

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
освітньо-кваліфікаційного рівня «Магістр»

на тему:

**Обґрунтування параметрів та удосконалення конструкції системи
очисника зернозбирального комбайна CASE**

Виконав: студент 2 курсу, групи МГМ-1-22
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Ігнатенко Сергій Вікторович

Керівник: _____ Теслюк Геннадій Володимирович

Рецензент: _____ Рибкін Антон Петрович

Дніпро, 2023

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин
Освітній ступінь: «Магістр»
Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

Теслюк Г.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« ____ » _____ 2023 р.

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

Ігнатенко Сергій Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Обґрунтування параметрів та удосконалення конструкції системи очисника зернозбирального комбайна CASE

керівник роботи Теслюк Геннадій Володимирович, канд. техн. наук, доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

« 09 » 11 2023 року № 3422

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до проекту Огляд стану питання в галузі механізації збирання врожаю. Аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Сучасний стан та тенденції розвитку зернозбиральних комбайнів 2. Теоретичні дослідження процесу збирання врожаю. 3. Програма, методики проведення експериментальних досліджень картоплекопача. 4. Результати експериментальних досліджень. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6. Техніко-економічна ефективність роботи. Висновки. Список використаних джерел. Додатки

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Тема. Мета і задачі досліджень. 2. Теоретичні дослідження (3 аркуша, А4). 3. Експериментальні дослідження (3 аркуша, А4). 4. Економічні показники (1 аркуш, А4). 5. Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Теслюк Г.В., зав. кафедри		
2	Теслюк Г.В., зав. кафедри		
3	Теслюк Г.В., зав. кафедри		
4	Теслюк Г.В., зав. кафедри		
5	Деркач О. Д., доцент		
6	Вінніченко І. І., професор		
Нормоконтроль	Волик Б.А., доцент		

7. Дата видачі завдання: _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 18.04.2023 р.	Виконав
2	Теоретичний	до 20.06.2023 р.	Виконав
3	Експериментальний	до 12.09.2023 р.	Виконав
4	Охорона праці	до 17.10.2023 р.	Виконав
5	Економічний	до 07.11.2023 р.	Виконав
6	Демонстраційна частина	до 14.11.2023 р.	Виконав

Студент

_____ (підпис)

Ігнатенко С.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Теслюк Г.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Ігнатенко С.В. Обґрунтування параметрів та удосконалення конструкції системи очисника зернозбирального комбайна / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» – ДДАЕУ, Дніпро, 2023.

У розділі 1 представлено сучасний стан і тенденції розвитку зернозбиральних машин. У розділі 2 представлені теоретичні дослідження зернозбиральної техніки. Встановлено взаємозв'язок між швидкістю руху машини та продуктивністю. В розділі 3 наведена програма досліджень. В результаті експериментальних досліджень визначено вплив конструктивних та кінематичних параметрів очисних систем зернозбиральних комбайнів під час збирання сільськогосподарських культур. Досліджено вплив швидкості руху комбайна на процес очищення зібраного врожаю від домішок. Досліджено охорону праці та безпеку в надзвичайних ситуаціях при виконанні польових робіт. Проведено економічне обґрунтування модернізованої техніки. Зроблено висновки та наведено список використаних джерел.

Ключові слова: система очистки, решітний стан, комбайн, ротор.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СПОСОБІВ, ТА КОНСТРУКЦІЙ МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ НАСІННЯ.....	10
1.1 Класифікація зернозбиральної техніки.....	10
1.2 Збирання незернової частини врожаю за участю зернозбиральних комбайнів.....	16
1.3 Короткий опис наукових досліджень процесів обмолоту зерна	22
Висновки по розділу та мета досліджень.....	28
2. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ, КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ КОМБАЙНА З АКСІАЛЬНО- РОТОРНИМ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРУЮЧИМ ПРИСТРОЄМ.....	29
2.1 Обґрунтування конструктивної схеми машини.....	29
2.2 Теоретичні положення конструктивних параметрів роторних МСП...32	
2.2.1. Переміщення хлібної маси у зазорі між ротором і решіткою підбарабання.....	32
2.2.2. Основи розрахунку потужності аксіально-роторних МСП	33
2.2.3. Призначення, типи, параметри і режими роботи очисників зерна....	35
Висновки.....	37
3. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	38
3.1 Програма експериментальних досліджень.....	38
3.2 Прилади, обладнання досліджень.....	40
3.3 Польові дослідження комбайна.....	42
3.4 Зміни в конструкції дослідного зразка.....	45
Висновок.....	47
4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	48
4.1. Польові дослідження.....	48
4.2. Визначення продуктивності та витрати палива.....	53

Висновок.....	55
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	56
5.1 Організація охорони праці при роботі на комбайні CASE 2388.....	56
5.2 Загальні вимоги охорони праці при роботі на комбайні.....	58
5.3. Заходи щодо поліпшення стану охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.....	58
Висновок.....	61
6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ.....	62
Висновок.....	63
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	97
ЛІТЕРАТУРА.....	65
ДОДАТКИ.....	67

Вступ

Актуальність теми. Необхідною умовою успішного вирішення проблеми забезпечення населення України продовольством є прискорений перехід сільськогосподарського виробництва на індустріальну основу, широке впровадження нової техніки та завершення комплексної механізації вирощування зернових культур.

Ефективність сільськогосподарського виробництва та реформування аграрного сектору економіки України неможливе без сучасного матеріально-технічного забезпечення всіх форм сільськогосподарських товаровиробників, які володіють землею та майном, що суттєво впливає на динаміку соціально-економічного розвитку України.

Вирощування зернових завжди займало важливе місце в структурі сільського господарства, оскільки відіграє важливу соціальну роль як основа харчування населення.

Україна є одним з провідних виробників зернових в Європі, збираючи від 35 до 40 мільйонів тонн зернових щорічно. За останнє десятиліття вона стала найбільшим експортером зерна в регіоні. Виробництво зерна відіграє важливу роль в аграрному секторі України, забезпечуючи населення стабільним постачанням хліба та хлібобулочних виробів, а також сировиною для промислової переробки. Виробництво, переробка та експорт зерна в Україні забезпечує значні грошові надходження до бюджету та створює важливий сектор зайнятості для населення. Крім того, зернова галузь України має великий потенціал для розвитку завдяки значним земельним ресурсам та достатній кількості кваліфікованої робочої сили.

Наразі потенціал зернової галузі України оцінюється у 80-100 мільйонів тонн зернових та олійних культур на рік, що є ключовим фактором, який привертає увагу багатьох національних та міжнародних експертів.

Враховуючи високі обсяги сільськогосподарського виробництва, постає проблема якісного та своєчасного збирання врожаю як зернових, так і олійних культур. Для того, щоб мінімізувати втрати зернової частини врожаю та

забезпечити якісне і своєчасне збирання, необхідно розробити зернозбиральні комбайни достатньої якості. Проблема виникає на етапі, коли малі фермери, що знаходяться на ранніх стадіях розвитку, купують техніку. Зарубіжні зернозбиральні комбайни значно дорожчі, а вітчизняні не відповідають агротехнічним вимогам до збирання врожаю і не можуть бути своєчасно адаптовані до цього, тому необхідно вдосконалювати існуючі комбайнові сепаруючі механізми або створювати нові способи валково-роторного обмолоту і сепаруючого обладнання.

Вирішення цієї конкретної проблеми допоможе фермерам та малим і середнім підприємствам вчасно зібрати врожай, мінімізувати втрати та максимізувати продуктивність. Це також забезпечить вищий рівень та якість зерна на українському ринку. Своєчасне збирання врожаю покращує якість і гарантує, що стигле зерно зазнає впливу мінімальної кількості опадів. Це запобігає вимиванню клейковини із стиглого зерна.

Мета і завдання дослідження. Метою магістерської дисертації є підвищення ефективності збирання зернових шляхом демонстрації технічних процесів, параметрів та режимів роботи валково-обертового молотильно-сортувального органу комбайна CASE 2388 AXIAL-FLOW.

Основою для досягнення цієї мети є перевірка робочої гіпотези про те, що відокремлення насіння від рослинних решток можна покращити шляхом модифікації існуючих методів роботи сепаруючого обладнання комбайна.

В процесі перевірки робочих гіпотез будуть вирішені наступні теоретичні та експериментальні питання досліджень:

- дослідити механіко-технічні характеристики насіння пшениці, що впливають на вибір конструктивних параметрів та режимів роботи молотильно-сепаруючого обладнання

- вивести аналітичні залежності, що дозволяють визначити конструктивні параметри та режими роботи валково-роторного молотильно-сепаруючого обладнання;

- Експериментально оцінити вплив конструктивних параметрів та режимів роботи сепаратора на показники якості його роботи;

- провести експлуатаційні, техніко-технологічні та економічні оцінки машин, оснащених розробленим зерносепаруючим обладнанням;

- розробити науково обґрунтовані рекомендації щодо вибору конструктивних параметрів та визначення режимів роботи валково-роторного молотильно-сепаруючого обладнання.

Об'єкт дослідження - технологічний процес обмолоту та сепарації зерна з використанням валково-роторного молотильно-сепаруючого обладнання.

Предмет дослідження - закономірності впливу параметрів та режимів роботи роторного зернозбирального комбайна на якість його роботи.

Методи дослідження. Аналітичні дослідження проводилися з використанням методів пружно-в'язкої динаміки, динаміки контактної взаємодії, методів аналітичної та нарисної геометрії і математичного аналізу.

В експериментальних дослідженнях використовувалися методи суцільного експерименту, теорії ймовірності та математичної статистики.

Дослідження проводили за спеціально розробленими методиками з використанням сучасних засобів комп'ютерних вимірювань та обробки даних зі статистичною обробкою та графічним аналізом експериментальних даних.

Наукова новизна отриманих результатів.

Отримано нові математичні залежності, які дозволили обґрунтувати конструктивні параметри та режим роботи валково-роторного молотильно-сепаруючого агрегату з урахуванням механіко-технічних характеристик як матеріалу миючого решета, так і зерна пшениці.

Встановлено закономірність впливу параметрів і режиму роботи валково-роторного молотильно-сепаруючого агрегату на якість відмивання насіння.

Практичне значення отриманих результатів полягає в розробці рекомендацій щодо вибору конструктивних параметрів та визначення режимів роботи систем обмолоту і сепарації зерна.

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МЕТОДІВ, СПОСОБІВ ТА КОНСТРУКЦІЙ МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ НАСІННЯ

1.1. Класифікація зернозбиральної техніки.

Збирання врожаю є найбільш напруженим технічним процесом у сільськогосподарському виробництві. Для забезпечення максимального врожаю з найвищою якістю зерна та з найменшими затратами праці й коштів необхідно дотримуватися таких технічних і організаційних вимог:

- суворо дотримуватися агрономічно оптимальних строків збирання врожаю;
- забезпечити безперебійність збирання врожаю та створити сприятливі умови для врожаю наступного року; та
- забезпечити цілісність процесу збирання врожаю;
- збирати незернові частини врожаю;
- максимізувати технічні можливості всього машинного парку.

Збирання врожаю є завершальним етапом у вирощуванні будь-якої сільськогосподарської культури.

В даний час основним засобом збирання зернових є самохідний зернозбиральний комбайн. Сучасні зернозбиральні комбайни - це машини, які збирають і обмолочують зернові культури, миють і збирають частини зерна в бункер, укладають солону в валки або зрізають і розкидають солону по поверхні поля. Зернозбиральні комбайни також збирають бобові, олійні культури, кукурудзу та насіння трав.

До зернових належать хлібні злаки - пшениця, жито і ячмінь; дрібні злаки - просо, рис, овес, сорго і кукурудза. Суцвіття хлібних злаків - колос. Суцвіття дрібних злаків - колос. Чоловіче суцвіття кукурудзи - стрижень, жіноче суцвіття - черешок. До бобових належать горох, квасоля та соєві боби. [2-5]

Зернові культури збирають комбайновим і безкомбайновим способами.

Збирання зернових культур із качанами, що є основною конструкцією зернозбиральних комбайнів, здійснюється за двома основними технологіями.

До комбайнових способів належать однофазний - прямий комбайн і двофазний - роздільний комбайн, з подальшою обробкою зерна на стаціонарних зерномийно-сушильних комплексах і збиранням незернових частин.

Прямий комбайн - жниварка, що входить до складу основного обладнання комбайна, прибирає і подає технічну масу зернової культури.

Його особливостями є:

1) Урожай має перебувати в повністю дозрілому стані. Вологість соломи і зерна має відповідати вимогам, що висуваються до обмолоту комбайна. Це забезпечує задовільний процес обмолоту зерна, відокремлення його від грудок, що утворилися (сепарація), і відмивання зерна від дрібних купок (полова);

б) дана технологія збирання колосових культур дає змогу створювати технічні збиральні комплекси оптимальних розмірів. Це призводить до оптимальних економічних витрат і питомих показників вартості одиниці продукції.

За прямого комбайнування (одноразового збирання) комбайни за один прохід збирають зернову масу й одночасно обмолочують її. Зернозбиральні комбайни виконують технічні завдання зі збирання стебел, обмолоту зерна, відокремлення зерна і соломи, очищення зерна від домішок і збирання продуктів обмолоту (зерна, лушпиння і соломи). Поки зерно збирається в бункер комбайна, полова і солома або складаються на полі, або розвіюються вітром, подрібнюються і збираються, або розкидаються по полю. Всі ці операції виконуються комбайном в одному безперервному потоці.

Нерівномірно дозрілі культури, засмічені ділянки та культури з густотою рослин менш як 300-350 на 1 м² площі та висотою понад 60 см прибирають роздільним способом. Опалі посіви прибирають на мінімальній висоті. У вологих районах вони утворюють тонкі широкі прокоси, у сухих - короткі товсті прокоси, стебла яких нахилені вниз до поздовжньої осі прокосу.

Солом'яні чурбаки також мають високу вологість. У валку зерно і солома висихають до вологості, придатної для обмолоту комбайном. Валок підбирається з поля спеціальним адаптером (підбирачем валків). Спліт-технологія дає змогу

починати збирання хліба за 5-7 днів до повного дозрівання зерна. Це дає змогу подовжити строки збирання та збільшити сезонний час роботи одного комбайна.

Недоліки даної технології: технічні збиральні комплекси вимагають включення додаткової технологічної техніки. Це призводить до збільшення кількості машин, трудових та економічних витрат у технічному комплексі.

З метою зменшення кількості соломи та полова, що потрапляють у молотарку, за кордоном було розроблено та впроваджено в Україні новий спосіб збирання зернових і зернобобових культур. Під час розроблення нового методу було звернуто увагу на те, що під час обмолоту через молотарку проходять незернові частини зерна, кількість яких негативно впливає на процес відокремлення зерна від грубої купки на соломотрясі та на процес промивання зерна в мийній установці.

Цей спосіб збирання зерна довів свою перевагу над традиційними методами збирання і набуває все більшого поширення на сільськогосподарських підприємствах, оскільки він майже вдвічі підвищує ефективність роботи комбайна і полегшує збирання вологих, забур'янених валків. Відпадає необхідність у скошуванні та розкиданні, оскільки солома, що залишається на полі після обчисування зерна, рівномірно розподіляється по всьому полю. Висока стерня зменшує випаровування води з ґрунту, забезпечує сніговий покрив узимку і не створює проблем для роботи сівалки за прямого висіву навесні наступного року.

Вальцьові косарки призначені для зрізання стебел стерні та валкування скошеної маси по стерні. Вони використовуються у двофазній (сепарувальній) системі для збирання зернових культур. Валкові жнивarki класифікуються таким чином [3,4].

- За призначенням - класифікуються на колосові, зернозбиральні, рисові, бобові та травозбиральні;

- способи збирання - буксирувані, навісні, напівнавісні та самохідні;

- способи формування валка - однопотоковий, двопотоковий, трипотоковий;

- ширина захвату - вузька, середня та широка.

Робочими органами косарки є косарний апарат, дільник, стеблоутворювач і мотовило.

Дільники можуть бути з гострими ножами, тупими ножами, дугоподібними стрижнями, торпедами, гвинтами, ланцюговими пальцями, маятниками, хитними клинами, дисками, подвійними ножами та іншими типами.

Залежно від конструкції стійкові підйомники можна розділити на жорсткі та шарнірні типи.

Силосні машини використовують радіальні (без ексцентрикового механізму) та універсальні (з одним або двома ексцентриковими механізмами) вальці. Більшість розкидачів є сегментарними пальцевими різачками. Використовуються також безпальцеві різальні апарати: з двома рухомими ножами або з рухомим верхнім і нерухомим нижнім ножем. Ножі приводяться в рух кривошипно-шатунним або кривошипно-шатунним механізмом.

Комбайни поділяються на 11 класів відповідно до їх продуктивності. Клас комбайна визначається його основними параметрами, значення і співвідношення яких визначають продуктивність молотарки. Індекс комбайна визначається за наступною формулою [5].

$$\text{Індекс} = 0,5347 \cdot \frac{N}{S_e} + 0,1301 \cdot B \cdot S_c + 3,7101 \cdot S_0 \cdot \frac{12,8566}{S_c \cdot V} + 0,288 \cdot S_c \cdot V + 5,1597 \cdot S_e, \quad (1.1)$$

де N – потужність двигуна, (к.с.); S_e – ефективна площа сепарації, м²; B – ширина молотарки, м; S_c – площа соломотрясу, м²; S_0 – площа очисника (решіт), м²; V – місткість бункера, м³.

