

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Допущений до захисту
Завідувач кафедри
к.т.н., проф. Гунько І.В.

(Підпис, вчене звання, прізвище, ініціали)

“ ___ ” _____ 2023 р.

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ
ВРОЖАЮ ЗМІШАНИХ ПОСІВІВ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**

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

Виконав: студент групи 71-АІ-маг
Олексієнко Дмитро Валерійович

Керівник: PhD, ст. викл.
Бурлака Сергій Андрійович

Вінниця – 2023

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Інженерно-
технологічний факультет**ЗАТВЕРДЖУЮ:**
завідувач кафедри
к.т.н., проф. Гунько І.В.

«__» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУстуденту **Олексієнкові Дмитрові Валерійовичу**

на тему

«Підвищення ефективності процесу збирання врожаю змішаних посівів
зернових культур»

затверджену Наказом від «__» _____ 2023 року №

Вихідні дані для підготовки роботи:

1. Методичні вказівки з виконання магістерської роботи.
2. План-проспект магістерської роботи.
3. Підручники та навчально-методичні посібники, статистичні дані.
4. Наукові видання (монографії, книги, збірники, журнали, методики, матеріали ЦНТІ).
5. Методика економічної оцінки результатів досліджень.
6. Дані власних досліджень, одержаних за попередній період.

Календарний план виконання магістерської роботи

| Структура роботи | | Об'єм, стор. | Термін підготовки | Підпис керівника |
|--------------------------------|--|-----------------|---|---------------------|
| Анотація | | 1 | Березень 2023 року | |
| Вступ | | 4 | Квітень 2023 року | |
| Розділ 1 | АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ ВРОЖАЮ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР | 24 | Травень 2023 року | |
| Розділ 2 | ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ ВРОЖАЮ | 33 | Червень 2023 року | |
| Розділ 3 | МОДЕРНІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ЗЕРНОВОГО БУНКЕРУ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНУ КЗС - 9 "СЛАВУТИЧ" | 19 | Серпень 2023 року | |
| Розділ 4 | ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ | 11 | Вересень 2023 року | |
| Висновки | | 4 | Листопад 2023 року | |
| Список використаної літератури | | 8 | Квітень 2023 року - листопад 2023 р. | |

Термін подання роботи на кафедру

для попереднього захисту «__» _____ 2023 р.

Завдання видано «__» _____ 2023 р.

Завдання прийняв до виконання _____ Олексієнко Д.В.

Керівник _____ С.А. Бурлака, PhD, ст. викл.

АНОТАЦІЯ

Олексієнко Д.В. Підвищення ефективності процесу збирання врожаю змішаних посівів зернових культур

Рукопис.

Магістерська робота на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «Магістр» за спеціальністю 208 Агроінженерія.

Вінницький національний аграрний університет, Вінниця, 2023 р.

Магістерська робота присвячена дослідженню та вдосконаленню процесу збирання врожаю змішаних посівів зернових культур з метою підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва. В контексті зростаючого інтересу до сільськогосподарської сталості та оптимізації виробничих процесів, важливо розглядати та оптимізувати збиральні системи для змішаних посівів.

Робота включає в себе аналіз сучасних методів та технологій, які застосовуються в процесі збирання зернового врожаю, з особливим акцентом на змішані посіви. Досліджуються технічні аспекти та властивості різних видів збирального обладнання з метою визначення оптимальних параметрів для змішаних посівів.

Методологія дослідження включає польові експерименти та аналіз даних, зокрема оцінку врожайності та якості зібраного матеріалу. Результати дослідження будуть спрямовані на розробку рекомендацій для оптимізації процесу збирання врожаю в умовах змішаних посівів, з урахуванням факторів, таких як різноманітність видів культур та їхні фізичні властивості.

Ключові слова: збирання врожаю, змішанні посіви, зернові культури, ефективність процесу, сільське господарство, оптимізація виробничих процесів.

ABSTRACT

Oleksienko D.V. Increasing the efficiency of the process of harvesting mixed crops of grain crops

Manuscript.

Master's thesis for obtaining an educational and qualification level

"Master" in the specialty 208 Agricultural engineering.

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, 2023

The master's thesis is devoted to the research and improvement of the process of harvesting mixed crops of grain crops in order to increase the efficiency of agricultural production. In the context of the growing interest in agricultural sustainability and optimization of production processes, it is important to consider and optimize harvesting systems for mixed crops.

The work includes an analysis of modern methods and technologies used in the process of grain harvesting, with a special emphasis on mixed crops. The technical aspects and properties of various types of harvesting equipment are studied in order to determine the optimal parameters for mixed crops.

The research methodology includes field experiments and data analysis, including assessment of the yield and quality of the collected material. The results of the study will be aimed at developing recommendations for optimizing the harvesting process in mixed cropping conditions, taking into account factors such as the diversity of crop species and their physical properties.

The obtained work results will be useful to agricultural enterprises and farms to optimize production processes, increase the efficiency of harvesting and reduce costs. It will also contribute to the sustainability and competitiveness of the agricultural sector in the modern agro-industrial environment.

Key words: harvesting, mixed crops, grain crops, process efficiency, agriculture, optimization of production processes

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП | 7 |
| 1. АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ ВРОЖАЮ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР | 10 |
| 1.1 Огляд існуючих технологій збирання зерна..... | 10 |
| 1.2 Агротехнічні вимоги до збирання зернових культур | 14 |
| 1.3 Основні технології збирання зернових культур..... | 15 |
| 1.4 Некомбайнові технології збирання зернових культур..... | 16 |
| 1.4.1 Трифазна технологія збирання зернових | 16 |
| 1.4.2 Напівстаціонарна технологія збирання зернових культур | 17 |
| 1.4.3 Стаціонарна технологія збирання зернових культур | 20 |
| 1.4.4 Технологія збирання зернових культур методом очесу на корені.... | 24 |
| 1.5 Структура машинного комплексу | 25 |
| 1.6 Організації машинних комплексів на поліводстві..... | 26 |
| 2. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ ВРОЖАЮ... | 29 |
| 2.1 Розрахунок складу збирально-транспортного комплексу | 29 |
| 2.2 Розрахунок кількості транспортних засобів | 31 |
| 2.3 Техніко-економічне обґрунтування тривалості збирання..... | 33 |
| 3. МОДЕРНІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ЗЕРНОВОГО БУНКЕРУ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНУ КЗС - 9 "СЛАВУТИЧ" | 38 |
| 3.1 Обґрунтування необхідності розробки та вихідні дані..... | 38 |
| 3.2 Будова та робота вивантажувального зернового бункера..... | 38 |
| 3.3 Технологічні та конструктивні розрахунки запропонованого вивантажувального зернового бункера | 41 |
| 3.3.1 Розрахунок на міцність передньої та задньої цапф..... | 45 |
| 3.3.2 Розрахунок зварних з'єднань зернового бункера..... | 47 |
| 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ | 49 |
| 4.1 Загальні положення | 49 |
| 4.2 Визначення річного економічного ефекту від впровадження запропонованих технологічних рішень..... | 50 |

| | | |
|-----|---|----|
| 4.3 | Визначення річного економічного ефекту від впровадження модернізованого комбайна КЗС-9 „Славутич” | 52 |
| 4.4 | Сумарний річний економічний ефект | 53 |
| | Висновки | 54 |

ВСТУП

У нашій країні дедалі гостріше постає питання перетворення сільському господарстві. Сене цих перетворень у тому, що у сільськогосподарському виробництві існують різні форми власності та форми господарювання. Проте найефективніше використання енергонасиченої техніки можливе лише великих господарствах, де інтенсифікація використання техніки безпосередньо впливає зростання продуктивність праці.

