_{\text{п}} = \frac{M}{W_{\Gamma}}, \quad (8.1)$$

де M – кількість обслуговуючого персоналу, чол.;

W_{Γ} – продуктивність зернозбирального комбайна за годину, га/год.

Таблиця 8.1 - Вихідні дані до розрахунку економічної ефективності

Показники	Базовий комбайн	Модернізований
Продуктивність, га/год.	1,9	2,3
Питомі витрати палива, кг/га	17,8	13,5
Балансова вартість комбайна, грн.	455000	458500
Врожайність пшениці, ц/га	49	49

Затрати праці при збиранні пшениці базовим комбайном будуть дорівнювати:

$$Z_{\text{п.б}} = \frac{1}{1,9} = 0,53 \text{ люд.год./га}$$

Затрати праці при збиранні врожаю вдосконаленим комбайном будуть дорівнювати:

$$Z_{\text{п.м}} = \frac{1}{2,3} = 0,43 \text{ люд.год./га}$$

Зниження затрат праці при збиранні зернових модернізованим комбайном становить 0,1 люд.год./га.

Розрахунок прямих експлуатаційних затрат на збиранні проводиться за формулою:

$$C = C_o + C_a + C_p + C_{\text{ПММ}}, \quad (8.2)$$

де C_o – оплата праці з нарахуваннями, грн./га;

C_a – амортизаційні відрахування, грн./га;

C_p – витрати на ремонт і технічне обслуговування, грн./га;

$C_{пмм}$ – витрати на паливо і мастильні матеріали, грн./га.

Оплата праці механізатору проводиться за виконану норму по 6-му розряду тарифної сітки і з врахуванням мінімальної заробітної плати, яка становить 6700 грн., становить 291 грн./зміну [25]. За 1 га зібраного поля основна оплата праці становить:

$$C'_o = \frac{C^T}{W_{зм}} \quad (8.3)$$

де C^T - оплата праці за норму виробітку по тарифній сітці.

При роботі на базовому комбайні оплата праці механізатору за 1 га зібраної площі становить:

$$C'_{об} = \frac{291}{13,3} = 21,88 \text{ грн./га.}$$

При цьому на основну оплату механізатору проводять нарахування:

- за інтенсивність праці – до 12 % тарифної ставки;
- за високу професійну майстерність – для робітників 6-го розряду до 24 %;
- за виконання особливо важливих робіт – до 50 % окладу;
- за класність механізатору 1-го класу – до 20 % від тарифної ставки.

Для механізатора, який працює на базовій машині, ці доплати відповідно становлять: 2,63 грн./га; 5,25; 10,94 і 4,38 грн./га. Загальна зарплата з доплатами для механізатора на збиранні зернових базовим комбайном становить:

$$C''_{o,б} = 21,88 + 2,63 + 5,25 + 10,94 + 4,38 = 45,08 \text{ грн./га.}$$

На цю суму нараховується 51 % соціального страхування і інше, що становить 22,99 грн./га. Тоді загальна зарплата з нарахуваннями для механізатора, який працює на базовому зернозбиральному комбайні, становить:

$$C_{o,б} = 45,08 + 22,99 = 68,07 \text{ грн./га}$$

При роботі на модернізованому зернозбиральному комбайні оплата праці механізатора за 1 га зібраної площі буде дорівнювати:

$$C'_{\text{ом}} = \frac{291}{16,1} = 18,07 \text{ грн./га.}$$

Вказані вище доплати для цієї основної оплати праці будуть відповідно дорівнювати: 2,17 грн./га; 4,34; 9,04 і 3,61 грн./га. Основна оплата праці з доплатами буде дорівнювати:

$$C''_{\text{о.м}} = 18,07 + 2,17 + 4,34 + 9,04 + 3,61 = 37,23 \text{ грн./га.}$$

Нарахування на соціальне страхування і інше становить 18,99 грн./га. Загальна оплата праці з нарахуваннями для механізатора, який працює на модернізованому зернозбиральному комбайні, становить:

$$C_{\text{о.м}} = 37,23 + 18,99 = 56,22 \text{ грн./га.}$$

Питомі затрати на амортизацію зернозбирального комбайна визначаються по формулі:

$$C_a = \frac{S_m \cdot j}{100 \cdot T_K \cdot W_\Gamma}, \quad (8.4)$$

де S_m – балансова вартість зернозбирального комбайна, грн.

j – норма річних відрахувань на амортизацію комбайна, %;

T_K – річне завантаження комбайна, год. (приймаємо за нормативами 160 год.).