Таблиця 1.2 – Відповідність індексу класу комбайна

Ін-декс	<38	39...	47...	52...	58...	68...	77...	97...	111..	121..	>130
Клас	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

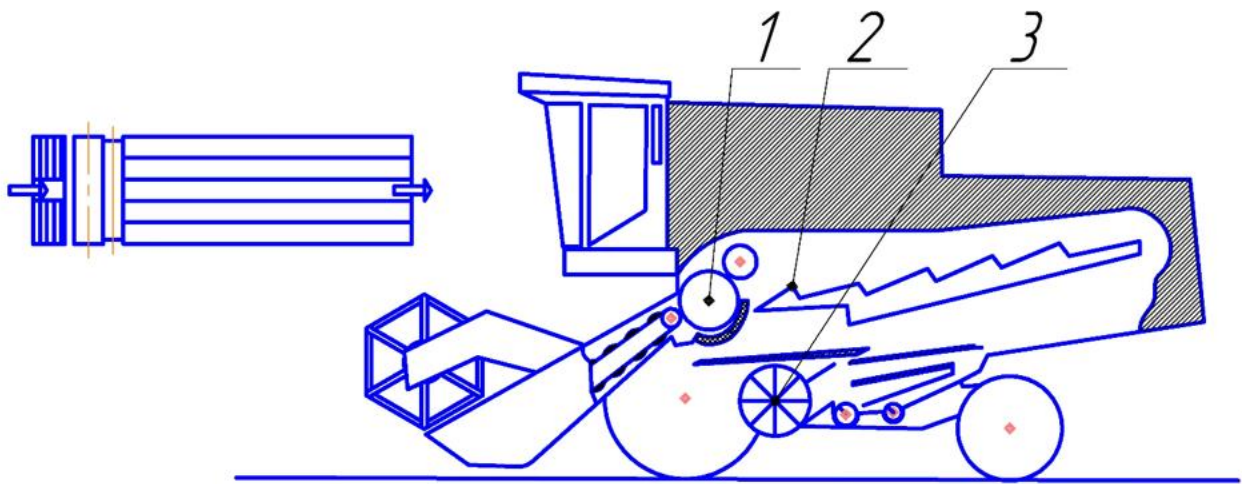


Рис. 1.1 – Комбайн з класичною молотаркою (однобаранна система обмолоту + клавішний соломотряс + вітроенергетична система очищення зерна): 1 – молотильний барабан; 2 – клавішний соломотряс; 3 – вентилятор.

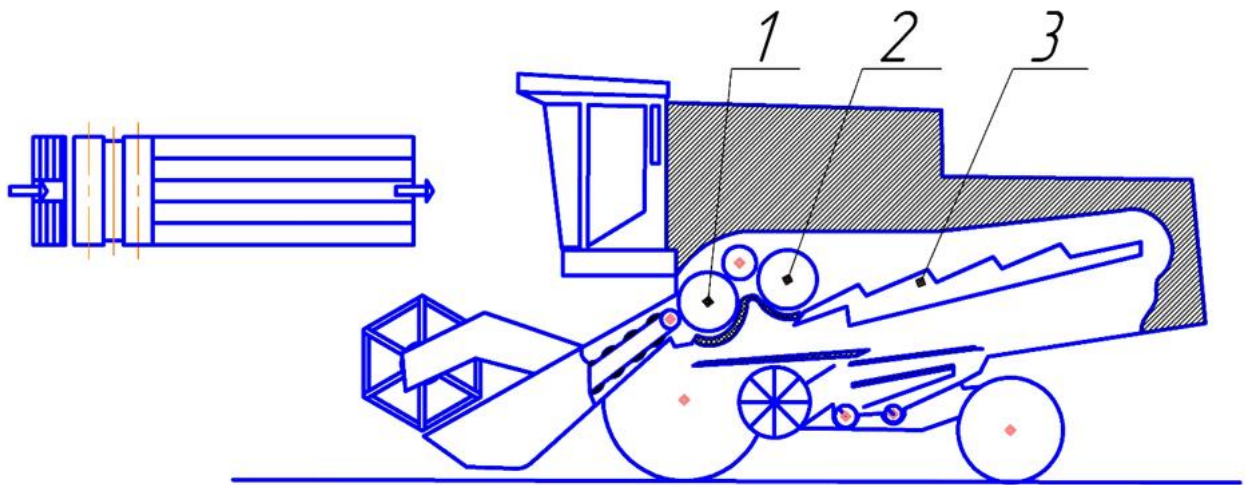


Рис. 1.2 – Комбайн з класичною системою обмолоту та ротаційним і клавішним соломосепараторами грубого вороху (соломи): 1 – молотильний барабан; 2 – ротаційний соломосепаратор; 3 – клавішний соломосепаратор.

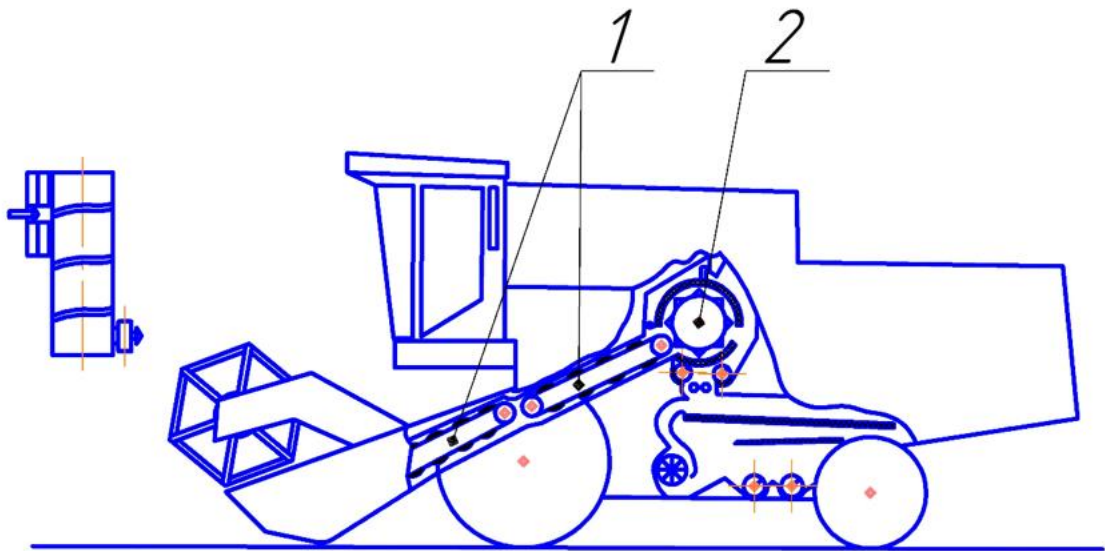


Рис. 1.3 – Комбайн з класичною системою обмолоту, ротаційним та роторним соломосепараторами грубого вороху: 1 – похилий транспортер; 2 – соломосепаратор.

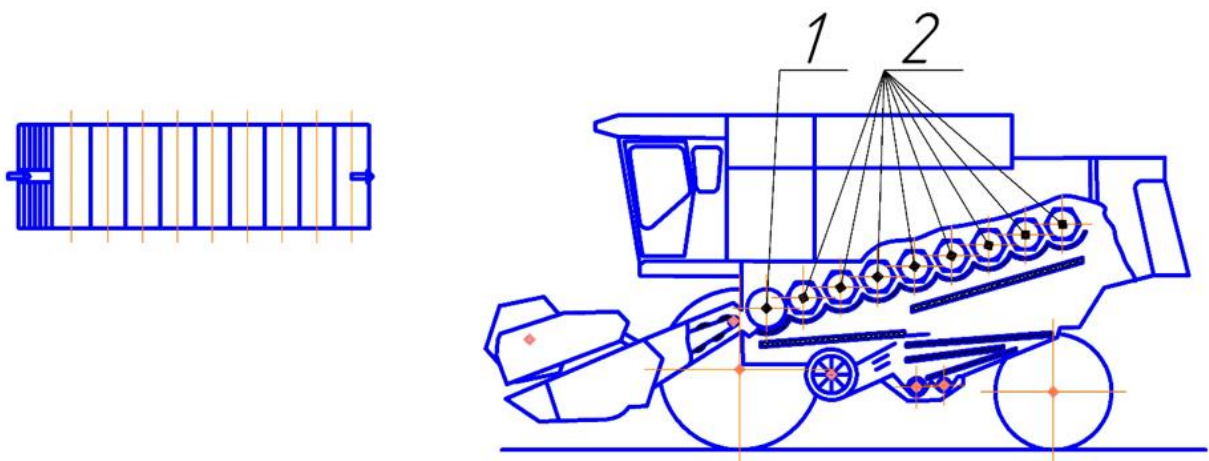


Рис. 1.4 – Комбайн з класичною системою обмолоту та багатобітерним соломосепаратором грубого вороху: 1 – молотильний барабан; 2 – багатобітерний соломосепаратор.

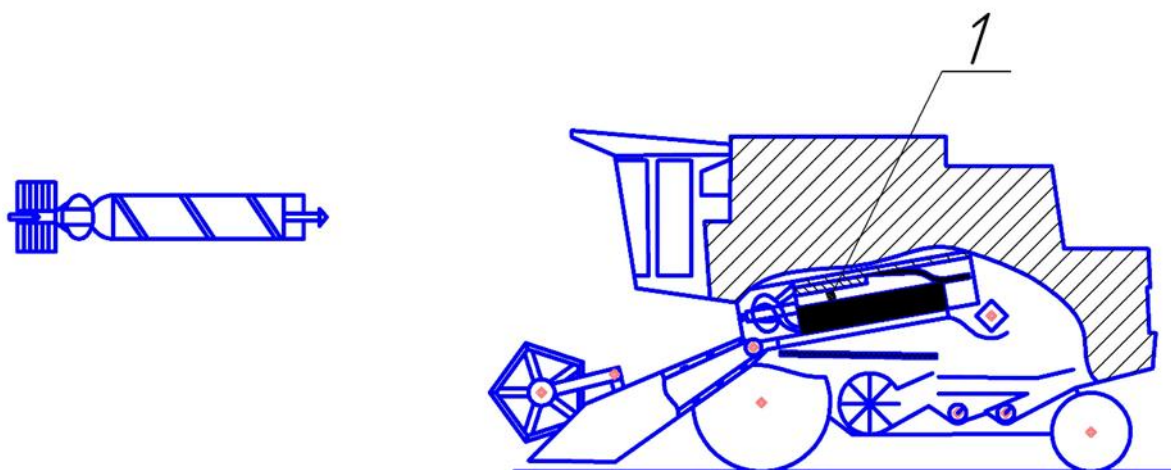


Рис. 1.5 – Машини з однороторними молотильними системами та осьовою подачею культури на обмолот: 1 – поздовжній ротор.

Після огляду відомих конструкцій різних типів зернозбиральних комбайнів описуються зернозбиральні комбайни з роторним молотильним і сепарувальним обладнанням.

1.2 Збирання незернової частини врожаю за участю зернозбиральних комбайнів

Збирання, транспортування та зберігання незернових частин (НЗЧ) зернових, бобових і круп'яних культур потребує вдвічі-втричі більших затрат праці та коштів, ніж збирання зернових культур. За даними низки досліджень, трудовитрати на збирання НЗЧ можуть сягати 70% від загальних витрат на збирання всієї біологічної культури. Це пов'язано з тим, що розвиток техніки для збирання рисової соломи завжди відставав від розвитку зернозбиральної техніки, а густина агрегатів для збирання рисової соломи (копиці, скирти, тюки, пачки тощо) у 7-20 разів перевищує густину зерна в контейнерах.

Сучасні технології збирання всього біологічного врожаю зернових культур (зерна і соломи) практично ідентичні в частині обмолоту зерна, відрізняючись лише методами і комплексом машин для збирання соломи. Тому технології прийнято розділяти так: збирання соломотрясом і потоковим способом - подрібнення соломи

та навантаження в причепи змінного складу, прикочування та утилізація - розкидання соломи у вигляді мульчі. Існують також варіанти комбінування технологій.

За індивідуальної технології збирання соломи комбайнами солома і полова збираються на жатку комбайна, а утворений агрегат укладається на стерню в полі. Крім того, серйозним недоліком цієї технології є практично повна втрата найціннішої частини поживних залишків - солома.

У технології штабелювання штабелі вагою 150-300 кг формуються штабелеукладальником, прикріпленим до комбайна, і вивантажуються на стерню в полі під час роботи комбайна. Штабелі збираються з поля здебільшого тросовими волокушами або штовхачами. Вони також можуть вантажитися на транспортні засоби або перевозитися штабелеукладачами.

Наявність соломи на полі ускладнює подальший обробіток ґрунту. Якість корму знижується через втрату лушпиння (70-90%) і забруднення соломи ґрунтом. Одночасно зі збиранням пучків соломи на полі розсіюється насіння бур'янів, а у випадку з травами, які висіваються під зерновий покрив (конюшина, люцерна), сходи рослин пошкоджуються ґрунтом [6-8]. Низька щільність НЗЧ у купках збільшує вантажопідйомність транспортних засобів, які потребують міцних металоємних конструкцій. Втрати НЗЧ під час транспортування, розкидані по полю, зазвичай спалюються. Несвоєчасне збирання рослинних залишків з поля ускладнює післязбиральний обробіток ґрунту і знижує врожайність на 3-10 ц/га наступного року.

Більшість машин, що використовуються для заготівлі сіна, небажано використовувати для заготівлі сінажу, бо вони забруднюють ґрунт і призводять до великих втрат сінажу. Поточкові вимоги до збирання не виконуються, тому що сіно має малу вагу, нестійку форму і розкидане по полю.

Крім того, суттєвим недоліком копитної технології є практично повна втрата найціннішої частини поживних решток - солома. Однак і тут є свої переваги. Технологія дає змогу прибирати НЗЧ із мінімальними витратами праці та коштів.

Саме з цієї причини технологія колосування набула найбільшого поширення в сільськогосподарському виробництві.

Донедавна найпоширенішою технологією, яку використовували практично на всіх комбайнах українського зернозбирального парку, була потокова технологія.

Ця технологія передбачає обмолот врожаю, подрібнення соломи та завантаження її на регульований причіп, з'єднаний з комбайном (рис. 1.6).

Залежно від потреб господарства та природно-кліматичних умов потокова технологія може бути реалізована різними способами.



Рис. 1.6 – Потокове збирання соломи і полови

Валкова технологія збирання незернових частин урожаю. Це означає, що після обмолоту зерно поміщається в бункер, а солома (солом'яні рештки) закладається комбайном у соломотряс.

Сучасні комбайни можуть прикочувати соломі або розкидати подрібнену соломі по полю. Залишати соломі на полі не можна. Укочена соломі перешкоджає якісному обробітку ґрунту. Її необхідно подрібнити і розкидати по полю або зібрати і вивезти з поля для використання в побуті.

За цієї технології НЗЧ розкидається по валку за допомогою комбайна (рис. 1.7). Цей валок підбирається з поля і прибирається за різними технічними прийомами. Дана технологія полегшує працю комбайнерів і дещо підвищує продуктивність комбайна, тому що виключає простої через технічні несправності відносно складного обладнання для збирання НЗЧ (копачів, подрібнювачів, зяблезбиральних машин тощо) [14-16].



Рис. 1.7 – Укладання неподрібненої соломи у валок

Технології внесення соломи та полова. Солома дрібно подрібнюється і розкидається по полях екологічно чистим та ефективним способом. Під час спалювання соломи утворюється дим, а в разі змішування з ґрунтом - гумус, що сприяє біологічній активізації ґрунту та запобіганню його ерозії. Зазубрені ножі руйнують технічну масу, і трубчасті стебла целюлози розкриваються, оголюючи внутрішню частину. Це створює сприятливі умови для повної інтеграції целюлози в ґрунт, її швидкого розкладання та більш швидкого впливу вологи. Це створює сприятливі умови для формування та розмноження популяцій мікроорганізмів, і процес розкладання органічних речовин починається раніше. Подрібнені грудки виконують функцію захисту ґрунту, балансуючи внутрішні процеси та полегшуючи подальший обробіток ґрунту і посів по стерні. Використання даної технології, включно з операціями із соломою, у поєднанні з новими технологічними засобами прямої сівби зернових культур дає змогу знизити витрату пального у 21,6 раз, насіння - на 23% і підвищити врожайність на 26%.

В Українських господарствах солома рідко використовується для мульчування ґрунту як засіб боротьби з вітровою ерозією або органічне добриво.

Помічено, що внесення 5 т соломи на гектар практично виключає вітрову ерозію ґрунту.

Мульчування відіграє й іншу важливу роль. Дослідження показали, що покриття ґрунту 5 тоннами соломи на гектар підвищує врожайність зернових на 23-48%.

Подрібнену солому розкидають по полю в міру збирання. За правильних умов рисова солома добре працює в ґрунті завдяки капілярній дії. Оптимально подрібнена, рівномірно розкидана по полю та поглинута культурою, солома відіграє важливу роль у природному кругообігу поживних речовин у природі (ґрунті) для майбутнього посіву. Важливу роль у її виробництві відіграють подрібнювачі соломи. У сучасних комбайнах використовується понад 270 різних типів подрібнювачів (рис. 1.8-1.10):

- робоча система із соломою (груба купа) на виході з молотарки;
- конструкція системи зчіпки (установки); подача робочого органа подрібнювача;
- системи автоматичного регулювання ступеня подрібнення соломи.



Рис. 1.8 – Техніко-технологічна система для розсіювання половин по полю.