Механізація сільського господарства – це заміна ручної праці машинним, впроваджуючи машини та знаряддя в сільськогосподарське виробництво ми маємо велике значення підвищення продуктивність праці, знижуючи собівартість продукції, скорочуючи терміни виконання, позбавляючи людини важких, трудомістких і стомлювальних робіт. З механізацією нерозривно пов'язаний процес підвищення культури сільськогосподарського виробництва - застосування новітніх досягнень науки і техніки, освоєння прогресивних технологій, подальша інтенсифікація та здійснення робіт зі створення матеріально-технічної бази сільського господарства.

У зв'язку з економічною кризою в Україні і невисокою технічною оснащеністю сільського господарства важливого значення набувають питання організації ефективного використання наявної та техніки, що надходить, на основі науково - обґрунтованого визначення раціонального складу машинно-транспортного парку.

Технічне оснащення сільського господарства сприяє збільшенню валової продукції при одночасному скороченні кількості працюючих у сільському господарстві більш ніж удвічі – це необхідність підтверджується тим, що використання сільськогосподарської техніки в республіці та Росії залишається на низькому рівні.

Обґрунтування оптимального кількісного та якісного складу машинно-тракторного парку та раціонального використання машинно – тракторних

агрегатів, яке забезпечило б виконання річного комплексу робіт у оптимальні агротехнічні терміни за мінімальної витрати пального.

За минулі два - три роки вартість дизельного палива збільшилася більш ніж вдвічі. Світова економіка готується до чергової енергетичної кризи. За оцінками експертів, вже найближчим часом вартість дизельного палива може піднятися до рівня понад двох десятків за літр, тому економне його витрачання є одним із найважливіших завдань сучасного сільськогосподарського підприємства в умовах ринкової економіки.

В даний час найбільш ефективною формою використання техніки в господарствах є організація спеціальних машинних комплексів, для виконання різних видів сільськогосподарських робіт у поліводстві: культурно - технічні роботи, обробіток ґрунту (орання, луцення, боронування, дискування, культивація, коткування), посів (посадка) , обробка міжрядь з одночасним внесенням добрив, боротьба з хворобами, шкідниками та бур'янами, збирання, очищення та сортування, заготівля кормів та ін. Ця форма раціонального використання машинно-тракторного парку, запропонована співробітниками сільського господарства республіки Хакасія, набула широкого застосування та поширення.

Однак у більшості випадків при організації машинних комплексів їхнє кількісне використання, а також інтуїтивне складання технологічних ланок приймаються керівниками господарства без урахування природно-виробничих умов МТП. При цьому не витримується структура машинних комплексів. Такі комплекси найчастіше далекі від раціональних розмірів і насправді є групою індивідуально працюючих агрегатів. При такій формі організації використання машин важко підвищити продуктивність машинно-тракторних агрегатів та знизити витрати на їх утримання.

Обґрунтування раціональних складів машинних комплексів викладено у багатьох спеціально-наукових працях, що стосуються певного виду сільськогосподарських робіт у різних кліматичних зонах. За всіх їх переваг вони мають загальний недолік - складність і трудомісткість розрахунків.

1. АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ ВРОЖАЮ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

1.1 Огляд існуючих технологій збирання зерна

Одне із найскладніших та найвідповідальніших завдань у роботі АПК, виробництво високоякісного продовольчого та фуражного зерна. В умовах обмеженого зростання посівних площ у землеробстві за рахунок осушення та зрошення, основні шляхи збільшення валового збору зерна – підвищення врожайності зернових культур за рахунок застосування інтенсивних технологій обробітку, за рахунок скорочення втрат при збиранні та зберіганні зерна.

Численні причини втрат зерна можна звести до трьох груп:

1. біологічні;
2. Непередбачені;
3. Організаційні.

Біологічні причини – обсіпання.

Непередбачені причини – посуха, повінь, зливи та затяжні дощі, ураган, град тощо.

Організаційні причини – агрономічні, технічні, технологічні, природогосподарські, екологічні, енергетичні, економічні, ергономічні, показники надійності.

Організаційні заходи мають бути спрямовані на вирішення наступних завдань:

1. Підготовка кваліфікованих кадрів механізаторів;
2. Підтримка у працездатному стані сільськогосподарської, тобто. проведення якісних ЕТО, ТО та ремонтів;
3. Складання плану-графіка польових робіт;
4. Високопродуктивне та ефективне використання техніки;
5. Впровадження наукової організації праці;

6. Створення нових машин та пристроїв, що покращують технологію робіт та підвищують якість проведення виробничого процесу;

7. Вдосконалення технології робіт.

Агрономічні заходи – правильний підбір сортів та вибір початку збирання врожаю.

Технічні заходи – конструктивні недоліки збиральної машини в цілому або її окремих органів, поганий технічний стан агрегатів та інші причини, що викликають тривалі простої агрегатів, мають бути якнайменше.

Технологічні заходи – раціональний спосіб збирання, правильний вибір висоти зрізу, дотримання оптимальних регулювань машин, технологічного процесу, відсутність поточності при збиранні врожаю, хороша підготовка полів до скошування, правильне розбиття полів на загони.

Природогосподарські заходи - вдалий вибір полів, що відповідають за розташуванням рельєфу, родючістю, своєчасне проведення збиральних робіт, хороше обслуговування та постачання збиральних агрегатів паливом палимим, необхідний контроль організованості за якістю виконаних робіт.

Екологічні заходи – характеризуються правильним впливом машин і агрегатів на довкілля (грунт, повітря, воду, флору, фауну). Негативний ефект такого впливу має бути якнайменше.

Економічні заходи – правильно продумана система оплати праці, яка враховує зацікавленість усіх трудівників, необхідна чіткість та ретельний облік зібраного зерна.

Ергономічні заходи – характеризуються пристосованістю машин та агрегатів до біологічних, фізіологічних та інших особливостей людини. При цьому параметри та режими роботи машин та агрегатів вибирають такими, щоб можна було створити найбільш сприятливі умови для тривалої роботи механізаторів.

Показники надійності – характеризують здатність машин та агрегатів з необхідною надійністю у заданих умовах. Показники надійності залежать від конструктивних чинників, а й від режиму експлуатації. Відповідно умови

експлуатації повинні забезпечувати високий рівень надійності машин та агрегатів.

Проведення вищезазначених заходів дозволить покращити виконання агротехнічних прийомів, а також скоротити до мінімуму втрати зерна під час збирання та отримати біологічно цінний посівний матеріал.

Для визначення загальної величини втрат зерна слід застосовувати метод порівняння біологічного та фактичного врожаю.

Втрати зерна при збиранні поділяються на прямі та непрямі. До прямих відносяться кількісні втрати врожаю, до непрямих якісні. Прямі втрати включають втрати недомолотом і вільним недомолотом зернових культур у соломі і статі, зі зрізаними і не зрізаними колосками вільного зерна за жнивваркою або підбирачем, розсіпом зерна через щілини і нещільні з'єднання в комбайні, а також втрати від природного самообсипання зер термінів збиральних робіт.

Прямі втрати убраного зерна виникають також у результаті прокидання при перевезеннях, обробці, а також збитків, які завдають птахи, гризуни і т.д.

До непрямих втрат відносять зниження посівних та хлібопекарських якостей зерна від тих чи інших причин, зокрема до цієї групи відносять усі механічні пошкодження зерна. Річ у тім, що механічне пошкодження мало негативно впливає на зберігання зерна та його посівні та продуктивні якості. Найчастіше непрямі втрати є причинами виникнення прямих втрат.

Зниження механічних пошкоджень зерна при обмолоті (непрямі втрати) має не менше господарського значення, ніж зниження прямих кількісних втрат.