За нормативами [25] річна норма відрахувань на амортизацію для зернозбиральних комбайнів складає 21,93%. Витрати на амортизацію для в випадку застосування базового зернозбирального комбайна будуть дорівнювати:

$$C_{\text{а.б}} = \frac{455000 \cdot 21,93}{100 \cdot 160 \cdot 1,9} = 324,62 \text{ грн./га.}$$

Амортизаційні витрати для модернізованого комбайна будуть становити:

$$C_{\text{ам}} = \frac{458500 \cdot 21,93}{100 \cdot 160 \cdot 2,3} = 265,38 \text{ грн./га}$$

Витрати на ремонт і технічне обслуговування зернозбирального комбайна визначаються аналогічно, тільки норма річних відрахувань становить 10 % від вартості комбайна. Для базової машини вони становлять:

$$C_{p.б} = \frac{455000 \cdot 10}{100 \cdot 160 \cdot 1,9} = 149,7 \text{ грн./га}$$

Для модернізованого комбайна витрати на ремонт і технічне обслуговування будуть дорівнювати:

$$C_{p.м} = \frac{458500 \cdot 10}{100 \cdot 160 \cdot 2,3} = 124,59 \text{ грн./га}$$

Питомі витрати на паливо і мастильні матеріали визначаються рівнянням:

$$C_{пмм} = g_{га} Ц_{т}, \quad (8.5)$$

де $g_{га}$ – витрати палива на збиранні 1 га зернових культур, кг/га;

$Ц_{т}$ – комплексна ціна 1 кг палива, грн.

Комплексна ціна включає витрати на основне і пускове паливо, а також на мастильні матеріали і залежить від марки двигуна, машини і ціни на ринку (постачальника). Норми витрат мастильних матеріалів в % до основного палива для зернозбиральних комбайнів становлять:

- дизельне мастило – 5 %;
- автотракторне мастило – 3,7 %;
- солідол – 0,5 %;
- трансмісійне мастило – 0,8 %.

Вартість палива і мастил коливаються на ринку і залежать від об'єму закупок, постачальника і інших факторів. З врахуванням сьогоднішніх цін приймаємо комплексну ціну ПММ 55,8 грн./кг. Питомі витрати палива на 1 га зібраної площі беремо з технічної характеристики комбайна. Тоді питомі затрати на паливо і мастильні матеріали для базового комбайна будуть дорівнювати:

$$C_{пмм.б} = 17,8 \cdot 55,8 = 993,24 \text{ грн./га}$$

Для модернізованого зернозбирального комбайна:

$$C_{\text{пмм.м}} = 13,5 \cdot 55,8 = 753,3 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі затрати на збиранні зернових культур базовим зернозбиральним комбайном становлять:

$$C_6 = 68,07 + 324,62 + 149,7 + 993,24 = 1535,63 \text{ грн./га}$$

Аналогічні затрати на збиранні модернізованим комбайном:

$$C_m = 56,22 + 265,38 + 124,59 + 753,3 = 1199,49 \text{ грн./га.}$$

Економічний ефект при впровадженні розробок в виробництво в порівнянні з базовою машиною буде становити:

$$E = C_6 - C_m = 1535,63 - 1199,49 = 336,14 \text{ грн./га.} \quad (8.6)$$

При впровадженні на площі 700 га річний економічний ефект становить:

$$E_{p.1} = 336,14 \cdot 700 = 235298 \text{ грн.}$$

Впровадження в господарстві удосконаленої технології збирання зернових і модернізованого зернозбирального комбайна дозволить також знизити втрати і пошкодження зерна на 5 – 10 % в порівнянні з базовою машиною. При врожайності пшениці 49 ц/га 5 % втрат становить 2,45 ц/га. При вартості пшениці 4-го класу 3500 грн./т економічний ефект від запобігання втрат становить 1102,5 грн./га, а річний економічний ефект при впровадженні на площі 700 га:

$$E_{p.2} = 857,5 \cdot 700 = 600250 \text{ грн.}$$

Загальний річний економічний ефект від впровадження в виробництво модернізованого комбайна становить:

$$E = 235298 + 600250 = 835548 \text{ грн.}$$

Основні економічні показники проекту представлені в табл. 8.2.

Строк окупності затрат на модернізацію зернозбирального комбайна визначається за формулою:

$$O_3 = \frac{C_m}{E} \quad (8.7)$$

$$O_3 = \frac{3500}{835563} = 0,004 \text{ року.}$$

Таблиця 8.2 - Основні економічні показники проекту

Назва показників	Базовий комбайн	Модернізований
1. Продуктивність, га/год.	1,9	2,3
2. Затрати праці, люд.год./га	0,53	0,43
3. Економія затрат праці, люд.год./га	-	0,1
4. Прямі експлуатаційні затрати, грн/га	1535,63	1199,49
В т.ч.: оплата праці з нарахуваннями	66,07	56,22
амортизаційні відрахування	324,62	265,38
витрати на ремонт і ТО	149,7	124,59
витрати на паливо і мастила	993,24	753,3
5. Зниження прямих затрат, грн./га	-	336,14
6. Економічний ефект від зменшення втрат зерна при збиранні, грн./га	-	600250
7. Річний економічний ефект, грн.	-	835548
8. Затрати на модернізацію машини, грн.	-	3500
9. Строк окупності затрат, років	-	0,004

Проведені розрахунки показали, що вдосконалення молотильного апарату зернозбирального комбайна дає відчутний економічний ефект – 835548 грн. в рік. Затрати на модернізацію машини окупаються на протязі першого року експлуатації комбайна.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Для підвищення ефективності виробництва сільськогосподарської продукції в господарстві необхідно впроваджувати сучасні технології і удосконалені комплекси машин. Удосконалена в даній роботі технологія вирощування зернових культур для умов господарства і конструкція зернозбирального комбайна дасть можливість зменшити собівартість і покращити якість збиральних робіт.