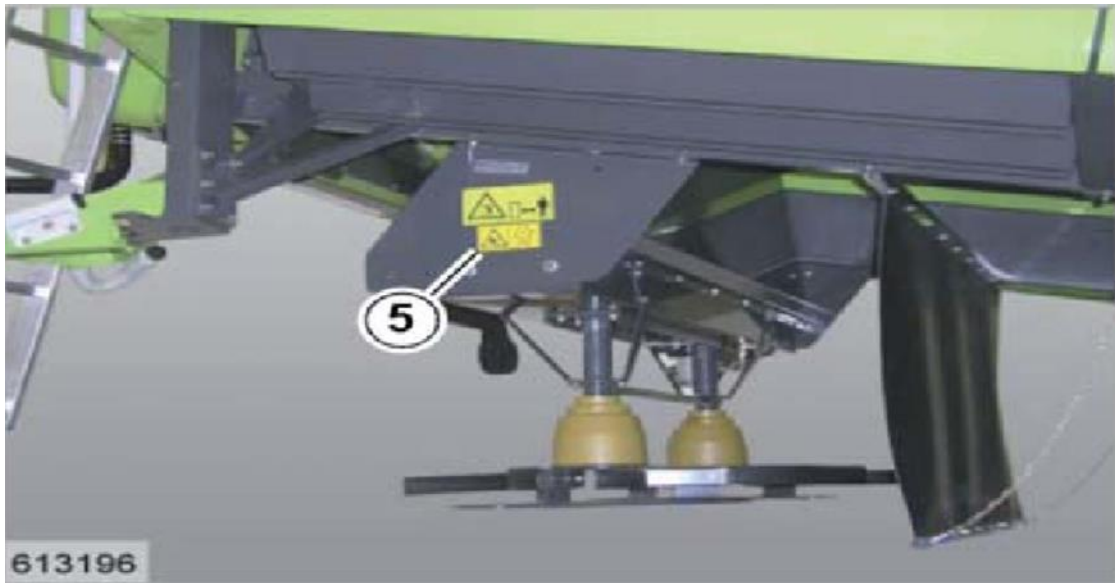


Рисунок 1.9 - Система розкидання соломи (після ситового млина) на полі.



Рис. 1.10 – Солому подрібнюють і розкидають по полю за допомогою комбайнової системи.

Сьогоднішній тренд в управлінні та операційній діяльності визначається технологією прямого комбайнування, яка забезпечує оптимальну конфігурацію та економічно ефективну побудову технічних збиральних комплексів для збирання зернових культур.

Під час технічної експлуатації комбайнів із соломою та половами використовуються дві основні технології [6-8].

Використання дрібноподрібненої соломи для розкидання по полях є доцільним і ефективним з погляду охорони довкілля. Під час спалювання соломи під впливом високих температур згорає родючий шар, а в разі змішування з ґрунтом утворюється гумус, який сприяє біологічній активізації ґрунту і перешкоджає ерозії. Практичним і ефективним способом зупинити деградацію багатих чорноземів і водночас підвищити ефективність виробництва є використання побічної продукції зернових культур (соломи злакових, бобових, кукурудзи та стебел соняшнику) як добрива.

1.3. Короткий опис наукових досліджень процесів обмолоту зерна

Говорячи про обмолот зернових культур роторними комбайнами, слід звернути увагу на якість обмолоту та мінімальне пошкодження зерна. Саме для забезпечення високої якості насіння комбайни мають відповідати нормам мінімального пошкодження зерна.

Пошкодження зерна відбувається внаслідок механічних навантажень на багато елементів технологічного процесу, включно зі жнивваркою, молотильним барабаном, решетом, шнеком комбайна, різноманітними машинами й механізмами для післязбирального обробітку, підготовки насіння, навантаження, транспортування, протруєння зерна та висівання.

За даними І.Г. Строна, А.П. Тарасенка та інших науковців, кількість травм зерна сягає понад 20% під час збирання врожаю і збільшується ще вдвічі-втричі після подальших технічних операцій із кондиціонування зернового вороху та підготовки насіння до сівби.

П.М. Василенко, Л.В. Погорілий, В.П. Галячкін, О.П. Тарасенко, В.М. Долинча, В.В. Адамчук, Л.М. Тищенко, П.М. Заїка, Б.І. Котов та інші видатні науковці зробили значний внесок у наукове обґрунтування теорії взаємодії робочої

поверхні механізму з матеріалом зерна та зробили суттєвий внесок у сучасні розробки.

Згідно з дослідженнями Ю.В. Лукінського, під час обмолоту жита комбайном з автоматичним регулюванням завантаження ушкодження насіння не перевищувало 2%, у той час як без нього воно сягало 8-12%.

Барабанні молотарки, через які проходить уся маса соломи та зерна, складаються з більного барабана та ситового підбарабання. Барабанний бітер відокремлює зерно від колосків шляхом багаторазових ударів, постукувань і витирання зерна безпосередньо до барабана, з нього і від нього, при цьому зернова купа протягується ситовим барабаном, що охоплює барабан знизу по дузі 126° .

Оскільки швидкість переміщення зернової купи між барабаном і підбарабанням менша за швидкість обертання барабанного бича, хлібна маса піддається впливу швидкості обертання барабанного бича.

У результаті багаторазового прямого впливу вони подрібнюються і добре перемелюються, що негативно позначається на якості насіння. Якість насіння погіршується.

Молотильна машина оснащена сепаратором з обертовим валом, який переміщує хлібну масу в поздовжньому напрямку. Машина оснащена пристроєм для обмолоту хлібних грудочок, який забезпечує поздовжнє переміщення хлібних грудочок усередині молотильного пристрою.

Усередині молотильного пристрою обертаються ротори, які втягують у себе купу зерна, внаслідок чого зерно з колосків зчищається ковзними ударами та обертанням, а не напряду, як у барабанних машинах.

Травматизм знижується за рахунок того, що зерно витирається з колоса обертовим пристроєм. Теоретичні розрахунки, демонстрації, лабораторні дослідження та виробничі дослідження на різних сільськогосподарських об'єктах.

Під час дослідження було встановлено, що основні місця найбільшого травмування і дроблення ядра знаходяться в місцях різкої зміни вектора швидкості руху хлібної маси. У зв'язку з тим, що змінюється як величина, так і напрямок руху,

зона найбільшого травмування розташовується в першій половині процесу обмолоту.

Порівняння характеру першої половини процесу обмолоту між барабанними та роторними молотарками. Під час порівняння характеру першої половини процесу обмолоту між роторними та барабанними молотарками стає очевидним, що ці зони є значно більш "економічними" для роторних молотарок.

За використання роторних молотарок вона більш "економічна".

Дроблення зерна відбувається меншою мірою, ніж у барабанних молотарках. Незначні пошкодження насіння значно вищі в обох типах молотарок.

Однак через різну вісь обертання відносно руху зернової купи мікропошкодження насіння за використання барабанних молотарок менші.

Однак за використання роторних молотарок воно менше з огляду на різну вісь обертання відносно руху зернового вороху. Кількісні значення травматизму залежать від імпульсу сили удару, який можна визначити за теорією імпульсу:

$$m \cdot V_2 - m \cdot V_1 = S(t), \quad (1.2)$$

де $S(t) = \int_{t_1}^{t_2} F(t) dt$ – ударний імпульс;

V_1 та V_2 – вектори швидкості елемента зернового вороху до і після проходження повз бичі. У проекціях на осі координат рівняння (1.2) матиме наступний вигляд:

$$\begin{cases} m \cdot V_x - m \cdot V_x = S_x(t), \\ m \cdot V_y - m \cdot V_y = S_y(t). \end{cases} \quad (1.3)$$

Під час обмолоту зернових мас барабанним молотильним апаратом початковий шлях обмолоту може бути спрощено, як показано на рис. 1.11, 1.12.

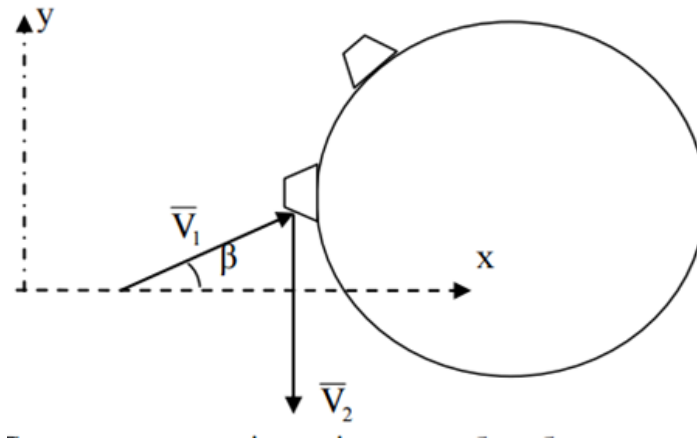


Рис. 1.11 – Схема швидкості зернівок при барабанному обмолочуванні
У такому випадку система (1.3) матиме вигляд:

$$\begin{cases} 0 - V_1 \cdot \cos \beta = \frac{S_x}{m}, \\ -V_2 - V_1 \cdot \sin \beta = \frac{S_y}{m}. \end{cases} \quad (1.4)$$

де β – кут надходження зернового вороху.

У такому разі

$$\frac{S}{m} = \sqrt{V_1^2 \cos^2 \beta + V_2^2 + V_1^2 \sin^2 \beta + 2V_1V_2 \sin \beta} = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 + 2V_1V_2 \sin \beta}, \quad (1.5)$$

А враховуючи, що V_2 дорівнює вектору кругової швидкості $V_{кр}$:

$$\frac{S}{m} = \sqrt{V_1^2 + V_{кр}^2 + 2V_1V_2 \sin \beta}. \quad (1.6)$$

Під час обмолоту зернових грудок роторним молотильним апаратом початковий шлях обмолоту можна спростити так (рис. 1.12).

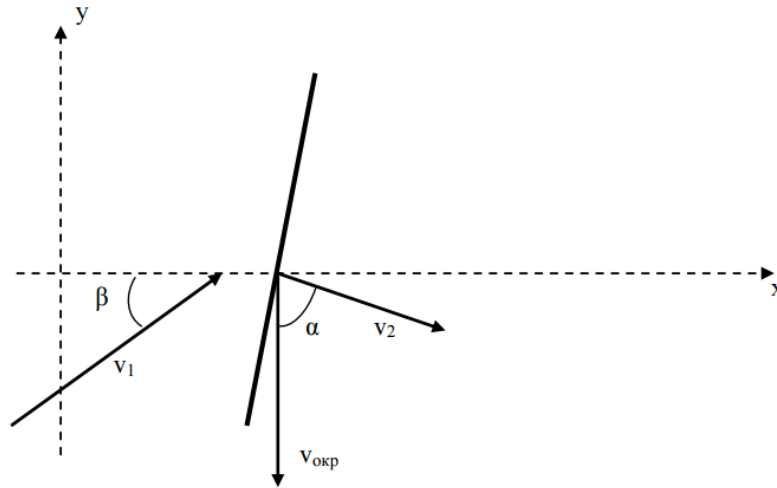


Рис.1.15 – Схема швидкості зернівок при роторному обмолочуванні

У цьому випадку система (1.3) матиме наступний вигляд:

$$\begin{cases} V_2 \sin \alpha - V_1 \cos \beta = \frac{S_x}{m}, \\ -V_2 \cos \alpha - V_1 \sin \beta = \frac{S_y}{m}. \end{cases} \quad (1.7)$$

Тоді

$$\begin{aligned} \frac{S}{m} &= \sqrt{V_2^2 \sin^2 \alpha + V_1^2 \cos^2 \beta - 2V_1V_2 \sin \alpha \cdot \cos \beta + V_2^2 \cos^2 \alpha + V_1^2 \sin^2 \beta + 2V_1V_2 \sin \beta \cdot \cos \alpha} = \\ &= \sqrt{V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2 \sin(\alpha - \beta)}. \end{aligned} \quad (1.8)$$

Враховуючи, що $V_2 = V_{кр} \cdot \cos \alpha$.

$$\frac{S}{m} = \sqrt{V_1^2 + (V_{кр} \cdot \cos \alpha)^2 - 2V_1V_{кр} \cos \alpha \cdot \sin(\alpha - \beta)}. \quad (1.9)$$

Відношення імпульсів удару на першій половині обмолочування барабанним агрегатом до роторного P дорівнюватиме:

$$P = \sqrt{\frac{V_1^2 + V_{кр}^2 + 2V_1V_{кр} \sin \beta}{V_1^2 + (V_{кр} \cos \alpha)^2 - 2V_1V_{кр} \cos \alpha \cdot \sin(\alpha - \beta)}}. \quad (1.10)$$

З цієї формули очевидна значне перевищення імпульсного биття при барабанному обмолоті в порівнянні з роторним.

Експериментальні дослідження різних видів комбайнів з молотильними агрегатами барабанного і роторного типів, показують результати, наведені в таблицях 1.5 і 1.6 у вигляді процентних значень мікротравмування зернівок (функція Y_1) і подрібнення зернівок (функція Y_2), в залежності від частоти обертання ротора і барабана (X , об / хв).

Таблиця 1.5 – Барабанний молотильний агрегат

X	600	700	750	800	820	900	980
Y2	0,81	0,82	1,38	1,46	3,30	-	6,17
Y1	26,40	26,90	-	28,20	-	32,40	-

Таблиця 1.6 – Роторний молотильний агрегат

X	600	700	750	800	820	900	980
Y2	0,08	0,18	0,12	0,24	0,95	0,92	2,10
Y1	21,40	24,30	-	26,37	-	30,14	-

На графіку надані графічні залежності відсоткового відношення подрібнення зернівок молотильними агрегатами барабанного та роторного типів в залежності від частоти їх обертання.

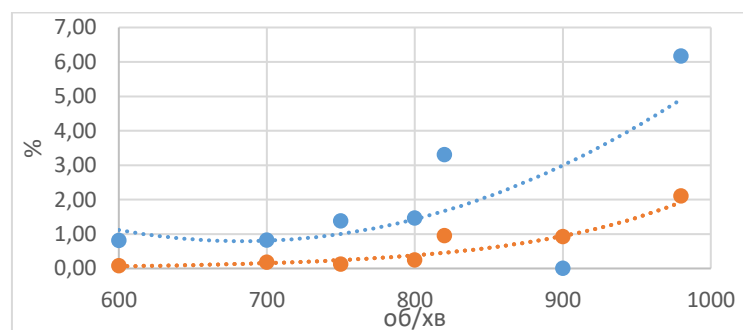


Рис. 1.16 – залежність відсоткового відношення подрібнених зернівок від частоти обертання

Таким чином, можна зробити висновок, що теоретичні розрахунки та графічні залежності мікропошкоджень і дроблення зерна підтверджують експериментальні та виробничі дослідження. За використання барабанних молотарок порівняно з роторними ці показники значно вищі, тобто ушкоджень і подрібнення насіння озимої пшениці та жита під час збирання роторним комбайном значно менше, а отже, краща якість насіння.

Тому **метою** даної магістерської роботи є підвищення ефективності роботи аксіально-роторного молотильно-сепаруючого механізму, його технологічного процесу, параметрів і режимів роботи.

2. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ, КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ КОМБАЙНА З АКСІАЛЬНО- РОТОРНИМ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРУЮЧИМ ПРИСТРОЄМ

2.1 Обґрунтування конструктивної схеми машини

У роторних комбайнах процеси обмолоту та сепарації виконуються одночасно в одній машині. За роторного обмолоту більша частина зерна зчищається з колосків і відокремлюється, що призводить до меншого ушкодження зерна та поліпшення його посівних і товарних якостей. Інтенсивний процес сепарації в роторних молотарках зводить до мінімуму втрати зерна навіть за високої врожайності та високої вологості. Однак при цьому втрачається деяка кількість соломи, оскільки вона частково подрібнюється і валок, що утворився з неї, важко підбирати прес-підбирачем. Питома витрата палива збільшується на 20-30% за прямого комбайнування зернових культур, коли маса соломи перевищує масу зерна, а міцність стебел не знижується.

Молотильно-сортувальні пристрої (МСУ) призначені для обмолоту зерна від колосків і дрібних зерен та видалення обмолоченого зерна з грубих ворохів.

Залежно від механічних і технічних характеристик обмолоту та сепарації хлібної маси роторні МСП можна розділити на дві групи - окремі агрегати та моноблоки [10-14].

Молотарки з роздільно-агрегатними МСП побудовані за класичним методом. Замість клавішних молотарок використовуються роторні соломотряси двох типів: із поперечним і аксіально-потоківим роторами.

Моноблочні МСП являють собою одно- або двороторні робочі органи з аксіальною або тангенціальною подачею, що подрібнюють хлібну масу та відокремлюють грубу купу. [11, 16]

Ось-роторні моноблочні МСП мають нерухомий корпус або ротор, що обертається з частотою 10-20 об/хв усередині корпусу. Корпус обертається в напрямку, протилежному ротору (комбайни Toram RSM).

Конструкцію ротора показано на рис. 2.1, де корпус має конічну форму без отворів у вхідній частині та повну або часткову (кут 120-270°) решітку з прямокутними або прямокутними отворами в нижній зоні в секції обмолоту й сепарації. У таких МСП також регулюються зазор між зубами та корпусом і частота обертання ротора.