Резерви підвищення продуктивності зернозбиральних комбайнів:

- організація двозмінної роботи;
- оптимізація складу збирально-транспортних комплексів;
- організація групової роботи машин;

- закріплення комбайнів за полями з урахуванням врожайності та класу комбайна, правильне комплектування їх жниварками;
- ефективне використання транспорту, організації розвантаження зерна без зупинки комбайна;
- максимальне використання пропускної спроможності, продуктивності вивантажувального пристрою, маневреності, транспортної швидкості та інших механічних можливостей комбайна;
- завершення комплексної механізації виробничих процесів;
- використання найдосконалішої системи машин для обробітку та збирання сільськогосподарських культур у всіх зонах країни;
- вдосконалення конструкцій сільськогосподарської техніки для створення оптимальних умов розвитку культурних рослин при виконанні технологічних операцій та ліквідації різних видів втрат;
- значне підвищення надійності сільськогосподарських машин, що дозволяють на заданих інтервалах часу виконання технологічних операцій не мати простоїв з технічних причин та зберігати встановлені показники якості;
- підвищення експлуатаційної та ремонтної технологічності МПТ, пристосованості до технічного та технологічного обслуговування, діагностування, транспортування та зберігання;
- збільшення довговічності сільськогосподарської техніки; збереження експлуатаційних властивостей машин на весь період експлуатації;
- зниження витрат на відновлення техніки;
- впровадження автоматичних пристроїв, що дозволяють підтримувати технологічні та технічні режими роботи, усі різні регулювання агрегатів у оптимальних межах;
- розробка та створення автоматизованих систем управління МТП у господарствах, районних агропромислових об'єднаннях (РАЙПО) та інших підрозділах АПК.

- Розробка та вдосконалення таких пристроїв, які забезпечують водію-механізатору умови для роботи, які відповідають вимогам охорони праці.

1.2 Агротехнічні вимоги до збирання зернових культур

Визначають їх втратами врожаю та його якістю. Нормальна висота зрізу зернових культур 15...18 см, для високостеблових і густих хлібів - 18...25 см. При збиранні полеглих хлібів висоту зрізу зменшують до 10...12 см. зрізу відповідає висоті підсіву. Відхилення висоти зрізу від заданої норми трохи більше ± 1 див.

Втрати зерна за жнивваркою (вільним зерном та в колосі) на скошуванні хліба не повинні перевищувати 1%, а при скошуванні полеглих хлібів – не більше 1,5%. Втрати зерна за підбирачем не більше 0,5%, а за молотаркою не більше 1,5%. Чистота зерна в бункері має бути не менше 96%, дроблення насінневого зерна не більше 2%. Втрати соломи при збиранні трохи більше 5%, забруднення соломи землею трохи більше 2%.

Для отримання високого врожаю збіжжя пшениці гарної якості важливе значення мають терміни збирання. Оптимальне поєднання всіх показників якості пшениці спостерігається між серединою та кінцем воскової стиглості (при вологості зерна 30...20%).

Прибирання починають з обкошування полів до 25-30 м від краю і розбивки його на загони. З полів того самого господарства, відділення чи бригади зерно виходить із різними якісними показниками, тому необхідно забезпечувати правильне розміщення, своєчасне доопрацювання та відлежку високоякісного зерна. Підробіток пшениці на зерноочисних машинах пришвидшує дозрівання, підвищує натуру.

Організація потокового збирання забезпечується створенням прибирально-транспортних комплексів чи загонів. Комплекси формують як тимчасові трудові, що виконують збиральні роботи. Для цього у складі комплексу формують: основні технологічні ланки, що виконують збирання,

обмолот та транспортування зерна, збирання незернової частини врожаю та первинну обробку ґрунту; допоміжні ланки, що забезпечують технічну готовність збиральних агрегатів та працездатність механізаторів та водіїв.

Перед початком масового прибирання встановлюють маршрути руху агрегатів та обслуговування техніки, за винятком їх перетину з маршрутами автотранспорту. Забезпечують комплекс засобами радіозв'язку.

1.3 Основні технології збирання зернових культур

Ефективність прибирання визначається способом прибирання, вибору та підготовки техніки, підготовки полів, організації збиральних робіт та рівнем професійної підготовки, зацікавленістю виконавців. Потік зерна, що забирається, за схемою поле - струм - елеватор знижує транспортні витрати і простої техніки. При цьому фуражне зерно та кормові відходи залишаються у господарствах. Прибирання проводять прямим комбайнуванням або роздільним (двох чи трифазним) способом. Варіанти нових технологій: « Невейка », з обмолотом на стаціонарі, з обмолотом на краю поля (НДІМЕСГ) та низка інших на практиці не знайшли широкого застосування.

Сучасна система технологій отримання пріоритетних продуктів сільського господарства, заснована на використанні технологічних адаптерів, включена до Федерального реєстру технологій, розрахована на досягнення заданих якісних та ринкових показників. Цільові техніко-економічні параметри включають рівні продуктивності та основних витрат виробництва – праці, енергії, фінансів. Сучасні технології враховують ресурсні можливості товаровиробників – рівень технічної оснащеності, професійний потенціал та забезпеченість фінансами. Три рівні технологій за рівнем їх інтенсивності дозволяють по-різному освоїти біологічний потенціал сорту, які запроваджені найбільш ефективні операційні технології, придатні до використання у місцевих зернових технологіях.

На підставі вивчених наукових рекомендацій, передового досвіду та умов обробітку зернових культур господарство прийняло раціональне рішення щодо однофазного способу збирання.

У сільському господарстві зернові культури обробляються за найкращими основними попередниками у системі сівозміни по чистим чи чорним парам. За результатами всі механізовані роботи проводяться своєчасно та якісно у належні агротехнічні терміни.

Некомбайнові технології збирання зернових культур

Трифазна технологія збирання зернових

До некомбайнових технологій збирання зернових культур, що забезпечують збирання всього біологічного врожаю, можна віднести:

Трифазну, напівстаціонарну та стаціонарну.

Трифазна технологія, розроблена ВІМ передбачає скошування хлібної маси широковалковою жнивваркою з укладанням її у валки для дозрівання, підбір валків підбирачем- подрібнювачем , подрібнення хлібної маси з навантаженням її в транспортні засоби (тракторні візки великої ємності), перевезення на стаціонар молотилкою, обладнаною дозатором, що забезпечує рівномірну подачу маси в молотилку, очищення зерна на спеціальному ворохоочиснику та складування соломи та підлоги за допомогою скирдооформлювачів . подача соломи та підлоги в скиртооформлювачі здійснюється з використанням пневмотранспорту.

Цей метод передбачає широке використання електроенергії, використання автоматизації технологічного процесу, тобто. переведення процесу збирання на промислову основу. Разом з тим випробування комплексу машин для прибирання трифазним способом, проведені на Північно-Кавказькій МІС, показали, що порівняно з комбайновим, знижуються витрати робочого часу та прямі витрати, витрата паливно-мастильних матеріалів при одночасному збільшенні продуктивності на 25-30

% . При цьому забезпечується повний збір грубих кормів і поля очищаються від незернової частини врожаю для підготовки та подальшим ґрунтообробним операціям.

Для збирання зернових трифазним способом випускали комплекс машин, який включає польовий підбирач- подрібнювач , візок з кузовом місткістю 42 м^3 та стаціонарний пункт. Транспортер-дозатор, молотарка-сепаратор та пристрій для відведення зерна та незернової маси змонтовані на транспортному пристрої. Машини стаціонарного пункту обслуговує один робітник, а польового два. Продуктивність підбирача- подрібнювача становила - 25 кг/с , молотарки-сепаратора - не більше 5.0 кг/с . Щоб доставити весь біологічний урожай для обробки на стаціонарний комплекс, потрібна велика кількість транспортних засобів, т.к. густина подрібненої маси становить $50 - 83,7\text{ кг/м}^3$. дослідження показали, що трифазна технологія найбільш ефективна у поєднанні з комбайновою. Значна нерівномірність подачі маси в молотилку, а також нерівномірний розподіл вимолоченого зерна в кузові візка знижує пропускну здатність молотарки та підвищує дроблення зерна. Наявність у хлібній масі частково вимолоченого зерна призводить до додаткової втрати при транспортуванні. Іншим недоліком трифазного способу збирання є менша, порівняно з комбайновим способом, універсальність обладнання. Зазначені недоліки в якійсь мірі спричинили те, що роботи з всебічного виробничого проведення даної технології були припинені. Однак роботи зі створення перспективних технологій прибирання з урахуванням недоліків, зазначені за трифазної технології, продовжуються в даний час різними організаціями.