2. Основним напрямком вдосконалення зернозбиральної техніки є різні комбінації роторних і бильних молотильних робочих органів, тангенціального і аксіального типу, які дають змогу більшою мірою розосередити, інтенсифікувати і сумістити робочі процеси обмолоту і сепарації вороху, а також оптимізація параметрів і режиму роботи основних вузлів і робочих органів зернозбиральних машин.

3. Розроблений модернізований вузол соломотрясу дозволяє покращити якість сепарації і знизити втрати зерна. Проведені розрахунки дозволили визначити оптимальні параметри і режим роботи соломотряса, які були взяті за основу при конструкторських розробках вузла.

4. Проведені роботи дозволили підвищити продуктивність машини на 0,4 га/год, а витрати пального знизились на 4,3 кг/га.

5. Розроблені заходи з техніки безпеки можуть бути використані при проведенні інструктажів з механізаторами на робочому місці перед початком збиральних робіт.

6. Економічний ефект від впровадження розробок становитиме 835548 грн за рік. Затрати на модернізацію зернозбирального комбайна окупаються на протязі першого року експлуатації машини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Савченко Наталія Битва за врожай: як українським аграріям адаптуватися до умов війни// <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/04/13/699108/>.
2. Переорієнтація агробізнесу: як змінюється українське сільське господарство в умовах війни// <https://minagro.gov.ua/news/pereoriyentaciya-agrobizesu-yak-zminuyetsya-ukrayinske-silske-gospodarstvo-v-umovah-vijni>.
3. Сільське господарство під час війни: зміна пріоритетів// <https://minagro.gov.ua/news/pereoriyentaciya-agrobizesu-yak-zminuyetsya-ukrayinske-silske-gospodarstvo-v-umovah-vijni>.
4. Маслак О. Аналітика: Ринок зерна// Пропозиція. - № 10, 2016. – с. 15-19.
5. Мельник Л.Л. Проблемні питання щодо напрямів використання зерна в Україні/ Л.Л.Мельник, С.В.Васильєв, В.О.Олексюк// Агросвіт. - 2015. - №22. - С. 11-17.
6. Маслак О. Прогноз розвитку ринку зерна/ О.Маслак// Агробізнес сьогодні.- №21(292), листопад 2014. С.12-14.
7. Марченко В.В., Опалко В.Г. Пропозиції на ринку зернозбиральних комбайнів//Аграрна техніка та обладнання. - №2 (7), 06. 2009. - с.26-31.
8. Войтюк Д., Надточій О., Войтюк В., Демко А., Демко О. Аналіз ринку зернозбиральних комбайнів України// Пропозиція, 2008. №12. – с. 17-20.
9. Тимчук В., Кириченко В., Петренкова В., Бондаренко Є., Цехмейструк М., Буряк Ю. Рекомендації до збирання ранніх зернових та зернобобових// Агробізнес сьогодні.- №14(309), липень 2015.- с. 14-19.
10. Соломотряс. Авт. свід. №728775. 25.04.80. Бюл. №15.
11. Молотильно-сепарувальний пристрій. Авт. свід. №873960. 23.10.81. Бюл. №39.

12. Сепаратор грубого вороху зернозбирального комбайна. Авт. свід. №843842. 07.07.81. Бюл. №25.
13. Соломотряс. Авт. свід. №1349718.07.11.87. Бюл. № 41.
14. Сепаратор зерно-соломистого вороху. Авт.свід. №1184471. 15.10.85. Бюл. №38.
15. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 2 (ч. 2, кн.. 1) Зернозбиральні машини. – Х.: Око, 2003. – 376 с.
16. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 2 (ч. 1 і 2): Зернозбиральні машини. – Харків.: Око, 2004.
17. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г.Войтюк, Л.В.Аніскевич, В.В.Іщенко та ін.; за ред.. Д.Г.Войтюка. – К.: «Агроосвіта», 2015. – 679 с.
18. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровський держ. аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.
19. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С.Кобець, О.Д. Деркач, М.І. Ролдугін, В.М. Яцук, П.М. Кухаренко, А.М. Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.
20. Довідник з опору матеріалів / Пісаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвієв В.В. Відп. Ред. Пісаренко Г.С. – 2-е вид., перероб. і доп. К: Наукова думка, 1988 – 736 с.
21. Землеробська механіка. Т.2. Теоретичні основи сільськогосподарської механіки/ А.С. Кобець, А.Г. Дем'яненко, О.Ю. Береза, О.А. Гонь і ін.- Дніпро, «Свідлер А.Л.», 2022. – 712 с.
22. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф. Головчука. – К.: Грамота, 2007. - 360 с.
23. Гряник Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. Охорона праці. – К.: Урожай, 1994. – 272 с., іл..

24. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві// Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.

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