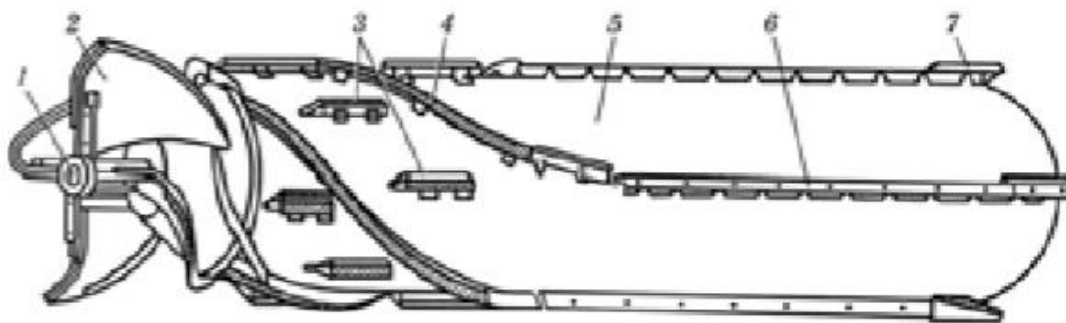
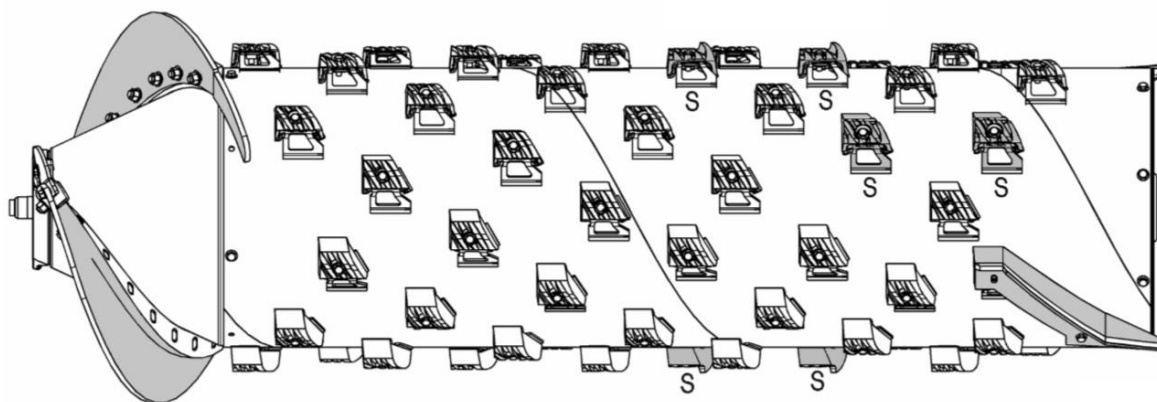


Рис. 2.1 – Аксіальний ротор комбайна:

1 – хрестовина; 2 – лопать; 3 – прямолінійні біла з рифлями; 4 – криволінійне біло з рифлями; 5 – пустотілий циліндр; 6 – пряме гладеньке біло; 7 – планка.

Також розглянемо будову ротора машини, що досліджується, а саме комбайна CASE 2388 AXIAL-FLOW рис. 2.2.



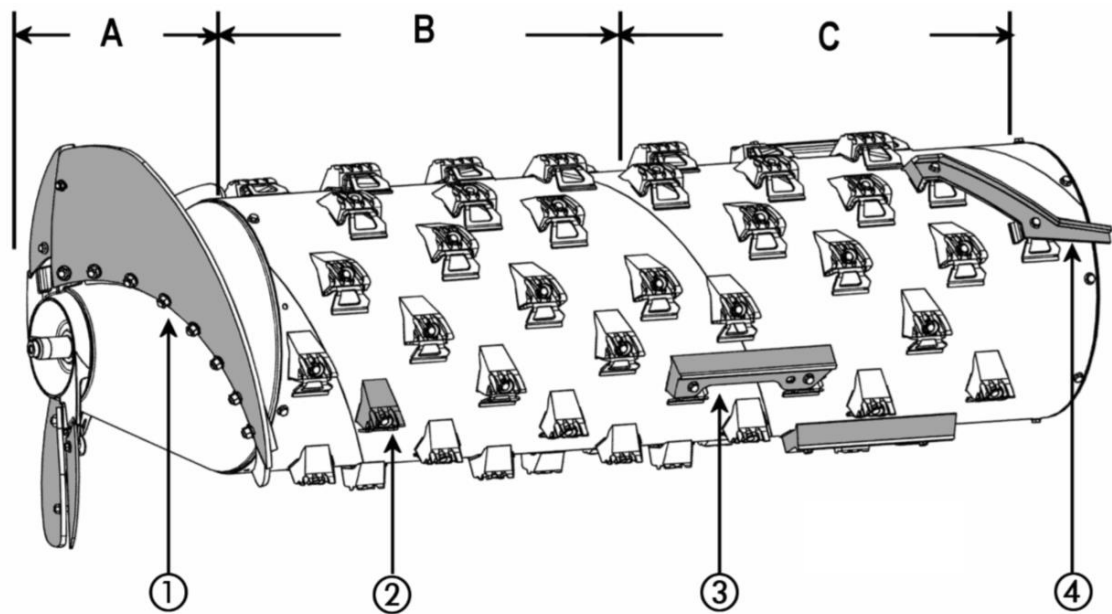


Рис. 2.2 – Роторна молотарка комбайна CASE 2388 AXIAL-FLOW.

1	Лопать ротора	A	Зона живлення
2	Молотильні бичі	B	Зона обмолоту
3	Сепаруючі елементи	C	Зона сепарації
4	Било для ворущіння соломи		

Робочий процес запропонованого комбайна. Під час руху комбайна мотовило 1 захоплює частину стебел і несе їх до ріжучого апарата, який подає зрізані стебла до шнека 2. Шнек переміщує зрізані стебла до центру жатки та за допомогою пальцевого механізму подає їх на розпірний бітер 3, який подає стебла в зону похилого транспортера 4. Конвеєр захоплює стебла гребінчастими зубами і подає їх у приймальну камеру молотильного апарата - ротора 24. Гвинтові лопаті ротора захоплюють стебла і направляють їх у простір між ротором і молотильним решетом 9, де відбувається обмолот.

Під час обмолоту зерно, солома та дрібні солом'яні грудки проходять через сито і потрапляють на головну віброплиту. Грудки соломи, що залишилися,

рухаються вздовж осі ротора до зони сепараційного сита 9. У міру просування солом'яних грудок відбувається відокремлення зерна і дрібних солом'яних пучків, солом'яні пучки прокидаються через решітки на головну віброплиту і на дільник солом'яних пучків 15, солом'яні пучки вивантажуються ротором через вікно в корпусі на бітер 10, який подає солом'яні пучки до подрібнювача 14 (чоппер, кожух).

Купки зерна, полови та дрібної соломи, що потрапляють на струшувальну дошку, попередньо відокремлюються і потрапляють на вібросита 17 і 18. Робоча поверхня сит решітчаста, і остаточне відокремлення зерна відбувається під впливом повітряного потоку від вентилятора 20, зерно зсипається в зерновий шнек 19, а купа полови м'якушки та дрібної соломи видаляється в подрібнювач 14 (накопичувач, кожух). Не обмолочене колосся, що потрапило на верхнє сито 17, рухається подовжувачем 15 і через його жалюзі потрапляє в колосовий шнек 16. Обмолочене зерно подається шнеком на головну струшувальну дошку.

Обмолочене зерно елеватором 8 і шнеком подається в бункер 6. Коли зерно накопичується в бункері, воно вивантажується в транспортний засіб.

2.2 Теоретичні положення конструктивних параметрів роторних МСП

2.2.1 Переміщення хлібної маси у зазорі між ротором і решіткою підбарабання.

Швидкість руху прищепи та стебла увігнутою дугою ротаційного пристрою залежить від характеристик хлібної маси, товщини шару, довжини стебла, напрямку та режиму роботи.

На початкових етапах підбарабання (довжина дуги 100...150 мм) швидкість колосків, що входять у молотильну щілину, становить 3...6 м/с.

У МСП, що обертається на валу, потік стеблової маси рухається по спіралі з наростаючим кроком, з частотою обертання близько 1,5 оберту. За швидкості подачі 10 кг/с швидкість потоку становить 14... 15 м/с, а осьова складова - 3... 5 м/с.

Діаметр роторів у зоні обмолоту і сепарації становить. Розглянемо зернозбиральний комбайн з однороторною системою обмолоту. Діаметр ротора найбільший на вході з лопатями. Він дорівнює діаметру ротора.

Зі збільшенням діаметра ротора відповідно збільшується довжина траєкторії руху рослинної маси в молотильно-сепаруючій порожнині. Це збільшує кількість ударів бил по зерновій масі та покращує якість обмолоту. Також збільшується площа решітної поверхні кузова, що покращує сепарацію зерна та ефективність роботи молотарки.

Пропускна здатність $q = 8...12$ кг/с, діаметр ротора $D = 700... .770$ мм, $q = 5...6$ кг/с - $D = 750$ мм, довжина ротора без вхідного отвору становить 2600 мм.

2.2.2 Основи розрахунку потужності аксіально-роторних МСП

Тобто потужність, споживана на холостому ході і під час обмолоту:

$$N = N_x + N_o. \quad (2.1)$$

Потужність холостого ходу, необхідна для подолання тертя підшипників

$a_x u_o$ і опору ротора повітрю $b_x u_o^3$ становить

$$N_x = a_x u_o + b_x u_o^3, \quad (2.2)$$

де a_x і b_x - Коефіцієнти, що представляють тертя та аеродинамічний опір барабана повітрю відповідно; u_o - лінійна швидкість барабана, м/с.

Для штифтових роторів $a_x = 5,0... .5,5$ Н, а для бітерних роторів $a_h = 0,85... .0,90$ Н на 100 кг маси ротора (барабана). Цей коефіцієнт являє собою силу тертя підшипника, приведену до кульки (штифта).

Коефіцієнт $= 0,055... .0,090$ визначає опір ротора повітрю, який залежить від форми і положення роторного елемента (барабана) і щільності повітря.

Потужність ротора на холостому ході незначна і перебуває в межах 2-3 кВт.

Для роторів становить:

$$N_x = a_x u_p + b'_x u_p^3 + b''_x u_p^3, \quad (2.3)$$

де $b'_x u_p^3$ - потужність, необхідна для подолання опору повітря руху лопаті на вході в ротор. ($b'_x = 0,09 \dots 0,10 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^2$); $b''_x u_p^3$ - потужність, необхідна для подолання опору повітря циліндричного перерізу на метр довжини ротора. ($b''_x = 0,03 \dots 0,04 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^2$).

Потужність холостого ходу ротора довжиною 3 м становить 10-12 кВт. Потужність молотарки N_o (необхідна для подолання опору, що виникає під час взаємодії ролика або штифта з хлібною масою) визначається як добуток середньої окружної сили P на ролик (барабан) або штифті ротора і лінійної швидкості ротора або барабана:

$$N_o = P u_o. \quad (2.4)$$

Для визначення середньої окружної сили, прикладеної до кулі ротора (барабана), експериментально була встановлена наступна залежність:

$$P = a_0 q + b_0 q^2, \quad (2.5)$$

де a_0, b_0 - фактор, що враховує тип, стан і вологість продукту, що змішується.. Молотильні зазори, кут обхвату; q - подача хлібної маси в молотарку.

Різні МСП мають такі значення коефіцієнтів a_0, b_0 : барабанно-декові - $a_0 = 100 \dots 200 \text{ Н}(\text{кгс}/\text{с})^{-1}$ і $b_0 = 8 \dots 10 \text{ Н}(\text{кгс}/\text{с})^{-2}$; аксіально-роторні - $a_0 = 120 \dots 160 \text{ Н}(\text{кгс}/\text{с})^{-1}$ і $b_0 = 8 \dots 15 \text{ Н}(\text{кгс}/\text{с})^{-2}$.

Менші значення відповідають хлібу з вологістю 8-10%, а більші - хлібу з вологістю 25-35%. Сумарна потужність, необхідна для обертання ротора (барабана), збільшується зі зростанням вологості хліба.

Із залежностей (2.1) і (2.2) випливає, що потужність, необхідна для приведення в рух барабана, має такий вигляд:

$$N = a_x u_o + b_x u_o^3 + (a_0 + b_0 q) q u_o, \quad (2.6)$$

а для ротора –

$$N = a_x u_p + b'_x u_o^3 + b''_x u_o^3 (a_0 + b_0 q) q u_p. \quad (2.7)$$

Для моноблочних МСП з осьовим ротором і масовою подачею зерна $q = 10$ кг/с, $N = 80 \dots 130$ кВт, тобто такі МСП споживають у 1,5... на кг зерна більше, ніж барабанні МСП (класична схема). .2 рази більше споживається енергії. Однак за класичної схеми МСП потрібно додатково 7-9 кВт електроенергії для живлення бітерів і соломотрясів.

2.2.3. Призначення, типи, параметри і режими роботи очисників зерна

На солововіддільники від МСП надходять купи соломи різного складу, які містять 55-80% зерна, 45-20% полу, недомолотих колосків, насіння бур'янів та інших домішок. Такі купи називаються дрібною фракцією.

Очищувачі призначені для виділення зерна з дрібних куп із допустимими втратами 0,3%. Чистота зерна повинна підтримуватися на рівні вище 97% для зернових і 95% для зернових, бобових і насіння трав.

Молотарка-очищувач CASE 2388 має компоненти, показані на рис. 2.1 і 2.2.

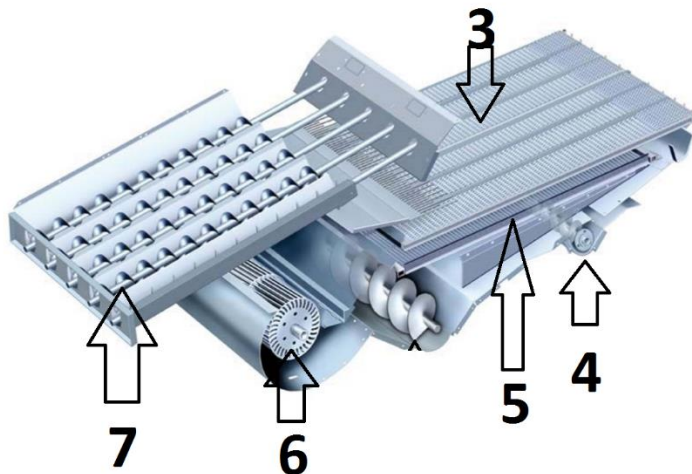


Рис. 2.1 – Система очистки комбайна CASE 2388

На відміну від класичної конструкції очищувача, замість дошки, що хитається, було встановлено зерновий шнек. Така конструкція дала змогу розв'язати такі проблеми: 1 - втрати зерна під час роботи на схилах; 2 - залипання

робочої поверхні дошки під час роботи на вологих, зарослих бур'янами ворохах. Однак шнековий транспортер не розділяє ворох на два потоки, а подає його в змішаному потоці, що збільшує навантаження на очисні шківі.

Таким чином, система очисної машини має такий вигляд. Зерновий шнек 7 подає половину з гирла МСП у половину шків 3, після чого зерно пересипається в черевичний шків 5, звідки надходить до зернового шнека, а потім до бункера. Великі домішки, наприклад, недомелене колосся, виносяться ситом уперед до колосового шнека 4, звідки вони надходять до колосового елеватора 1, а звідти - до другого колосового шнека 2 і на молотарку.

Сита 3, 5 і вентилятор 6 розділяють ворох за розміром і за потоком повітря. Для збирання колосових культур використовуються решітні сита з регульованими кутами нахилу жалюзі.

Пропускна здатність решета визначається залежно від типу культури, що збирається, площі решета і питомого навантаження на решето:

$$Q_p = \eta \cdot q_F \cdot F, \quad (2.11)$$

де η - коефіцієнт, який залежить від виду культури, що очищується ($\eta = 1$ для пшениці; $\eta = 0,75$ для жита, ячменю, гороху; $\eta = 0,55$ для греччихи; $\eta = 0,2$ для люцерки); $q_F \approx 1,5 \dots 2,5 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$ - для жалюзійних решіт; $q_F \approx 0,5 \dots 0,6 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$ для сортувальних решіт.

Площа решета F очисника визначається залежно від подачі вороху на очисник q_B і питомого навантаження на решето q_F , тобто

$$F = \frac{q_B}{q_F}. \quad (2.12)$$

Подача вороху на очисник

$$q_B = q(1 - \lambda k_0), \quad (2.13)$$

де q - подача хлібної маси в молотарку.; λ - коефіцієнт солоmistості (відношення маси соломи до всієї хлібної маси); $k_0 = 0,6...0,9$ - коефіцієнт, що характеризує роботу МСП і соломовідокремлювача.

Ширина решета B_p обирається відповідно до ширини соломотряса

$$B_p = (0,9...0,95)B_c. \quad (2.14)$$

Для прикладу досліджуваний комбайн CASE 2388 має площу решіт $5,1 \text{ м}^2$, а загалом площа решіт комбайнів, у тому числі селекційних, становить $1,75...7,5 \text{ м}^2$.

Висновки

1. У результаті демонстрації та визначення параметрів і режимів роботи комбайна з валоповоротною молотильно-сортувальною системою можна зробити такі висновки В умовах лукопасовищних угідь, на яких працює досліджуваний нами комбайн CASE 2388, у процесі його експлуатації не спостерігається якихось серйозних труднощів або проблем.

2. Комбайн відмінно зарекомендував себе під час збирання багатьох культур: ячменю, пшениці, соняшнику та кукурудзи. Недоліки роторних комбайнів можуть проявлятися під час збирання обводненого або пересушеного зерна, але їх усувають у процесі експлуатації шляхом регулювання зазору в барабані та регулювання очисних шківів. До таких недоліків можна віднести засмічення ротора обводненою стернею та засмічення очисних шківів у невеликих об'єктах унаслідок надмірного подрібнення рослинних решток під час пересушування.

3. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Програма експериментальних досліджень

У машинно-тракторному парку фермерського господарства "Світязь" у селі Степове Дніпровського району для збирання всього врожаю використовується комбайн CASE 2388 AXIAL-FLOW (рис. 3.1). Машина була виготовлена у 2007 році; після п'яти сезонів експлуатації вона була придбана господарством у 2012 році. Комбайн знаходиться в хорошому технічному стані, всі регулярні технічні обслуговування були проведені, а всі раптові поломки усунуті.