збирання зернова культура комбайновий

.2 Напівстаціонарна технологія збирання зернових культур

Напівстаціонарна технологія запропонована харківською дослідною станцією УНДІМЕСГ передбачає скорочення потреби в транспорті. За цією технологією хлібна маса у вигляді розв'язку вивозиться на край поля і вивантажується в ємність спеціального завантажувального пристрою

молотарки. Звідси вона дозуючими пристроями поступово подається на обмолот. Солома, що виходить з молотилки, скиртається приєднаним до молотилки скирдооформлювачем. Забравши одну ділянку, молотилка в місці з польовими агрегатами переходить на наступну. У цій технології має чітко дотримуватися рівномірність надходження маси в завантажувальний пристрій молотарки, що дуже важко виконати у зв'язку з великою кількістю випадкових факторів (урожайність, солоність, вологість, метеоумови).

Нерівномірність надходження хлібної маси до місця переробки потребує організації міжопераційного накопичувача. Причому його розміри необхідно вибрати з умови попередження простою транспортних засобів через відсутність місця для вивантаження, так і простоїв молотилки через несвоєчасне підвезення. За розрахунками, стосовно транспортних ємностей 45-50 м³ і пропускною здатністю молотилки 8 кг/с. Безперебійна робота забезпечуватиметься у разі, коли в накопичувачі може розміститися щонайменше 10-12 порцій.

Для умов Казахстану та інших районів країни із подібними природними умовами НУО спільно з ВІМ та іншими організаціями розробили нову технологію збирання зернових культур.

За цією технологією передбачається скошування хлібостою з одночасним збиранням не обмолочених стебел у кузов, транспортування їх на край поля, обмолот з виділенням зерна та одночасним або наступним збиранням соломи та статі.

Як польова машина передбачається використовувати самохідну жниварку-стогуотворювач, уніфіковану на моторно-ходовій частині трактора Т-150К, кузова -стогуотворювача СПТ-60.

Технологічний процес роботи самохідної жниварки полягає в тому, що скошена або підібрана з валка хлібна маса похилим транспортером і приймальним бітером подається в приймальну частину пневмотранспорту, де вона підхоплюється повітряним потоком і подається по каналу в кузов. Дефлектор пневмотранспорту дозволяє рівномірно завантажити масу по

довжині та ширині кузова. Після його заповнення агрегат зупиняється для ущільнення маси в кузові шляхом опускання його кришки. Потім вона піднімається та агрегат продовжує роботу. Для добре сформованого стогу достатньо двох-трьох ущільнень. Вивантаження стога здійснюється до торця раніше вивантаженого стога. Після вивантаження стогу машина повертається в загін і починається новий цикл.

Спеціальна розбивка поля на загони дозволяє скоротити середній шлях вивезення врожаю до 250 ЗОМ. У зв'язку з цим відпадає необхідність застосування інших машин для транспортування врожаю до місця обмолоту та виключається простої при взаємному простої польових та транспортних засобів. Жатка- стогоутворювач універсальна, не вимагає спеціальних регулювань, навіть із зміною погодних умов.

Обмолот стогів виконується високопродуктивною молотаркою за потоковою та послідовними схемами. За першою схемою прибирання та обмолот виконується одночасно.

Рухаючись зі швидкістю 0,02-0,03 м/с вздовж ряду стогів, молотарка за допомогою живильника дозатора, навішеного замість жнивarki, забирає технологічний матеріал зі стога і рівномірно подає його на обмолот. Очищене зерно завантажується в бункер, а соломі і статі можна збирати різними способами, наприклад, статеві завантажувати в причіп, а соломі відводити транспортером і укладати паралельно лінії руху молотілки. Відвезення зерна можна здійснювати великовантажними автопоїздами. Необхідно, щоб одну молотарку обслуговували не менше трьох польових машин.

При послідовній схемі обмолоту стогів по краю поля всі процеси збирання виконуються з розривом у часі прибирання з поля в стислий термін, а обмолот - у сприятливий для господарства час, коли немає дефіциту кадрів, транспортних засобів.

У цьому випадку необхідно, щоб стоги, вивантажені жнивarkою-стогоутворювачем, були добре завершені, а вивантаження здійснювалося на підстилку із сухої соломи.

Багаторазовими дослідженнями було встановлено. Що в умовах Казахстану природне сушіння врожаю в стогах, сформованих із стебел у фазі воскової стиглості зерна, зібраних під час ріс і не повністю просохлих після дощу, цілком задовільна.

До напівстаціонарних технологій відноситься і технологія, розроблена в УНІМЕСГ - стрічкова технологія збирання всього біологічного врожаю зернових культур з обмолотом на краю поля і полягає в наступному.

При скошуванні рослин або їх підборі хлібна маса з усією шириною два метри, яка переміщається по стерні в місці із жнивним агрегатом. Досягнувши краю поля жнивarka спеціальним пристроєм подає хлібну масу на транспортер стаціонарної молотілки, розрахункова продуктивність якої 12-14 кг/с. Обмолочене зерно автомобілями вивозять на пункт післязбиральної обробки, а не зернову частину подають у пересувний стогоутворювач, який формує стоги масою 8-Ют. для тривалого зберігання.

За даними УНДІМЕСХу до комплексу машин для реалізації запропонованої технології повинні входити дві молотарки розташовані на протилежних краях загінки, шість жниварок із стрічковими накопичувачами хлібної маси. Молотильні агрегати повинні переміщатися поперек загонок, уздовж яких рухаються валкові жнивarki, що забезпечують їх безперебійну роботу.

Стрічкова технологія дозволяє очистити поля від не зернової частини врожаю одночасно із збиранням зерна, виключити використання складних машин у полі, підвищити якість збиральних робіт.

Стаціонарна технологія збирання зернових культур

Розвиток рослин у Сибіру відрізняється значною нерівномірністю дозрівання. Крім того, у період збиральних робіт, як правило, хлібна маса має підвищену вологість. Отже, для умов Сибіру необхідно застосовувати таку технологію збирання зернових культур, яка враховувала б ці особливості їх

обробітку. Усі розглянуті вище технології вимагають повного дозрівання хлібної маси і низьку вологість, або фазу воскової стиглості.

У зв'язку з цим СибіМЕ пропонує технологію збирання зернових з дозріванням та підсушуванням хлібної маси на стаціонарі. Проведені дослідження говорять про можливість застосування такої технології у районах Сибіру та Далекого Сходу.

Суть технології полягає в тому, що хлібна маса скошується в період воскової стиглості спеціальною жнивваркою-навантажувачем та подається в транспортні засоби, які доставляють її на стаціонар. На стаціонарних площах вона складається для дозрівання та активного вентилявання. У міру готовності хлібної маси в скиртах вона обмолочується пересувною молотилкою, обладнаною спеціальним дозатором. Солома та підлога скиртається, а зерно доставляється на пункт післязбиральної обробки. Ця технологія знаходиться лише на стадії лабораторних досліджень.