Рис. 3.1 – Комбайн CASE 2388 AXIAL-FLOW

Це означає, що голчасті підшипники в системі підвіски і шатуни в очисних шківках почали виходити з ладу, що призвело до появи тріщин у лонжеронах ситового млина і самих очисних шківках.

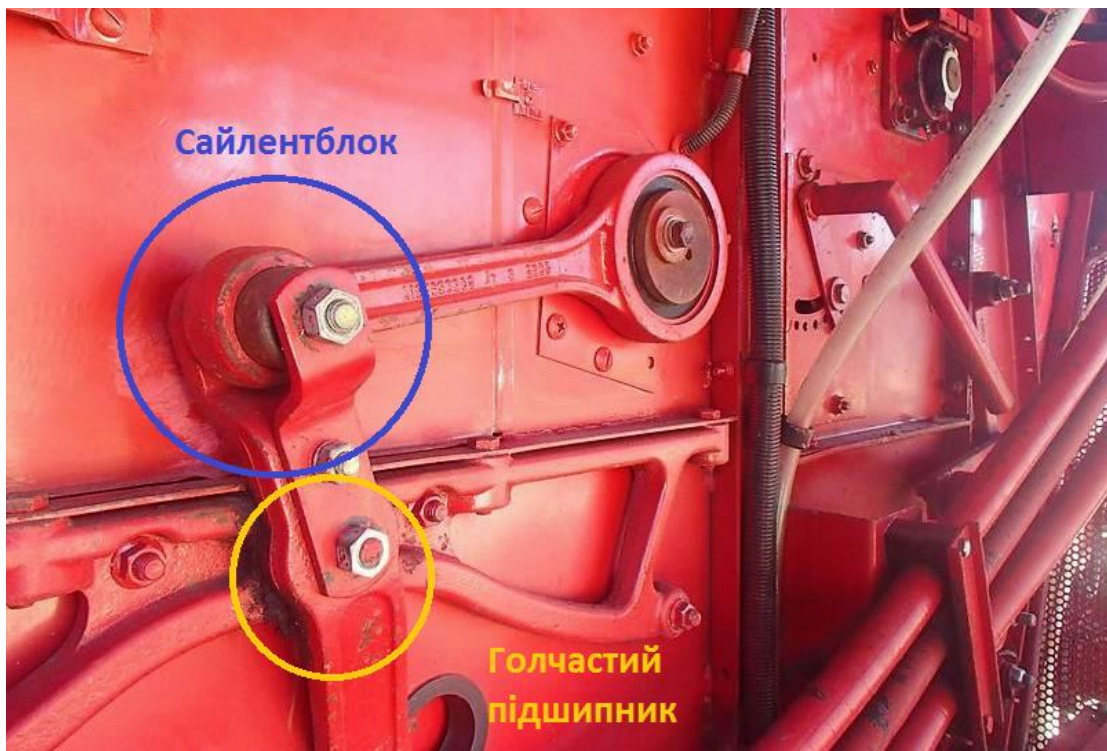


Рис 3.2 – Механізм приводу очисних решіт



Рис 3.3 – Рухомий механізм кріплення очисних решіт

Було вирішено випробувати комбайн у робочому режимі. Тому випробування проводилися на завантаженому полі. Оскільки виміряти параметри,

необхідні в робочому режимі комбайна, в польових умовах досить складно, було вирішено провести випробування і на ненавантаженому полі.

Тож показники вібрації вимірювалися у двох площинах - горизонтальній та вертикальній. Вимірювання проводилися спочатку на базовому комбайні без навантаження, потім на модифікованому комбайні без навантаження та з навантаженою системою очищення.

Порівняльне вивчення конструкції комбайна з іншими зарубіжними машинами показало, що швидкий вихід з ладу підшипників і сайлентблока був зумовлений невдалою конструкцією очисного шківів. Це означає, що очисні сита на даному комбайні мають заднє та переднє кріплення, але їх лише два (на інших закордонних комбайнах їх від чотирьох до шести), а оскільки вони важкі, то кріплення не вистачає.

Ми також виявили, що незбалансована система очищення, тобто підвищена вібрація, також призводить до виходу з ладу підшипників.

Ми також проаналізували інші комбайни аналогічних моделей, проконсультувавшись і зв'язавшись із представниками інших господарств, які мають на своїх машинах і тракторах аналогічні комбайни. Ці бесіди проводилися для того, щоб виключити можливість заводських дефектів у конструкції досліджуваних нами комбайнів. Таким чином, після бесіди з власником комбайна CASE 2388 AXIAL-FLOW стало зрозуміло, що всі комбайни цієї моделі мають цей конструктивний недолік.

3.2 Прилади та обладнання досліджень

Штангенциркулі, мікрометри, кернографи та віброметр АТТ 9002. Для виготовлення пластин також використовувалися шліфувальні, свердлильні та зварювальні верстати.

Розглянемо докладніше віброметр АТТ9002, що використовувався для вимірювання вібрації просіювача комбайна.

Цифровий портативний віброметр АТТ-9002 призначений для вимірювання віброшвидкості та віброприскорення. Діапазон вимірювання віброшвидкості становить 0... .200 мм/с і віброприскорення 0. .200 м/с². Зовнішній вигляд і органи керування показані на рис. 3.4.

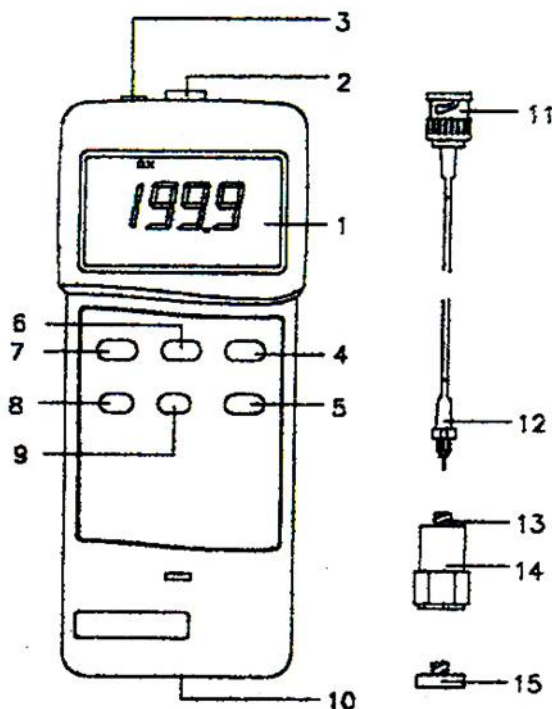


Рис. 3.4. Зовнішній вигляд вимірювача вібрації АТТ – 9002

1 – дисплей; 2 – вхідне гніздо для вимірювального зонда; 3 – вихід для інтерфейсу RS – 232; 4 – перемикач RMS/PEAK (середньоквадратичне/ пікове); 5 – перемикач АСС/VEL (прискорення/швидкість); 6 – кнопка фіксації даних; 7 – кнопка «Ввімкн./Вимкн.»; 8 – кнопка пам'яті «Запис»; 9 – кнопка пам'яті «Виклик»; 10 – відсік для батареї, кришка відсіку; 11 – BNC-роз'єм кабелю датчика; 12 - міні-роз'єм кабелю датчика; 13 - вхідне гніздо датчика вібрації; 14 – датчик вібрації; 15 – магнітна основа.

Правила користування приладом АТТ-9002.

1. Підключіть вимірювальний щуп до гнізда приладу і підготуйте вимірювальний прилад АТТ-9002 до роботи (рис. 3.4).

2 Прикладіть магнітну сторону вимірювального елемента АТТ-9002 до поверхні об'єкта, що вимірюється, у напрямку осі Z.

Якщо поверхня об'єкта, що вимірюється, виконана з немагнітного матеріалу, щуп необхідно утримувати рукою і привести в контакт з поверхнею об'єкта, що вимірюється.

3. увімкніть прилад, натиснувши один раз кнопку "Вкл/Викл".

4. встановити перемикач ACC/VEL в положення ACC.

Виміряйте віброприскорення об'єкта, що вібрує, в напрямку Z для загальної або локальної вібрації у всьому діапазоні частот, змінюючи частоту вібрації за допомогою ручок множника і плавного регулювання на генераторі. Результати вимірювань занести в таблицю звіту по роботі.

5. встановити перемикач ACC/VEL приладу АТТ-9002 в положення VEL.

Виміряйте віброшвидкість у напрямку Z віброуючого об'єкта для загальної або локальної вібрації у всьому діапазоні частот, змінюючи частоту вібрації за допомогою множника і ручки регулювання згладжування генератора. Результати вимірювань записати в таблицю звіту. 6.

Вимкніть генератор. Зніміть об'єкт віброізоляції з вібростола, приєднайте до об'єкта віброізоляції модуль віброізоляції і закріпіть всю конструкцію на вібростолі стенду. Увімкнути генератор. 7.

7. Прикріпити вимірювальний щуп вимірювального приладу АТТ-9002 за допомогою магніту до поверхні об'єкта, що вимірюється, в напрямку осі Z; виміряти віброприскорення згідно з розділом 4. Результати вимірювань занести в таблицю звіту.

8. Після закінчення вимірювання вимкнути генератор і вимірювач.

3.3 Польові дослідження комбайна

Польові випробування базової машини були проведені в 2015 році, з наступними результатами. Під час польових досліджень CASE 2388 було виявлено, що на низьких швидкостях комбайна (2-3 км/год) навантаження на систему очищення є мінімальним і тому проблемні компоненти виходять з ладу не так

швидко, як на оптимальній швидкості комбайна 4-5 км/год. Однак, при меншій швидкості комбайна виникають інші очевидні проблеми:

- 1) Низька продуктивність, що призводить до скорочення термінів збирання врожаю та значних збитків для компанії;
- 2) надто високі витрати пального на гектар. Це також є серйозною проблемою, особливо коли площа збирання велика, оскільки роторні комбайни, як відомо, мають вищі показники споживання пального, ніж комбайни з класичними методами обмолоту;
- 3) Заміна запчастин, що вийшли з ладу (наприклад, сайлентблоків), також є великою проблемою. Якщо зняти і замінити коромисло 24, то ремонт займе ще більше часу, оскільки стан решета доводиться регулювати за допомогою регулювальної шайби 25 (рис. 3.5);

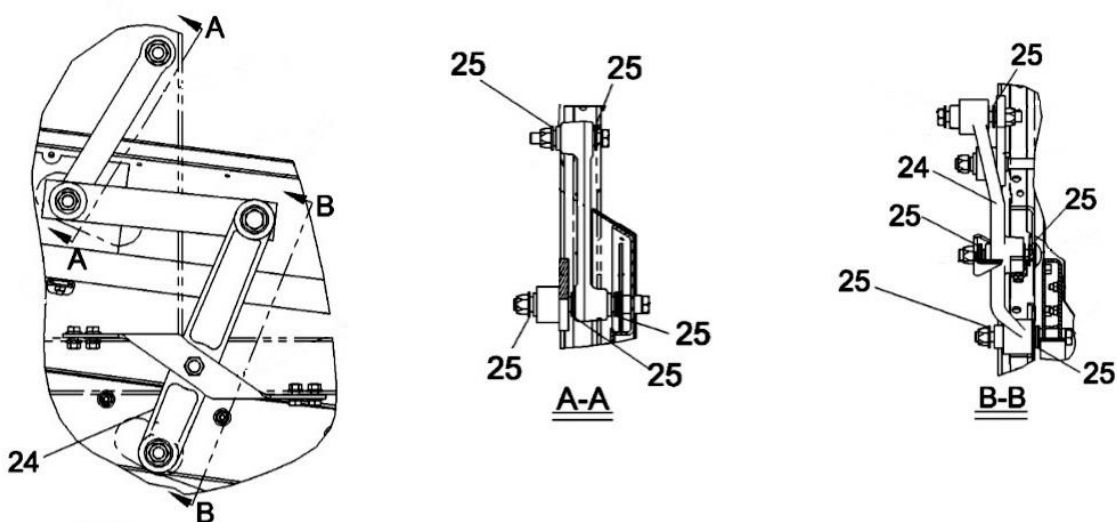


Рис. 3.5 – Коромисла приводу решітного стану

- 4) Зростання витрат і заробітної плати комбайнерів та низка інших економічних питань. Тому польові випробування з базовою технікою були проведені на кількох ділянках (дві ділянки озимої пшениці та дві ділянки соняшнику). При цьому культура і параметри місцевості були різними (Таблиця 3.1): при збиранні озимої пшениці на ділянці № 1 система мийки комбайна вийшла з ладу після обмолоту 70 тонн на швидкості 3 км/год, 45 тонн на швидкості 4 км/год і 20 тонн на швидкості 5 км/год. Несправність сталася після намолоту 53 тонн на швидкості 3 км/год, 35

тонн на швидкості 4 км/год і 15 тонн на швидкості 5 км/год при збиранні озимої пшениці на полі № 2. Враховуючи забур'яненість поля, було визначено, що відмови комбайна чітко залежали від зміни робочої швидкості. Нахил місцевості не впливав на поломки.

При збиранні соняшнику залежність відмов від швидкості була подібною, хоча результати для обмолоченого ядра дещо відрізнялися. Результати випробувань представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – результати проведення досліджень базової машини

Поле	1	2	3	4
Культура	Озима пшениця	Озима пшениця	Соняшник	Соняшник
Врожайність, ц/га	42	25	30	18
Ухил місцевості, %	5	7	5	6
Забур'яненість, %	10	30	15	35
Швидкість руху, км/год	2	2	2	2
	3	3	3	3
	4	4	4	4
Вихід з ладу після обмолоту, т	70	53	80	52
	45	35	53	34
	20	15	24	16

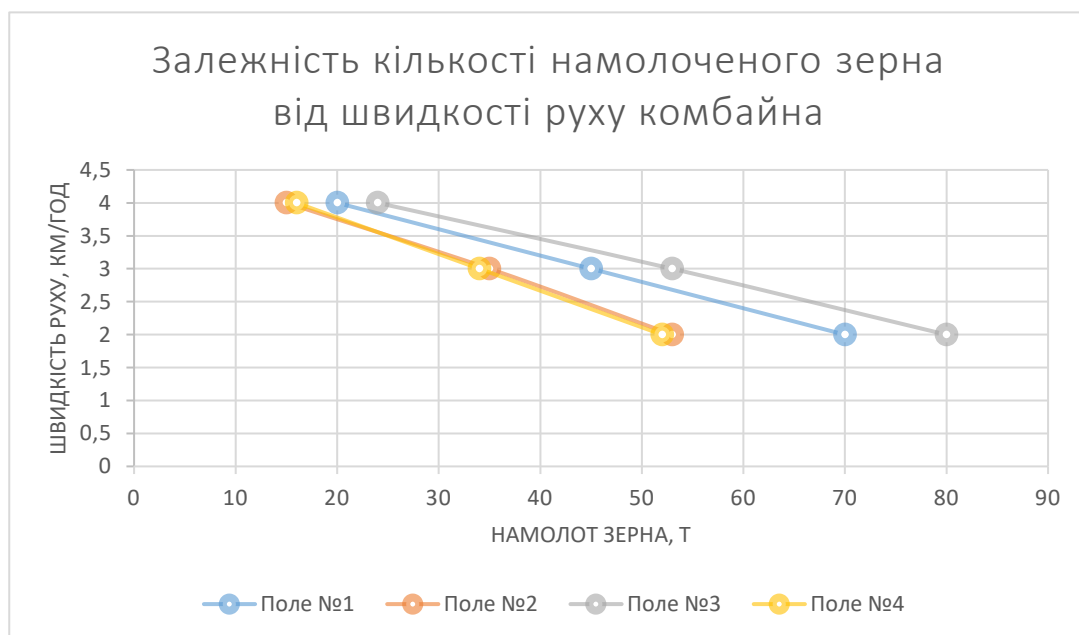


Рис. 3.6 – Графік результатів проведення досліджень базової машини

Тому для запобігання та вирішення вищезазначених проблем необхідно вдосконалити конструкцію існуючих зернозбиральних комбайнів та повернути оптимальну швидкість руху машини під час збирання врожаю. До проведення дослідження комбайни експлуатувалися зі швидкістю 2 км/год, що явно замало для своєчасного збирання врожаю.