Кубанська індустріальна технологія збирання зернових культур на стаціонарі передбачає скошування хлібної маси з подрібненням та транспортуванням, дозовану подачу в сушіння, сушіння з сепарацією, домолот маси, очищення зерна та транспортування соломи та статі до місця зберігання, переробку їх на корм. Комплекс машин для цієї технології включає насос-накопичувач, дві лінії дозування, до сушіння, сепарації та домолота хлібної маси, лінії транспортування зерна, соломи та підлоги, бункер накопичувач зерна ємністю 10т., склад підлоги, відкриті склади соломи, пункт з переробки не зерновий частини урожаю на корм.

Для скошування (підбору) хлібної маси використовують переобладнані комбайни типу "Нива" і "Єнісей", а транспортування подрібненої маси герметизовані тракторні візки ємністю 45-50м³.

Робочий процес за даною технологією здійснюється наступним подрібнюється, подається в візок транспортується до складу-накопичувача і дозуючим пристроєм, які рівномірно подають її на дві сушильно-сепаруючі машини. У процесі руху маси по сушильно-сепаруючих лініях вся маса при

необхідності підсушується гарячим повітрям, що подається двома теплогенераторами ТАУ - 1,5. При цьому вимолочене при подрібненні зерно сепарується і подається в бункер-накопичувач, а маса, що залишилася, з невимолоченим зерном подається в комбайн-молотилки, які здійснюють домолот, відокремлюють зерно від великого і дрібного вороху. Очищене зерно також подається в бункер-накопичувач або відводиться транспортером на післязбиральну обробку. Пневматичні лінії транспортують стеву та солому від комбайнів до місць складування та переробки. Частина соломи складається, а інша частина подається на лінію збагачення та грануляції.

У цій технології використовуються як виробничі машини, так і частина спеціального для даної технології переобладнані.

Відмінною особливістю даної технології в порівнянні з вищерозглянутими є закінченість процесу. У єдину технологічну лінію на стаціонарі ув'язані пункти по обмолоту зерна, післязбиральної обробки та виробництва кормів з не зернової частини врожаю. Збирання зернових з обробкою на стаціонарі випробовується у Латвії.

За цією технологією прибрану подрібнену масу Зерова без попереднього підсушування транспортують на стаціонар, де вона дозується і подається в молотилку зернокомбайна, а продукти обробки в комбайні направляються: зерно на зерноочищувально-сушильний пункт, підлога на АВМ, солома на зберігання або використання при силосуванні. Стаціонарний пункт є асфальтованим майданчиком, біля тваринницького комплексу, захищеним навісом.

Комплекс машин для даної технології включає машини: Е-281 або КСК-100 налаштовані на максимальну довжину різання 120-150мм., навантаження подрібненої маси в транспортний засіб, подрібнена маса транспортується на стаціонарний пункт, де встановлені дозатори ПЕМ-1,5 і комбайн СК- 5 "Нива". Солома за допомогою пневмотранспорту подається на силос або складається на вентиляційних установках. При обладнанні комбайна СК-5

пристосуванням ПУН-5, підлога та солома завантажуються у причіп та транспортується до місця складування.

Результати перевірки даної технології збирання зернових культур у господарствах показали, що використання пристосованих для цієї технології серійних машин мало ефективно та не знайде широкого застосування у господарствах.

Проводиться пошук нових технологічних процесів збирання зернових культур та зарубіжному, наприклад шведська фірма спільно з фінською розробила та випробувала новий метод збирання зернових культур: забирається весь біологічний урожай і доставляється в переробний цех, де проводиться сушіння маси її сепарації, виділення зернової частини врожаю та переробка зернових частин на кормові цілі, паливо, підготовка сировини для целюлозної промисловості.

Скошування маси проводиться самохідною машиною, що має жниварку захопленням 3,6 метра, подрібнюючий механізм, знімний контейнер ємністю 40 м^3 . Зрізана маса і подрібнена повітряним потоком подається в контейнер, який після заповнення перевантажується на краю поля на автотранспорт, що доставляє його на стаціонарний пункт.

Переробний цех включає в себе: високопродуктивну барабанну сушарку, що здійснює сушіння всієї маси. Після сушіння солома поділяється на фракції залежно від щільності маси, солома та насіння бур'янів переробляється в кормові гранули, а солома обробляється лужним розчином і переробляється в комбікорм. Стаціонарний пункт забезпечує вихід зерна з вологістю 13% за продуктивності 15т/год. Збирання може здійснюватися у несприятливі погодні умови, і за рахунок зниження втрат зерна підвищує його валові збори.

Значні дослідження зі збирання всього біологічного врожаю проводяться в США, Данії, Голландії. Все це говорить про те, що існуючі технології збирання зернових культур не задовольняють сучасним вимогам

життя і чекають на свій дозвіл з урахуванням конкретних природно-кліматичних, господарських та інших вимог.

1.4.4 Технологія збирання зернових культур методом очесу на корені

Витрати на збирання рису та інших мітелкових культур перевищують 30% витрат на їх виробництво. При цьому серйозною проблемою є втрати, дроблення, обвалення та мікротравмування зерна в процесі збирання.

На основі аналізу технології збирання, конструкцій збиральних машин та їх молотильно-сепаруючих апаратів, результатів, проведених у різних НДІ, дослідження фізико-механічних властивостей мітелкових культур розроблено технологію збирання методом очесу на корені та подальшим збором продукту обмолоту. Були

розроблені машини, в яких зерно відокремлюється від волоті на корені при дослідницькому прочісуванні стебел спеціальними гребінками або щітками розміщеними на барабані. Встановлено, що при збиранні методом очесу рослин на корені виходить менша зерносоломиста купа, яка складається для рису з 70-80% вільного зерна, 20-30% обірваних мітелок і 5-7% соломистих частинок. Очісуючий апарат можна встановлювати на спеціальний комбайн як приставку до серійного комбайна і у варіанті, коли дрібна зерносоломиста купа направляється від апарата, що очисує, в бункер, а потім вивантажується в візок і вивозиться на стаціонарний пункт, де з нього виділяють зерно і необмолочені мітелки.

На підставі огляду та аналізу існуючих технологій збирання зернових культур можна зробити короткий висновок, що при застосуванні якоїсь із технологій збирання необхідно враховувати природно-кліматичні, технічні та економічні умови господарства. Всі технології мають свої переваги та недоліки. Розглянуті безкомбайнові технології збирання зернових культур мають низку недоліків, які дозволяють широко застосовувати.

До таких недоліків відноситься: велика кількість транспортних засобів, щоб доставити весь біологічний урожай на стаціонарні комплекси, використовувана техніка та обладнання менш універсально на відміну від комбайнового способу збирання, велике використання електроенергії, використання пристосованих для цих технологій серійних машин малоефективно і не знайде широкого застосування господарствах.

З цих причин найбільш ефективним та широко застосовуваним способом для збирання зернових культур є комбайновий спосіб збирання. Але конструкторські розробки досягли найвищих збільшення продуктивності молотілки веде до збільшення і так великі габарити і масу комбайна.

Так як, продуктивність комбайна не можна збільшити, необхідно вдосконалити і розробляти нові пристосування і приставки до машини, які дозволяють збільшити продуктивність комбайна.

1.5 Структура машинного комплексу

Нині найефективнішою формою використання техніки сільському господарстві є організація спеціалізованих машинних комплексів до виконання різних видів сільськогосподарських робіт у поліводстві. Ця форма використання сільськогосподарської техніки, запропонована співробітниками ВНПТІМЕСГ набула широкого поширення в господарствах республіки Хакасія.

Однак у більшості випадків при організації машинних комплексів, їх кількість, а також склад їх технологічних ланок керівники господарств приймають інтуїтивно без урахування природно-виробничих умов експлуатації машинно-тракторного парку. У цьому не витримується структура машинних комплексів. Такі комплекси далекі від раціональних розмірів їх дійсності представляють групу агрегатів, що індивідуально працюють. За такої форми організації машин, важко підвищити продуктивність машинно-тракторних агрегатів та знизити витрати на їх утримання.