3.4 Зміни в конструкції дослідного зразка

Для вирішення проблем передчасного виходу з ладу підшипників у підвісному кріпленні ("павук") системи очищення CASE 2388 і тріщин у лонжероні решітного стану були прийняті наступні конструктивні рішення

1) для значного підвищення надійності та довговічності системи очищення в системі підвіски був встановлений додатковий голчастий підшипник (рис. 3.5 і 3.6). Це рішення реалізовано шляхом заміни шайб в підвісному пристрої на голчасті підшипники того ж розміру, що і ті, які вже встановлені в механізмі на заводі. Це не припиняє потрапляння мастила в підшипниковий вузол;

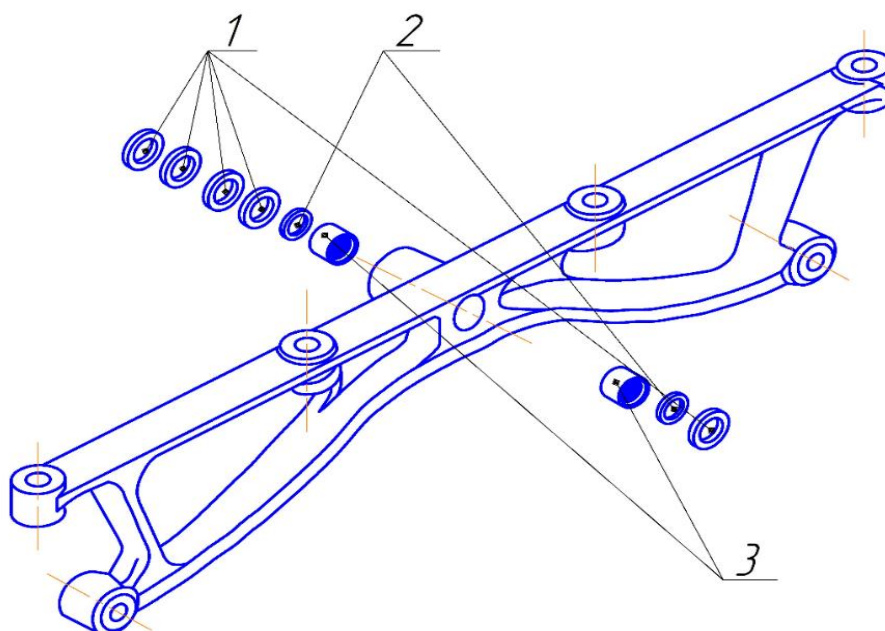


Рис. 3.6 – Конструкція підвісного пристрою базової машини:

1 – шайба 29/32" x 1 1/2" x .060"; 2 – манжета; 3 – підшипник голчастий.

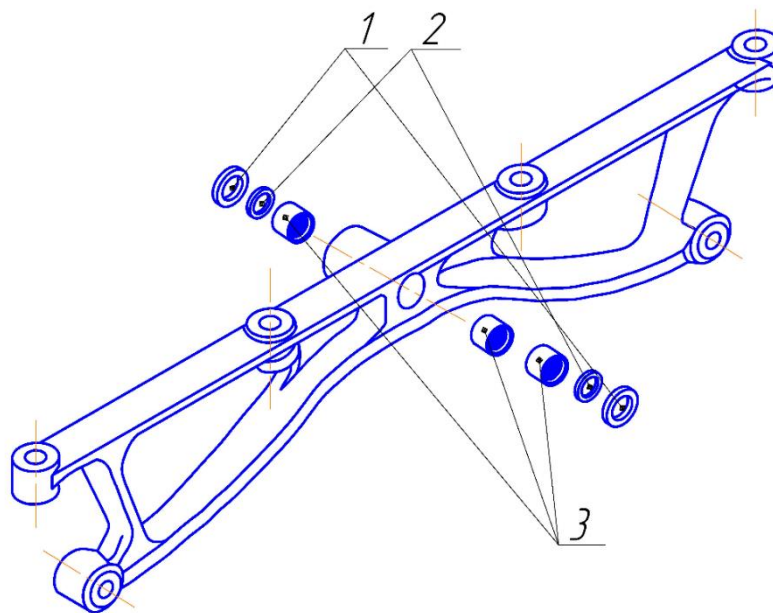


Рис. 3.7 – Конструкція підвісного пристрою удосконаленої машини:
 1 – шайба 29/32" x 1 1/2" x .060"; 2 – манжета; 3 – підшипник голчатий.

Щоб стійки (рама) решітного стану не тріскалися, а очисне сито не розтріскувалося, до рами решітного стану було приварено додаткову пластину для її потовщення (рис. 3.8);

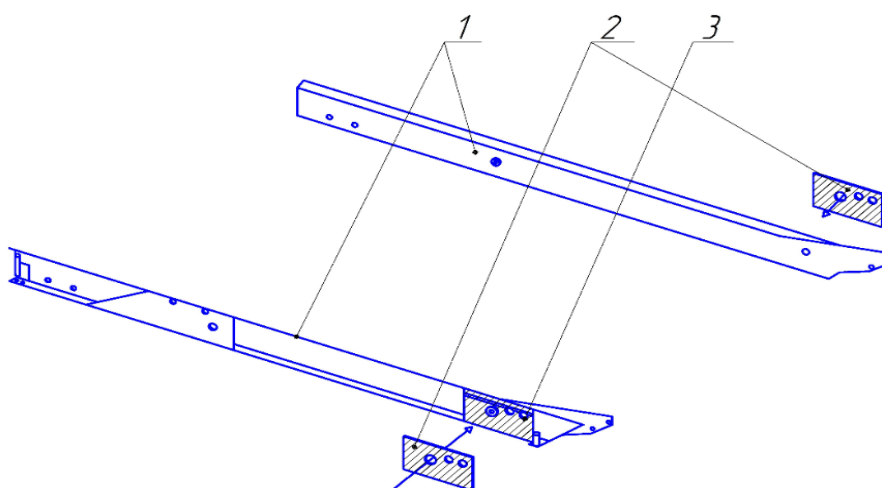


Рис. 3.8 – Схема укріплення рами решітного стану:
 1 – лонжерони (рама); 2 – пластини для укріплення; 3 – місце кріплення
 пластин

Для запобігання відмов сайлентблоків було ухвалено рішення про управління змінами в підрозділах, де встановлено сайлентблоки.

Висновок

У даному розділі представлено результати базових досліджень і випробувань комбайнів, розроблено та впроваджено вдосконалену систему очищення комбайна CASE 2388, призначену для досягнення оптимальних умов роботи машини під час збирання всього врожаю. Передбачається, що під час збирання кукурудзи система очищення виходитиме з ладу швидше, ніж під час збирання пшениці та соняшнику, через вищі навантаження.

4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Польові дослідження

Голчасті підшипники в системі підвіски очисної системи CASE 2388 були пошкоджені і вийшли з ладу через надмірні ударні навантаження на підшипниковий вузол. В результаті було вирішено додати третій голчастий підшипник до існуючого підшипникового вузла, який встановлюється після зняття шайби, щоб досягти оптимального балансу в системі очищення. Збільшена площа контакту і стійкість також продовжили термін служби підшипникового вузла.

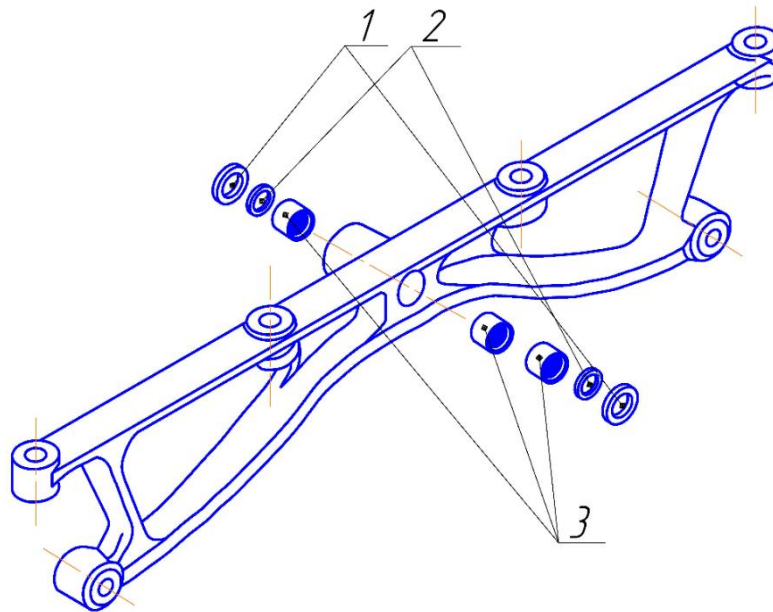


Рис. 4.1 – Конструкція підвісного пристрою удосконаленої машини:

1 – шайба 29/32" x 1 1/2" x .060"; 2 – манжета; 3 – підшипник голчастий.

Додаткові підшипники встановлені в системі підвіски з обох боків комбайна. Ми оглядаємо зразки базової та розробленої машин і порівнюємо їх, заносючи дані в таблиці. На рисунку 4.2 показана система очищення, в якій транспортна система виконана у вигляді набору паралельних шнеків 8, розташованих у відкритому коробі під молотильним агрегатом. Таку систему очищення можна знайти,

наприклад, в патентах США [19]. Така ж система очищення встановлена і на досліджуваних комбайнах.

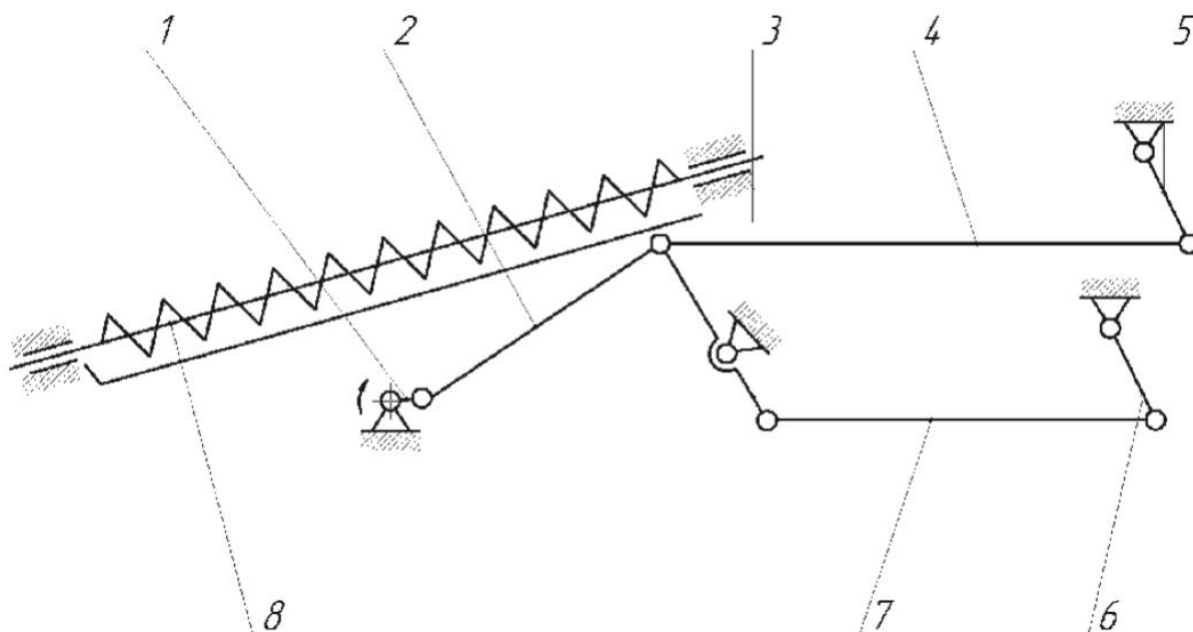


Рис. 4.2 – Схема очищення із шнековим транспортуючим пристроєм: 1 – кривошип; 2 – шатун; 3 – двоплечове коромисло; 4 – верхній решітний стан; 5, 6 – шарнірні підвіски; 7 – нижній решітний стан; 8 – транспортний шнек

Винятком у цих системах очищення є відсутність пластини для струшування, яка забезпечує статичну рівновагу ситових млинів 4 і 7. Цю особливість системи очищення можна поліпшити запропонованим нами способом, приваривши додаткову пластину. Таким чином, вага додаткової пластини не має суттєвого впливу на загальну рівновагу ситового млина, а навпаки, допомагає збалансувати систему.

Для того щоб зрівноважити ситовий млин, ми вирішили встановити додатковий вантаж на опорі ситового млина. Ці вантажі слугують як підсилювальні пластини для рами. Оскільки господарство не має змоги побудувати

випробувальний стенд, випробування проводили на самому комбайні, до і після вдосконалення. Для балансування використовувалися пластини вагою 2,5 кг кожна.

Критеріями оцінки оптимальності роботи системи слугували вертикальні та горизонтальні віброприскорення, які знімали з панелі механізму за допомогою приладу АТТ-9002. Мінімальні значення віброприскорень свідчили про оптимальну роботу системи очищення, максимальні - про незадовільну.

Перед початком експерименту було виміряно горизонтальні та вертикальні коливання панелі комбайна. За середніх обертів двигуна (1300 об/хв) горизонтальні та вертикальні коливання становили 55 і 30 мікрон відповідно, а за високих обертів двигуна (2000 об/хв) горизонтальні та вертикальні коливання становили 110 і 45 мікрон відповідно. Це показує, що зі збільшенням частоти обертання колінчастого вала двигуна збільшується інерційна складова і, відповідно, зростає амплітуда вібрації.

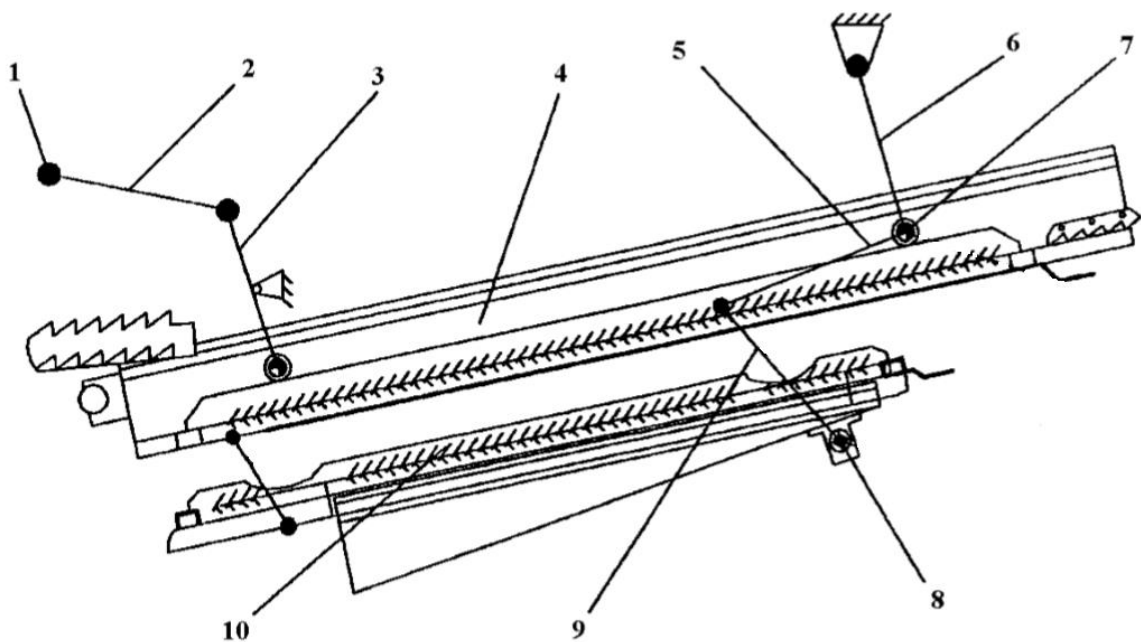


Рис. 4.3. Механізм коливання решіт: 1 – опорні підшипники коливального валу; 2 – шатун; 3 – приводний важіль; 4 – верхнє решето; 5,6 – підвіска; 7 – задня вісь кочення верхнього решета; 8 – нерухома вісь кочення важелів решіт; 9 – двоплечий важіль; 10 – нижнє решето.

Результати дослідження віброприскорень наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Віброприскорення на панелях системи очищення

Навантажувальні фактори	Площина	Прискорення, м/с ²	
		min	max
Без балансирів і вантажу	Горизонтальна	4,71	17,88
	Вертикальна	4,6	4,6
Балансири без вантажу	Горизонтальна	4,56	18,25
	Вертикальна	4,45	4,45
Балансири з вантажем	Горизонтальна	17,46	30,87
	Вертикальна	5,1	7,8

Аналіз результатів випробувань, представлених у таблиці 4.1, встановлює наявність додаткових збуджувальних сил. Це пояснює велику різницю між максимальним і мінімальним значеннями прискорення (рис. 4.4).