Структурна схема будь-якого машинного комплексу повинна включати:

1. Підготовча ланка - виконує підготовчо-заклучні операції: розбивку поля на загони, підготовку поворотних смуг та розвантажувальних магістралей, обробку ділянок складної конфігурації або з малої довжини гону, обкоси полів, прокоси тощо.

Цю ланку комплектують менш продуктивними машинами порівняно з технологічними ланками.

2. Технологічні ланки – виконують основні сільськогосподарські роботи: оранку зябку, внесення органічних або мінеральних добрив, передпосівну обробку ґрунту, посів (посадка), скошування трав, збирання сільськогосподарських культур тощо.

3. Ланка технічного обслуговування – проводить щозмінні та періодичні обслуговування, усувають несправності машин, що входять до комплексу, здійснює їх заправку гаруче -мастильними матеріалами та водою. До нього включають: агрегат технічного обслуговування АТО-4822 або АТО-1768А, пересувну ремонтну майстерню МТП-817М (Алтай), МПР-3901 або МПР-9924, заправний агрегат МЗ-3904 або МЗ-3905Т.

4. Ланка культурно-побутового обслуговування – має своєчасно доставляти механізаторів до робочих місць, забезпечувати харчування, необхідні умови санітарно-гігієнічного та нормального відпочинку, а також гласність результатів змагань між окремими механізаторами комплексних ланок. У ланку включають: автомобіль для перевезення механізаторів та доставки їжі, пересувний вагончик для відпочинку та прийому їжі.

1 . 6 Організації машинних комплексів на поліводстві

Агрономічна та інженерна служби господарства на підставі технологічних карт складають річний виробничий план проведення сільськогосподарських робіт, обсяги основних та допоміжних операцій, потребу та наявність трудових та технічних засобів.

На підставі виробничого плану та розрахунків керівник господарства не пізніше місяця до початку виконання сільськогосподарської роботи наказом призначає начальника комплексу з числа фахівців радгоспу, акціонерного товариства, звільнивши його на даний період від інших обов'язків. У цьому наказі вказується про виведення з підпорядкування керівників підрозділів необхідних трудових і матеріальних ресурсів і про передачу в підпорядкування керівництву машинного комплексу, і навіть виробничий план цієї сільськогосподарської роботи.

Начальник машинного комплексу (разом з інженерно-технічними працівниками господарства) розробляє структуру та визначає склад комплексу, рекомендує до його складу ланкових та механізаторів. На підставі цього наказу про склад машинного комплексу, в якому зазначається: закріплення агрегатів за механізаторами, система організації та оплати праці, моральне та матеріальне стимулювання.

Ланка має очолити найбільш кваліфікований та дисциплінований механізатор, який має авторитет у колективі та здатний поєднувати основну роботу з обов'язками ланкового. Ланка комплектують машинами однієї марки з урахуванням їх технічного стану.

Для оперативного керівництва роботою машинного комплексу начальник забезпечується транспортом та засобами радіозв'язку (станції "Льон", "Волга" або "Кактус"). Радіостанції цього типу необхідно встановлювати також на машинно-тракторних агрегатах ланкових та автомобілях ланки технічного обслуговування.

Механізаторів у ланки підбирають з таким обліком, щоб співвідношення досвідчених та молодих було приблизно однаковим. При цьому має враховуватись добровільність об'єднання виконавців в одну ланку.

Оплата праці механізаторів комплексу повинна здійснюватися на принципах колективного підряду з широким використанням організації робіт з акордних нарядів та госпрозрахункових завдань. Оплату праці ланкам

майстрів - наладчиків слід проводити у вигляді 100% від заробітку трактористів – машиністів технологічних ланок.

Ланковим слід доплачувати 10...15% до місячного заробітку. Оплату праці начальника комплексу слід пов'язувати з фактичним заробітком усіх членів комплексу так, щоб його заробіток був не нижчим від посадового окладу з основної штатної посади.

Розподіл заробітної плати серед працівників комплексу провадиться з урахуванням коефіцієнта трудової участі, який встановлюється радою комплексу (загонів) після закінчення циклу польових робіт за кінцевими результатами.

Після розробки структури та комплектування машинного комплексу начальник комплексу та агроном підрозділу становлять маршрутну схему пересування ланок полями сівозміни. При цьому виходять із необхідності забезпечити мінімальну кількість переобладнань машин та зменшити кількість холостих переїздів техніки. Тут же мають бути зазначені місця зосередження техніки машинного комплексу в неробочий час, з організацією збереження матеріальних цінностей та сільськогосподарських машин на цих польових станціях силами пожежно-вартової охорони господарства.

2. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ ВРОЖАЮ

2.1 Розрахунок складу збирально-транспортного комплексу

Обґрунтуванню раціонального кількісного складу машинних комплексів присвячено багато наукових праць. За всіх їх переваг вони мають загальний недолік - складність і трудомісткість розрахунків. У цій роботі пропонується спрощена методика визначення раціонального складу машинних комплексів, розроблена співробітниками Красноярського аграрного університету та доопрацьована співробітниками Ачинського професійно-педагогічного коледжу.

В даний час встановлено, що найбільш раціональна кількість машин у комплексі знаходиться в межах 8...16 одиниць, а в технологічній ланці – від 3 до 5 одиниць.

При такому кількісному складі досягається найбільша продуктивність машинно-тракторних агрегатів за найменших витрат на їх обслуговування.

Таблиця 2.1 Технічна характеристика зернозбиральних комбайнів

| Марка комбайна | Пропускна здатність q пн, кг /с | Потужність N_e , кВт | Місткість бункера, м ³ | Маса T_k , Т | Ширина захоплення жнивирки $B_{до}$, м |
|----------------|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|-------------------|--|
| СК-5М «НИВА» | 5,0...5,5 | 103,0 | 3,0 | 8,1 | 4,1; 5,0; 6,0 |
| Єнісей-1200-1М | 6,0...6,6 | 106,0 | 4,5 | 9,0 | 5,0;6,0 |
| Дон – 1500А | 8,0 ... 9,0 | 162,0 | 6,0 | 12,9 | 6,0; 7,0; 8,6 |

Визначаємо робочу швидкість комбайна:

$$V_p = 360 * g_k / g_z * B_p * (1 + \delta) \quad (2.1)$$

$$V_p = 360 * 6 / 5 * 20 * (1 + 1,5) = 8,64 \text{ (км / год),}$$

де V_p – робоча швидкість комбайна, км/год;

g_k – пропускна спроможність комбайна, кг/с;

U_p - ширина захоплення жнивварки, м;

g_z - врожайність зерна, ц/га;

δ - Відношення маси соломи до маси зерна.

Визначаємо змінну продуктивність комбайна:

$$W_{cm} = 0,1 * V_p * T_{cm} * \tau \quad (2.2)$$

$$W_{cm} = 0,1 * 5 * 8,64 * 7 * 0,6 = 18 \text{ (га)},$$

де W_{cm} - Змінна продуктивність комбайна, га;

T_{cm} - тривалість зміни, що дорівнює 7 год;

τ - Коефіцієнт використання часу зміни (приймається в межах 0,5 ... 0,6).

Визначаємо тривалість збирання зернових культур у господарстві ЗАТ «НІВА»:

$$D = F / n_k * W_{cm} * \alpha_{cm} * K_m \quad (2.3)$$

$$D = 4750 / 15 * 18 * 1,43 * 0,7 = 18 \text{ (днів)},$$

де D - календарний термін збирання врожаю, дні;

F – загальна збиральна площа зернових культур, га;

n_k - загальна кількість зернозбиральних комбайнів у господарстві, шт.;

α_{cm} - коефіцієнт змінності (на збиранні врожаю

рекомендована тривалість робочого дня – 10 годин);

K_m - коефіцієнт, що враховує метеоумови (в осінній період приймають $K_m = 0,7$).

Визначаємо коефіцієнт змінності:

$$\alpha_{cm} = T_{рд} / T_{cm} \quad (2.4)$$

$$\alpha_{cm} = 10 / 7 = 1,428,$$

де $T_{рд}$ - тривалість робочого дня (на збиранні врожаю рекомендується приймати $T_{рд} = 10$ год) .

Відповідно до заданих природно-кліматичних умов визначаємо необхідну кількість зернозбиральних комбайнів для відділення № 1:

$$n_{ki} = F_i / D * W_{cm} * \alpha_{cm} * D_{om} * D_{or} \quad (2.5)$$

$$n_{ki} = 2650 / 18 * 18 * 1,43 * 0,7 * 0,90 = 9,1 \text{ (шт.)}.$$

Аналогічним способом робимо розрахунок для відділення № 2:

$$2100/18 * 18 * 1,43 * 0,7 * 0,9 = 7,2 \text{ (шт.)},$$

де n_{ki} - кількість зернозбиральних в i - м комплексі;

F_i - збиральна площа зернових культур для i – го комплексу, га;

K_r – коефіцієнт технічної готовності (при тривалості виконання роботи до 15 днів приймають $Дo_r=0,95$, понад 15 днів $K_r=0,90$).

Визначаємо необхідну кількість соломоприбиральної техніки для комплексу №1:

$$n_c = F_i * g_z * \delta / D * W^{c_{cm}} * \alpha_{cm} * D_{o_m} * D_{o_r} \quad (2.6)$$

$$n_z = 2650 * 2,0 * 1,5 / 18 * 70 * 1,43 * 0,90 = 5 \text{ (шт.)}.$$

Аналогічним способом робимо розрахунок для комплексу № 2:

$$n_c = 2100 * 2,0 / 18 * 70 * 1,43 * 0,90 = 4 \text{ (шт.)},$$

де F_i - збиральна площа зернових культур для i - го комплексу, га;

g_z – врожайність, т/га;

δ - Відношення маси соломи до маси зерна;

$W^{c_{cm}}$ – змінна продуктивність соломоприбиральної машини, т/зміну.

Таблиця 2.2 Коротка технічна характеристика соломозбиральних машин

| Марка машини | Агрегатується з трактором | Продуктивність, т/зміну | Маса соломи, що переміщується, т |
|--------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| КУН – 10 | МТЗ – 80 | 70 | 1,0 |
| ВТУ – 10 | ДП – 75 МЛ | 105 | 10,0 |
| ВНК – 11 | Т - 150 К | 140 | 2,5 |

Виконання змінної норми напрацювання можливе лише за участю в робочому процесі всієї техніки, що входить до складу машинного комплексу.

2.2 Розрахунок кількості транспортних засобів

На збиранні врожаю на обслуговування комплексів будуть задіяні автомобілі ГАЗ – 53Б та ЗІЛ – ММЗ – 554Б.

Таблиця 2.3 Коротка технічна характеристика транспортних засобів

| Марка машини | Вантажо-підйомність транспортного засобу | Повна маса з вантажем, кг | Число осей | | Об'єм кузова, м ³ | | Витрата палива, л/100 км | Потужність двигуна, к.с. |
|------------------|--|---------------------------|------------|---------|------------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | | Усього | Ведучих | З основними бортами | З надставними бортами | | |
| ЗІЛ - ММЗ - 554Б | 4,0 | 8600 | 2 | 1 | 5,00 | 10,00 | 44,0 | 150 |
| КамАЗ 5320 | 8,0 | 14450 | 3 | 2 | 7,62 | 15,24 | 42,0 | 210 |
| ГАЗ – 53 Б | 3,5 | 7400 | 2 | 1 | 5,90 | 10,00 | 28,5 | 115 |

Визначаємо кількість бункерів зернозбиральних комбайнів, що вміщуються в кузов автомобілів, що використовуються:

$$n_z = q / \gamma * V_b \quad (2.7)$$

$$n_z = 3,5 / 0,75 * 4,5 = 1,03 \text{ (шт.)}$$

$$n_z = 4,0 / 0,75 * 4,5 = 1,2 \text{ (шт.)}$$

де q – номінальна вантажопідйомність автомобіля, т;

γ - щільність зерна, т/м³;

V_b - ємність бункера комбайна, м³.

Час вивантаження зерна з бункера комбайна – 10 хвилин (0,17)

Середня відстань від поля до струму відділення № 1 становить 5 км., а відділення № 2 6 км. Середня швидкість руху автомобіля з вантажем дорівнює 30 км/год, а без вантажу 40 км/год.

Визначаємо тривалість циклу автомобілів, що обслуговують транспортні засоби для відділення № 1:

$$t_{ц} = t_z + t_r + t_d + t_p + t_x, \quad (2.8)$$

$$t_{ц} = 0,17 + 0,17 + 0,10 + 0,14 + 0,13 = 0,70 \text{ (год)}$$

Аналогічним способом визначаємо тривалість циклу для автомобілів, що обслуговує відділення № 2:

$$t_{\text{ц}} = 0,17 + 0,20 + 0,10 + 0,14 + 0,15 = 0,76 \text{ (год)}$$

де $t_{\text{ц}}$ - Тривалість циклу транспортного засобу, год;

$t_{\text{з}}$ - час завантаження, год;

$t_{\text{р}}$ - час руху з вантажем, год;

$t_{\text{д}}$ - час оформлення документів, год;

$t_{\text{р}}$ - час розвантаження, год;

$t_{\text{х}}$ - час руху без вантажу, год.

Визначаємо потрібну кількість транспортних засобів для обслуговування машинного комплексу № 1:

$$n_{\text{Ті}} = n_{\text{Кі}} * W_{\text{ч}} * g_{\text{з}} * t_{\text{ц}} / q * \alpha_{\text{q}} * K_{\text{р}} \quad (2.9)$$

$$n_{\text{Ті}} = 9 * 2,6 * 2,0 * 0,70 / 4,5 * 1 * 0,90 = 8 \text{ (шт)}$$

Аналогічним способом визначаємо потрібну кількість транспортних засобів для обслуговування машинного комплексу №2:

$$n_{\text{Ті}} = 7 * 2,6 * 2,0 * 0,76 / 3,5 * 1 * 0,9 = 9 \text{ (шт)},$$

де $n_{\text{Ті}}$ - кількість працюючих комбайнів у i - комплексі;

$W_{\text{год}}$ - годинна продуктивність, га/год;

$g_{\text{з}}$ - врожайність зернової культури, т/га;

q - номінальна вантажопідйомність транспортного засобу, т;

α_{q} - коефіцієнт використання вантажопідйомності (для зерна $\alpha_{\text{q}} = 1$, для соломи $\alpha_{\text{q}} = 0,45$).

$K_{\text{р}}$ - коефіцієнт технічної готовності, за тривалості виконання роботи до 15 днів приймають

$K_{\text{р}} = 0,95$, понад 15 днів $K_{\text{р}} = 0,90$).

2.3 Техніко-економічне обґрунтування тривалості збирання

Правильний вибір початку збирання та оптимальної її тривалості має винятково важливе значення для зниження втрат зерна та його собівартості.

Наукові дослідження, узагальнення досвіду з роздільного збирання у всіх зонах країни та ретельний аналіз літератури дають змогу обґрунтувати терміни початку збирання зернових культур.

Збирання зерна у молочному стані призводить до великого недобору врожаю через те, що перериває процес найбільш інтенсивного надходження у зерно пластичних речовин, які збільшують масу сухої речовини у наступні періоди дозрівання зерна.