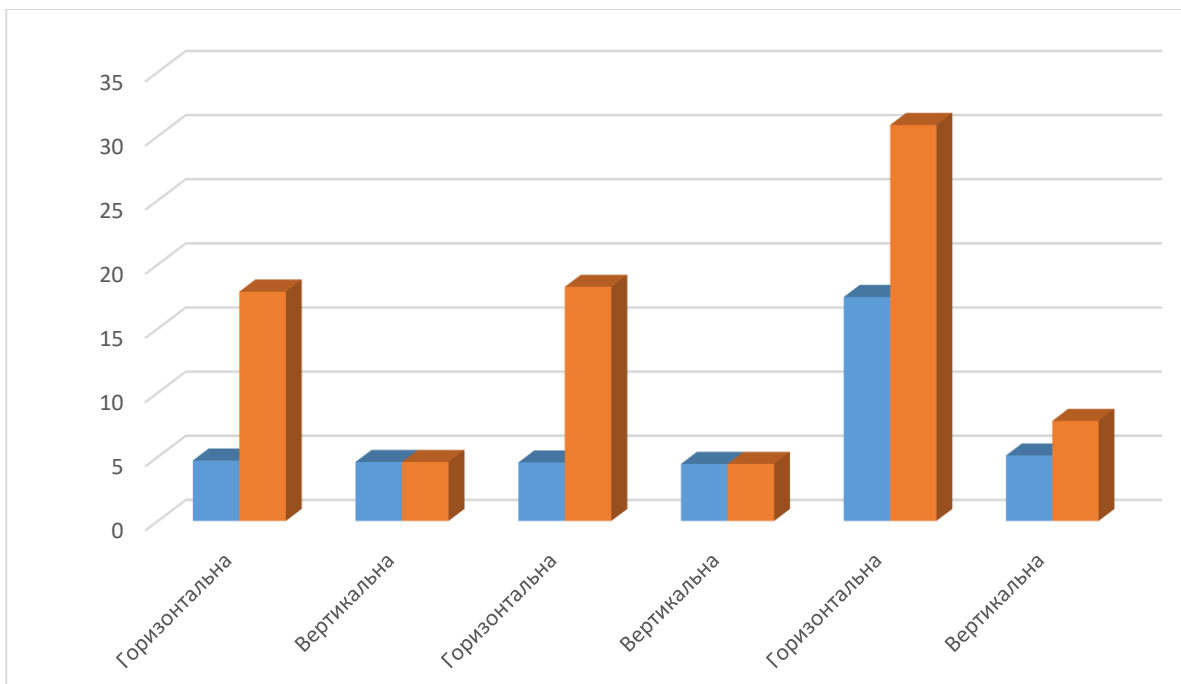


Рис. 4.4. Віброприскорення на панелях системи очищення

Порівняно з базовою конструкцією, використання балансувальних плит (з вантажами або без) дає змогу значно знизити вібраційні навантаження в горизонтальній площині та помірно знизити вібраційні навантаження у

вертикальній площині. Відсоткове зниження вібраційних навантажень наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Величина зниження віброприскорення на панелях системи очищення

Навантажувальні фактори	Площина	Величина зниження, %	
		min	max
Балансири без вантажу	Горизонтальна	73,7	42,6
	Вертикальна	12,5	41,9
Балансири з вантажем	Горизонтальна	73,7	40,3
	Вертикальна	13,5	42,6

Як видно з таблиці 4.2, використання балансувальних пластин призводить до значного зниження віброприскорення. Для усунення впливу збуджувальних сил у механізм очищення було внесено додаткові зміни. Для визначення критичної маси пластини під час проведення вимірювань використовувалися додаткові вантажі. Щоразу під час вимірювання додавалася одна додаткова шайба вагою 0,6 кг. Результати представлені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Величина віброприскорення на панелях системи очищення при різних масах вантажів балансирів

№	Кількість вантажів балансира	Величина горизонтального <u>віброприскорення</u> , м/с ²	
		min	max
1	8	11,25	4,9
2	7	12,85	5,51
3	6	13,0	6,89
4	5	14,0	7,25
5	4	12,4	5,36
6	3	11,63	5,69
7	2	11,8	5,36
8	1	11,56	4,5
9	0	8,49	4,2

Аналіз таблиці показує, що значення віброприскорення панелі очисної системи змінюється при зміні ваги балансувальних вантажів. Максимальне значення віброприскорення було виявлено за наявності п'яти балансувальних вантажів. Тому було вирішено не додавати балансири, оскільки пластин було достатньо для забезпечення оптимального балансування системи очищення (рис. 4.5).

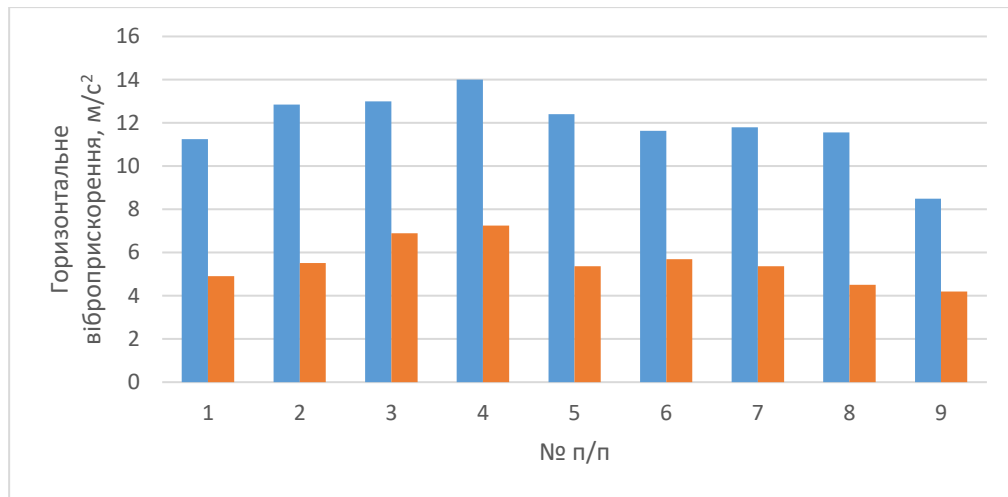


Рис. 4.5. Величина віброприскорення на панелях системи очищення при різних масах вантажів балансирів

4.2. Визначення продуктивності та витрати палива

Також було проведено дослідження і виміряно витрату дизельного палива на гектар обмолоченої площі. Вимірювання показали, що витрата пального знизилася з 9,98 л до 8,78 л на гектар (рис. 4.2). Експеримент проводився протягом кількох збиральних сезонів, тому було обрано ділянки з однаковою врожайністю та рельєфом (таблиця 4.1).

Показники витрати палива до і після удосконалення машини

Поле	1 (оз. пш.)	2 (оз. пш.)	3 (соняшн.)	4 (соняшн.)
2022 Витрата палива, л/га	10,8	10,3	9,5	9,3
2023 Витрата палива, л/га	9,4	9,2	8,4	8,1

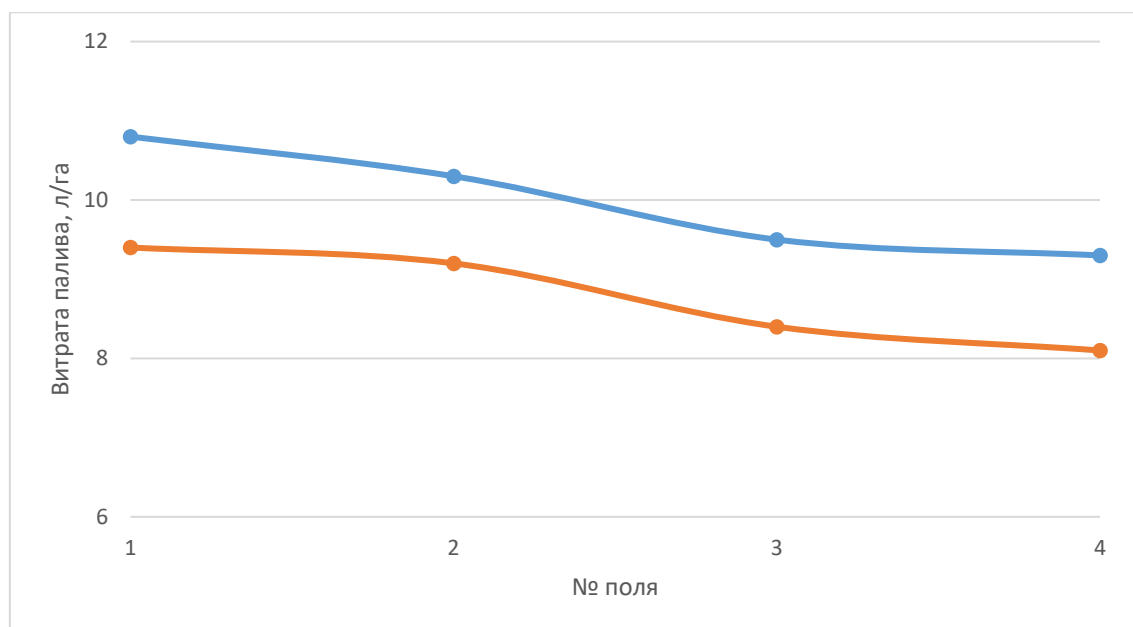


Рис. 4.6 Витрати палива до і після удосконалення машини

Також було розраховано підвищення ефективності установок.

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{зм}, \quad (4.1)$$

На комбайні встановлено жатку CASE 2020 з 7,62 м.

Базова модель комбайна рухалась зі швидкістю 2 км/год, а проектна – 4 км/год.

Час зміни 7 год.

Підставляємо дані:

$$W_{3M}^{\delta} = 0,1 \cdot 7,62 \cdot 2 \cdot 7 = 10,67 \text{га}$$

$$W_{3M}^n = 0,1 \cdot 7,62 \cdot 4 \cdot 7 = 21,33 \text{га}$$

У результаті комбайн тепер може працювати на оптимальній швидкості, а змінна продуктивність машини подвоїлася без виходу з ладу системи очищення (рис. 4.7).

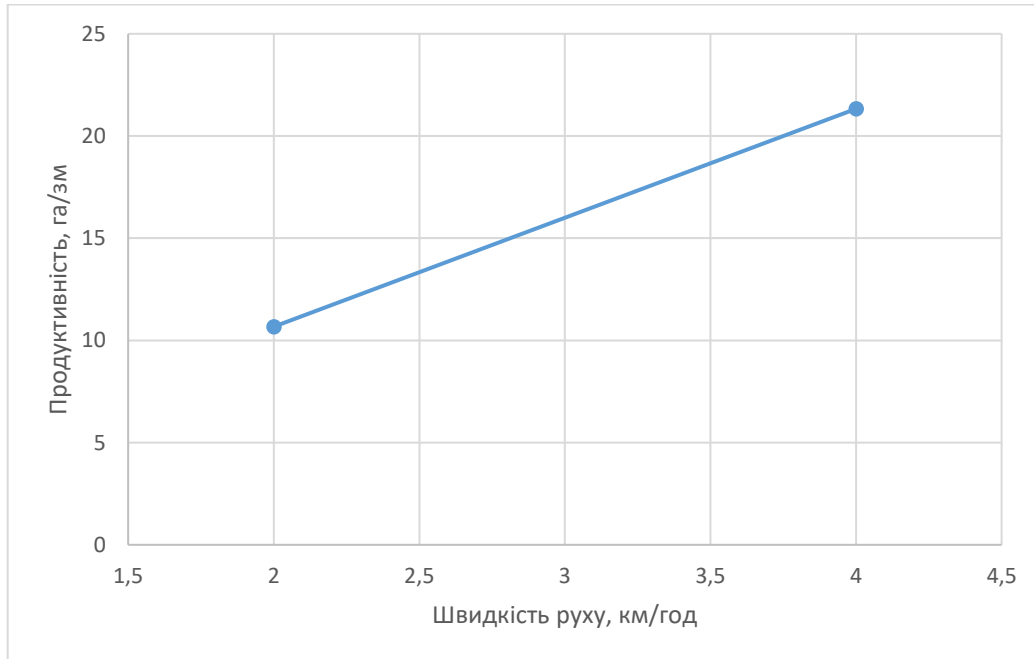


Рис. 4.7 Графік робочої швидкості руху комбайна, км/год

Висновок

Експертна оцінка підтвердила, що якість роботи відповідає агротехнічним вимогам. Продуктивність комбайна відповідає заводським характеристикам. Машина стабільно виконує технічні процеси на максимальній швидкості 5,5 км/год. Відмінності у виконанні технічних процесів між серійним і дослідним комбайном добре відстежуються. Робоча швидкість комбайна збільшилася, витрата палива знизилася, а система очищення досягла оптимальної продуктивності.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Організація охорони праці при роботі на комбайні CASE 2388

Низку організаційних і профілактичних заходів, безпосередній контроль і управління виконанням робіт здійснюють фахівці з охорони праці.

Відповідальною за виробничу дільницю є особа, відповідальна за виробничу дільницю. Інженери, технічний персонал та інші фахівці проводять інструктажі з охорони праці для всіх співробітників, незалежно від їх кваліфікації та стажу роботи. Інструктаж проводять усі бригади, незалежно від ступеня небезпеки виробничого процесу.

До роботи на обладнанні, що використовується на підприємстві, допускаються тільки особи, які вивчили інструкцію та ознайомлені з правилами охорони праці та техніки безпеки.

Категорично забороняється працювати на несправному устаткуванні, а за відсутності огорожень - регулювати, змащувати або чистити устаткування в процесі його експлуатації. Під час проведення налагоджувальних і ремонтних робіт відключіть головний автоматичний вимикач на силовому щиті та вивісіть плакат ". Не вмикати".

Мийні та дезінфекційні засоби мають сертифікат на застосування і зберігаються на складі в герметичних контейнерах. Обслуговуючий персонал повинен бути кваліфікований для роботи з мийними та дезінфекційними засобами і носити захисний одяг. Забороняється використовувати розчини без відповідних сертифікатів та інструкцій із застосування, а також залучати до їх приготування осіб, які не мають доступу або медичного дозволу.

Шум, що виникає під час роботи обладнання, не повинен перевищувати 60 дБ у приміщеннях, де постійно перебуває персонал. Щоб уникнути нещасних випадків і травм обслуговуючого персоналу, необхідно щомісяця перевіряти затягування гайок, болтів і гвинтів.

Підтримуйте чистоту та порядок у зоні ремонту обладнання та на прилеглій території. Взимку особливу увагу слід приділяти очищенню від снігу шляхів евакуації людей і транспортних засобів. До всіх будівель повинен бути вільний доступ. Не можна будувати прибудови або додаткові навіси до існуючих будівель. Двері та входи на шляхах евакуації повинні відчинятися тільки назовні.

Найважливішою умовою забезпечення пожежної безпеки є правильне використання паливно-мастильних матеріалів відповідно до умов експлуатації. Відповідальність за пожежну безпеку на робочому місці покладається на підприємство та особу, відповідальну за робоче місце.

Охорона праці гарантує соціальний захист працівників на робочому місці. Завданням служб охорони праці є захист працівників, які піддаються впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Організаційні питання, пов'язані з охороною праці, визначаються законодавством, нормативно-правовими актами та технічною документацією. Крім технічної документації, працівники інженерно-технічних служб і спеціальностей проходять щорічне навчання з охорони праці, яке проводиться спеціальною комісією. Навчання з охорони праці включає інструкції, плакати та інші наочні матеріали, а також правила і прийоми виконання конкретних завдань, пов'язаних з використанням обладнання та обслуговуванням машин.

Відсутність сигнальних кольорів і знаків безпеки; відсутність сучасного обладнання для санвузлів; відсутність куточків охорони праці в полі та в місцях відпочинку працівників; відсутність кімнат оздоровчого харчування; погано організовані кабінети, куточки, пересувні лабораторії та виставки з охорони праці; відсутність обов'язкових медичних оглядів для працівників; соціальне забезпечення Соціально-побутові умови надаються в недостатньому обсязі.

Крім перерахованого вище, у господарстві є проблеми з інструментами для ремонту та обслуговування техніки, а працівники не завжди забезпечені засобами індивідуального захисту (рукавички, окуляри та спецодяг).

Однак у господарстві розроблено вимоги з охорони праці під час роботи з комбайном CASE 2388, і всі співробітники, які працюють із цим комбайном, повинні знати і дотримуватися цих вимог. Ці вимоги перелічено нижче.

5.2. Загальні вимоги охорони праці при роботі на комбайні

1) До самостійної роботи з машиною допускаються особи, які ознайомлені з будовою, правилами експлуатації та технікою безпеки машини, засвоїли правильні технологічні процеси, зазначені в технічній інструкції з експлуатації машини, набули практичних навичок безпечної експлуатації та пройшли навчання і перевірку знань і навичок на робочому місці.

2) Працівники повинні дотримуватися робочих інструкцій і виконувати завдання тільки за вказівкою бригадира.

3) Перед початком роботи працівники повинні надіти спецодяг, взуття, головний убір і, за необхідності, захисні засоби, необхідні для даного виду робіт, перевірити наявність обладнання та допоміжних засобів і підготувати відповідну робочу зону.

4) Працівники зобов'язані підтримувати чистоту на своєму робочому місці. Забороняється блокувати засоби пожежогасіння або використовувати вогнегасники чи феєрверки не за призначенням.

6) Працівники повинні негайно повідомляти своїх керівників про будь-яку помічену ними несправність обладнання до початку роботи.

7) Працівники повинні бути ознайомлені з методами і прийомами надання першої медичної допомоги і негайно повідомляти про будь-який нещасний випадок своєму безпосередньому керівнику або бригадиру.

8) Кожен, хто порушує вимоги інструкції з охорони праці, повинен нести адміністративну або судову відповідальність, залежно від характеру правопорушення.

5.3. Заходи щодо поліпшення стану охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях

Можливі стихійні лиха в регіоні, де розташована компанія, включають пожежі, урагани та сильні морози.

Від швидкості реагування та запобігання надзвичайним ситуаціям можуть залежати виробничі та матеріальні показники, а також здоров'я працівників. Тому компанія дотримується програми Національної системи готовності до надзвичайних ситуацій, яка включає в себе наступне

- забезпечення резерву матеріалів, технічного обладнання, медикаментів та інших запасів.

Компанія надає великого значення заходам пожежної безпеки: Відповідно до ДСТУ 12.1.004-76 ССБТ, пожежна безпека забезпечується системами запобігання пожежі та організаційними заходами.

Для успішної боротьби з вогнем працівники повинні знати причини виникнення пожеж і дотримуватися правил пожежної безпеки. Запобігання пожежам на території підприємства вимагає суворого дотримання системи протипожежного захисту, правильної експлуатації машин та обладнання з джерелами тепла, машин та електрообладнання, освітлювальних та опалювальних приладів.

1) Ризик виникнення пожежі є високим через потенційну можливість потрапляння пожнивних решток в комбайн і виникнення пожежі. Цей ризик можна зменшити шляхом постійного видалення пожнивних залишків з машини та перевірки частин машини, що перегріваються. Якщо масло витікає, затягніть гвинти та за потреби замініть ущільнення.

2) Очищайте машину від сміття та залишків після кожної зміни. Особливо перевіряйте двигун і деталі вихлопної системи.

3) Іскри або відкрите полум'я можуть призвести до вибуху водню в акумуляторі. Щоб запобігти вибуху, зробіть наступне.

При від'єднанні кабелів акумуляторної батареї спочатку від'єднуйте (-) негативний кабель, а при під'єднанні кабелів акумуляторної батареї підключайте (-) негативний кабель в останню чергу;

При підключенні допоміжних кабелів для запуску двигуна дотримуйтесь процедури, описаної в пункті 4 першого розділу;

Не замикайте контакти полярності металом;

Не зварюйте, не шліфуйте і не паліть поблизу акумулятора.

4) Дизельне паливо може спричинити вибух і пожежу. Не заправляйте паливний бак, не паліть і не зварюйте під час роботи двигуна.

5) Якщо з машини витікає масло, паливо або гідравлічна рідина, усуньте витік і очистіть місце витіку перед початком роботи.

6) Завжди перевіряйте електричну схему на наявність нещільних з'єднань. Відремонтуйте або замініть пошкоджені частини електричного кола.

7) Очистіть відремонтовану ділянку перед зварюванням на машині або за допомогою зварювального різака.

Безпека оператора комбайна та оточуючих залежить від того, як оператор експлуатує і контролює машину. Перед початком експлуатації комбайна оператор повинен вивчити всі місця розташування та функції органів управління і перевірити всі органи управління в безпечній зоні.

Прочитайте всю інструкцію з експлуатації та переконайтеся, що ви розумієте функції всіх органів керування.

Для покращення праці в господарстві при використанні комбайна CASE 2388 AXIAL-FLOW рекомендується вжити наступних заходів на додаток до тих, що вже існують в господарстві:

1) Не заправляйте паливо, коли двигун гарячий або увімкнений. Не паліть під час заправки.

2) Запустіть двигун, натиснувши на вимикач блокування:

- Не міняйте місцями клеми стартера;

- Підключіть позитивну клему додаткової акумуляторної батареї до "позитивної клеми" або позитивної клеми акумуляторної батареї машини.

Підключіть негативну клему додаткової акумуляторної батареї до "мінусової клеми" або до шасі машини.

- У разі необхідності негайно відремонтуйте електричні компоненти системи, щоб не використовувати зовнішній запуск двигуна.

Якщо машина втратить керування, оператор або інші особи можуть бути травмовані або загинути.

3) Робоча швидкість повинна бути такою, щоб машина завжди могла повністю контролюватися і стабілізуватися. По можливості уникайте роботи поблизу канав, насипів або ям. 3) Знижуйте швидкість при проходженні поворотів, на пагорбах, нерівних, слизьких або глинистих поверхнях.

4) Зіткнення на високій швидкості з повільнішими транспортними засобами може призвести до травм або смерті. Використання проблискових маячків на дорозі вимагається місцевим законодавством; SMW - емблема транспортного засобу, що рухається повільно, повинна бути видимою. Ви повинні дати дорогу транспортним засобам, що рухаються швидше. Перед поворотом необхідно знизити швидкість і подати сигнал.

5) Під час руху педаль гальма повинна бути заблокована. Це забезпечує рівномірне гальмування і максимальну гальмівну силу. Переконайтеся, що зчеплення педалі гальма відрегульовано правильно.

Висновок

Модернізований комбайн для збирання врожаю простий в експлуатації і додаткових небезпек не створює. При дотриманні вимог інструкції заводу-виробника машини, управління ним буде безпечним і не складним.

6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ

Метою розрахунку економічної ефективності є визначення таких важливих параметрів, як річна економічна вигода і термін окупності модернізованої машини. Ці розрахунки можуть визначити, чи доцільно застосовувати модернізацію у виробництві. Вихідні дані для розрахунку представлені в таблиці 6.1.

Розрахунки наведені в додатку А дипломної роботи а результати наведені в таблиці 6.3

Таблиця 6.1.

Вихідні дані дипломної роботи, які впроваджуються.

	Показники	Варіанти	
		Базовий	Проектний
1	Вид роботи, що виконується	Збирання озимої пшениці	
2	<u>Склад агрегату</u>	CASE 2388	CASE 2388
3	Обсяг роботи, га	300	300
4	Продуктивність агрегату за годину робочої зміни, га/год.	1,52	3,05
5	Балансова вартість агрегату, грн.: комбайна	3000000	3005000
6	Тривалість зміни, год.	7	7
7	Кількість обслуговуючого персоналу, осіб	2	2
8	Вартість палива, грн/л	60,5	60,5

Таблиця 6.3

Техніко – економічні показники роботи

Показники	Варіанти	
	базовий	проектний
Обсяг роботи, га	300	300
Годинна продуктивність, га/год.	1,52	3,05
Витрати палива на 1 га, кг	8,57	7,55
Балансова вартість агрегату, грн.: комбайна	3000000	3005000
Нормативне навантаження, год.	197,37	98,43
Експлуатаційні витрати на 1 га, грн. всього:	2342,91	2210,83
в т.ч. заробітна плата з нарахуваннями, грн.	107,08	53,3
амортизаційні відрахування, грн.	1600	1603
вартість ПММ, грн.	546,59	481,53
витрати на ТО, ПР, КР, зберігання, грн.	21	8,61
інші витрати.	68,24	64,39
Капітальні вкладення на 1 га, грн.	10000	10016,67
Приведені витрати на 1 га, грн.	3842,91	3713,33
Річний економічний ефект, грн.	-	38874
Термін окупності додаткових капітальних вкладень, років	-	0,12

Висновок

Отримані результати свідчать про економічну доцільність встановлення досліджуваних зернозбиральних комбайнів для вирощування у господарстві культур. Це пов'язано з тим, що річний економічний ефект становить 38874 грн, а термін окупності додаткових капітальних вкладень досить короткий - 0,12 року і днів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

За результатами досліджень можна зробити наступні теоретичні, аналітичні та практичні узагальнення.

1. В роботі досліджено та випробувано базовий комбайн CASE 2388 AXIAL-FLOW з метою визначення причин виникнення дефектів в роботі миючої системи комбайна

2. Проведено випробування комбайна в різних умовах; машина випробовувалася в 2015 році на чотирьох ділянках з різною врожайністю і рельєфом місцевості. Це дозволило встановити залежності між режимами роботи, умовами та параметрами комбайна і регулярними відмовами. Швидкість роботи комбайна в основному впливала на частоту раптових відмов системи очищення.

3. Було розроблено та впроваджено вдосконалену систему для комбайна CASE 2388, що дозволило досягти оптимальних умов роботи машини при збиранні всього врожаю, вирощеного в господарстві.

4. Удосконалення системи промивання шляхом встановлення додаткових підшипників у підшипниковому вузлі опори решітного стану; посилення рами решітного стану шляхом приварювання підсилювальних пластин; балансування системи промивання балансирними пластинами; зменшення ударних навантажень на раму решітного стану, підшипники та сайлент-блоки; підвищення ефективності роботи решітного стану. Це включає в себе зниження ударних навантажень на блок.

5. Розроблено обладнання для поліпшення умов праці комбайнера при заміні підшипників і сайлентблоків на комбайнах 5.CASE 2388.

6. Економічний ефект від впроваджених удосконалень склав 38874 грн., а термін окупності впроваджених удосконалень 0,12 років

7. В результаті впроваджених удосконалень комбайн експлуатувався в оптимальному режимі без раптових поломок і були досягнуті заводські показники по робочій швидкості та витраті палива.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Кравчук В.І., Мельник Ю.Ф. Посібник. Машина для збирання зернових та технічних культур /За ред. В.І. Кравчука., Ю.Ф. Мельника. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – 2009. – 296 с.
2. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та інші. Сільськогосподарські та меліоративні машини /За ред.. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.
3. Сисолін П.В., Рибок Т.І., Сало В.М. Сільськогосподарські машини: Теоретичні основи, конструкція, проектування. Машина для рільництва /За ред.. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2002. – 364 с.
4. Погорілий Л.В., Коваль С.М. Напрямки розвитку конструкцій і узагальнені технологічні показники зернозбиральних комбайнів// Науковий вісник Національного аграрного університету. К., 1998. – Вип. 9.
5. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підруч. у 2 т: Т 1/ А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. – К.: Агроосвіта, 2012. – 584 с.
6. Ярмашов Ю.М., Коваль С.М., Бугрім В.В. Довідник комбайнера. – К.: Урожай, 1989. – 240 с.
7. Адамчук В.В., Баранов Г.Л., Барановський О.С. Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки /За ред. В.І. Кравчука, М.І. Грицишина, С.М. Ковалю. – К.: Аграрна наука, 2004. – 396 с.
8. Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: Навч. Посібник. За ред. Д.Г. Войтюка. – Суми: ВТД Університетська книга, 2006. – с.: іл.
9. Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку /За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
10. Головчук А.Ф., Марченко В.І., Орлов В.Ф. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки: Підручнтк: У 3 кн. /За ред. А.Ф. Головчука. – К.:

Грамота, 2003 - . Кн. 2: Комбайни зернозбиральні. – 2004. – 320 с.: іл. – Бібліогр.: С. 316.

11. Пастухов В.І. Довідник з машиновикористання в землеробстві /За ред..В.І Пастухова. – Харків: «Веста» - 2001, 347 с.

12. Combine Grain Cleaner: пат. 3556108 США, IPC1 - 7 A 01 F12/ 32 / William H. Knapp, Davenport, Iowa, Richard A. DePauw, East Moline, Carroll Q. Gochanour; заявитель International Harvester Company Chicago. — № 784054; заявл. 16.12.68; опубл. 19.01.71 // Official Gazette / Пат. ведомство США. — 1971. — № 3A. — С. 32.

13. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1 : навчальний посібник / Кветний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р., Софина О. Ю., Шушура О.М.; за заг. ред. Р.Н. Кветного. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 193 с.

14. Пастушенко С.І., Руденко О.Г., Іщенко В.В. Практикум з теоретичної механіки. – Вінниця: Нова книга, 2006. – 382 с.

15. Гаєва Л. І. Використання експлуатаційних матеріалів та економія паливно-енергетичних ресурсів : навч. посіб. / Л. І. Гаєва, Ф. В. Козак, В. М. Мельник. – Івано-Франківськ ІФНТУНГ, 2014.222 с.

16. Гречкосій В.Д. Довідник сільського інженера.- К.: Урожай, 1991.- 397 с.

17. Корчемний М. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. Тернопіль, 2001. 314 с

18. Ружицький М.А. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 С

19. Convertible Rotor: пат. 3621850 США, A01F12/22 / William H. Knapp, Davenport, Iowa, Richard I. Wood, El Dorado Springs; заявитель International Harvester Company Chicago. — № 995; заявл. 06.01.70; опубл. 23.11.71 // Official Gazette / Пат. ведомство США. — 1971. — № 49A. — С. 9.

20. Закон України: Про охорону праці (Стаття 21) [Електронний ресурс] / Режим доступу: // rada.gov.ua.

ДОДАТКИ

Для проведення економічної оцінки проекту необхідно визначити такі пункти:

1. Змінна продуктивність агрегату (W_{3M}), га/зм;

$$W_{3M} = W_{год} \cdot 7. \quad (6.1)$$

$$W_{3M}^B = 1,524 \cdot 7 = 10,67,$$

$$W_{3M}^n = 3,05 \cdot 7 = 21,34.$$

2. Витрата робочого часу на одиницю роботи агрегату (B), люд.-год./га:

$$B = \frac{K_{np} \cdot T_{3M}}{W_{3M}}. \quad (6.2)$$

$$B^B = \frac{2 \cdot 7}{10,67} = 1,31,$$

$$B^B = \frac{2 \cdot 7}{21,34} = 0,66.$$

3. Нормативне завантаження агрегату (T_n), га:

$$T_n = \frac{Q}{W_{год}}, \quad (6.3)$$

$$T_n^B = \frac{300}{1,52} = 197,37,$$

$$T_n^n = \frac{300}{3,05} = 98,43.$$

4. Нормативні витрати на ТО,ПР, КР, зберігання ($H_{рем}$):

$$H_{рем} = \frac{B \cdot 0,097 \cdot W_{год}}{T_n}, \quad (6.4)$$

$$H_{рем}^B = \frac{3000000 \cdot 0,097 \cdot 1,52}{197,37} = 224107,$$

$$H_{рем}^n = \frac{3005000 \cdot 0,097 \cdot 3,05}{98,43} = 90321.$$

Для розрахунку економічної ефективності визначаємо показники наведені в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2.

Показники	Варіанти	
	базовий	проектний
Експлуатаційні витрати на 1 га, грн. всього:	2342,91	2210,83
в т.ч. заробітна плата з нарахуваннями, грн.	107,08	53,3
амортизаційні відрахування, грн.	1600	1603
вартість ПММ, грн.	546,59	481,53
витрати на ТО, ПР, КР, зберігання, грн.	21	8,61
інші витрати.	68,24	64,39
Капітальні вкладення на 1 га, грн.	10000	10016,67
Приведені витрати на 1 га, грн.	3842,91	3713,33
Річний економічний ефект, грн.	-	38874
Термін окупності додаткових капітальних вкладень, років	-	0,12

Експлуатаційні витрати (EB) всього, грн./га:

$$EB = 3П + A + B_{ам} + B_{рем} + IB, \quad (6.5)$$

де $3П$ – заробітна плата з нарахуваннями, грн./га:

$$3П = \frac{ТС}{W_{год}} \cdot 1,2 \cdot 1,22, \quad (6.6)$$

де $3П$ – заробітна плата;

$ТС$ – тарифна ставка, грн. ($ТС = 111,18$);

1,2 – коефіцієнт, що враховує додаткову доплату;

1,22 – коефіцієнт, що враховує розмір відрахувань на соціальні заходи;

$$ЗП^{\delta} = \frac{111,18}{1,52} \cdot 1,2 \cdot 1,22 = 107,08,$$

$$ЗП^{\eta} = \frac{111,18}{3,05} \cdot 1,2 \cdot 1,22 = 53,3.$$

- амортизація основних засобів, грн./га:

$$A = \frac{B \cdot \lambda}{100 \cdot Q}, \quad (6.7)$$

де B - балансова вартість, грн;

λ - норма амортизації, % ($\lambda = 16$ - для комбайна);

Q - обсяг робіт, га або т;

для комбайна CASE 2388 AXIAL-FLOW:

$$A^{\delta} = \frac{3000000 \cdot 16}{100 \cdot 300} = 1600,$$

$$A^{\eta} = \frac{3005000 \cdot 16}{100 \cdot 300} = 1602,67.$$

Всього $A^{\delta} = 1600$ грн/га та $A^{\eta} = 1603$ грн/га

- витрати на ПММ, грн/га:

$$B_{\text{пмм}} = H_{\text{пмм}} \cdot Ц_{\text{к}}, \quad (6.8)$$

де $H_{\text{пмм}}$ - норма витрати палива, кг/га ($H_{\text{пмм}} = 8,57$ для базового агрегату та $H_{\text{пмм}} = 7,55$ для проектного);

$Ц_{\text{к}}$ - комплексна ціна 1 кг ПММ, грн. ($Ц_{\text{к}} = 63,78$ грн);

$$B_{\text{пмм}}^{\delta} = 8,57 \cdot 63,78 = 546,59,$$

$$B_{\text{пмм}}^{\eta} = 7,55 \cdot 63,78 = 481,53.$$

- затрати на КР, ПР, ТО та зберігання, грн/га:

$$B_{\text{крп}} = \frac{K \cdot H_{\text{крп}}}{W_{\text{крп}}}, \quad (6.9)$$

де K – коефіцієнт переведення тракторів в умовні еталонні ($K = 2,1$);

$H_{рем}$ – норма відрахувань на КР, ПР, ТО та зберігання;

$W_{год}$ – годинна продуктивність агрегату га/год;

$$B_{рем}^i = \frac{2,1 \cdot 12,5}{1,52} = 21,$$

$$B_{рем}^n = \frac{2,1 \cdot 12,5}{3,05} = 8,61.$$

IB – інші витрати складають 3 % від загальної суми експлуатаційних витрат, \$:

$$IB = \frac{(3П + А + B_{гмм} + B_{рем}) \cdot 3}{100} \quad (6.10)$$

$$IB^i = \frac{(107,08 + 1600 + 546,59 + 21) \cdot 3}{100} = 68,24,$$

$$IB^n = \frac{(53,3 + 1603 + 481,53 + 8,61) \cdot 3}{100} = 64,39$$

Отже експлуатаційні витрати будуть дорівнювати грн/га:

$$EB^i = 107,08 + 1600 + 546,59 + 21 + 68,24 = 2342,91,$$

$$EB^n = 53,3 + 1603 + 481,53 + 8,61 + 64,39 = 2210,83.$$

Капітальні вкладення (KB) на 1 га, грн:

$$KB = \frac{B}{Q} \quad (6.11)$$

для комбайна:

$$KB^i = \frac{3000000}{300} = 10000,$$

$$KB^n = \frac{3005000}{300} = 10016,67.$$

Всього $KB^i = 10000$ грн/га та $KB^n = 10016,67$ грн/га.

Приведені витрати на 1 га, грн:

$$ПВ = EB + 0,15 \cdot KB \quad (6.12)$$

$$ПВ^i = 2342,91 + 0,15 \cdot 10000 = 3842,91,$$

Приведені витрати на весь обсяг робіт, грн.:

$$ПВ_Q = ПВ \cdot Q. \quad (6.13)$$

$$ПВ_Q^{\delta} = 3842,91 \cdot 300 = 1152873 ,$$

$$ПВ_Q^n = 3713,33 \cdot 300 = 1113999 .$$

Річний економічний ефект, грн.:

$$E_p = [ПВ_Q^{\delta} - ПВ_Q^n] = [1152873 - 1113999] = 38874 \quad (6.14)$$

Термін окупності капітальних вкладень (T_o), років:

$$T_o = \frac{\Delta KB}{E_s} = \frac{5000}{38874} = 0,12 , \quad (6.15)$$

де ΔKB – розмір додаткових капітальних вкладень по проекту, який визначається по різниці капітальних вкладень.

Результати розрахунків заносимо в таблицю 6.3.