Практично у всіх основних зерновиробних зонах країни проведено дослідження впливу тривалості збирання на втрати зерна та зниження його якості. На підставі цих даних складено зведену таблицю абсолютних (т/га) та відносних (%) втрат зерна залежно від тривалості збирання настання повної стиглості.

Таблиця 2.4 Залежність втрат зерна різних культур від тривалості збирання

| Тривалість прибирання після настання повної зрілості зерна (дні) | Втрати при збиранні | | | | | | | | | |
|--|---------------------|------|------------------|------|--------------|------|-----------------|------|------|------|
| | Озимого жита | | Озима пшениця | | Ярий пшениці | | Ярого ячменю | | Овса | |
| | т/га | % | т/га | % | т/га | % | т/га | % | т/га | % |
| 4...7 | 0,10 | 3,2 | 0,14 | 4,1 | 0,10 | 6,7 | 0,07 | 2,8 | 0,44 | 16,1 |
| 8...10 | 0,24 | 8,4 | 0,30 | 9,1 | 0,21 | 10,5 | 0,08 | 3,0 | 0,59 | 21,6 |
| 11...13 | 0,30 | 14,2 | 0,49 | 16,2 | 0,27 | 17,1 | 0,22 | 8,7 | 0,73 | 26,8 |
| 14...16 | 0,38 | 15,2 | 0,50 | 17,3 | 0,33 | 29,7 | 0,40 | 15,7 | 0,78 | 28,6 |
| 17...20 | 0,55 | 18,4 | 0,85 | 27,3 | 0,54 | 32,1 | 0,56 | 24,2 | 0,84 | 30,8 |

Аналіз таблиці показує, що після четвертого дня збирання ярої пшениці втрати досягають 6,7% і надалі зростають щодня у середньому 1% і більше. Тому збирання необхідно починати в момент утворення максимального біологічного врожаю, після настання повної стиглості зерна і закінчувати в дуже стислі терміни, щоб уникнути втрат від самоосипання зерна і зниження його якості при перерості на корені або знаходженні у валках. Однак при

різкому скороченні термінів прибирання господарство зазнаватиме збитків через додаткове придбання техніки та витрати на її експлуатацію.

Величина втрат зерна залежить тільки від тривалості термінів збирання, а й від тривалості робочого дня та часу доби (рис.1).

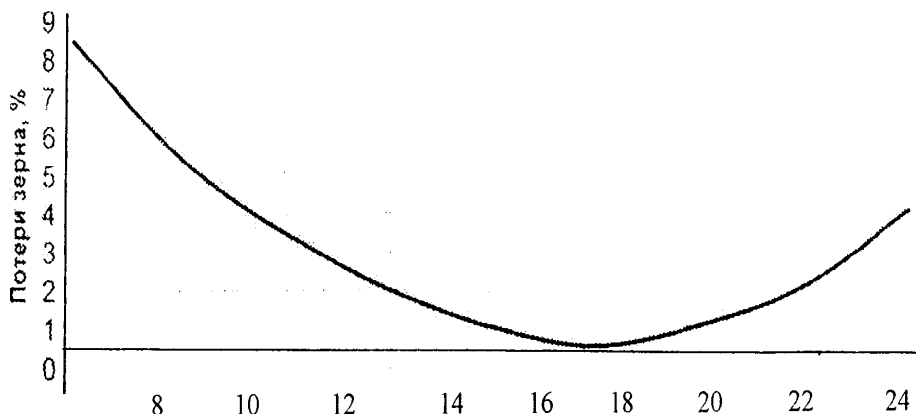


Рис. 2. 1. Вплив втрат зерна залежно від часу доби та тривалості робочого дня.

Однією з основних умов зменшення втрат зерна при скошуванні хлібної маси є правильний вибір висоти зрізу (L). Дані про висоту зрізу мають давати агроном господарства чи відділення з урахуванням висоти стеблестою та агрофізичних характеристик культури у період збирання.

Величина втрат жнивваркою (1), молотилкою (2) та сумарні втрати зерна (3) залежно від висоти зрізу хлібостою (рис.2).

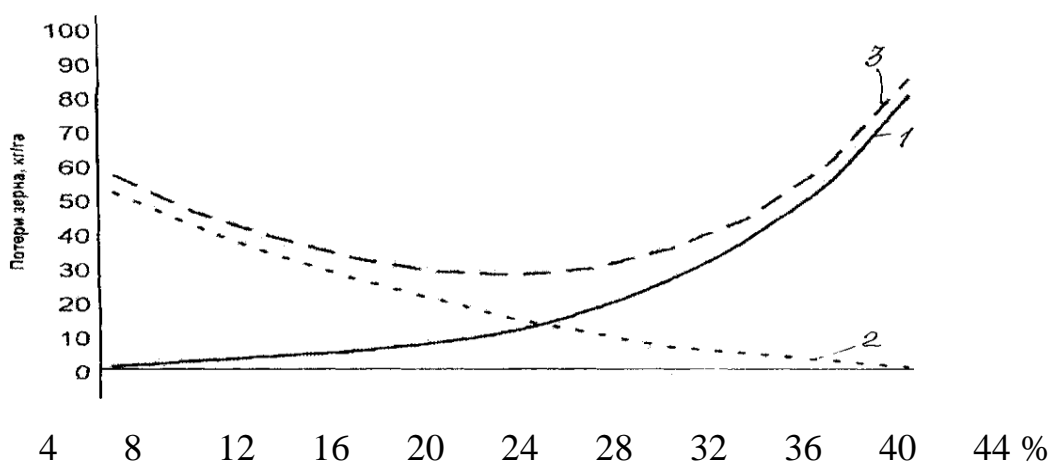


Рис. 2. 2. Втрати зерна за жнивваркою (1), молотилкою (2), сумарні (3).

Для полеглих хлібів висоту зрізу зменшують на 10...30%. Висота зрізу в цьому випадку повинна становити 5 ... 10 см. Втрати зерна за жнивваркою на збиранні прямостоячих хлібів не повинен перевищувати 0,5%, а при збиранні полеглих хлібів 1,5%.

При виносі мотовила вперед слід пам'ятати про швидкість обертання мотовила до швидкості руху комбайна. З підвищенням швидкості планки мотовила зменшується $V_K / V_{пл}$, а отже, зростає ступінь впливу планки на стебла. Це призводить до збільшення втрат зерна від обмолочування колосків планками внаслідок більшої швидкості удару.

Тому, виходячи з практичної доцільності, менше значення має бути в межах 0,50...0,55, а верхня межа відношення $V_K / V_{пл}$ має становити 0,75...0,80 (рис.3).

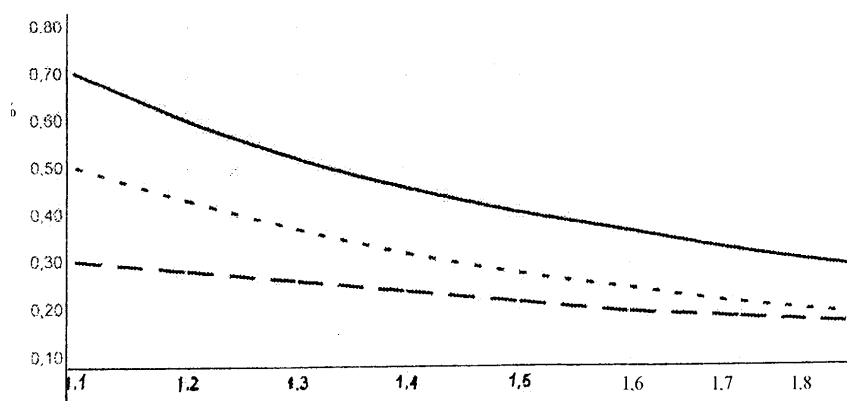


Рис. 2. 3. Графік зміни втрат вільним зерном за жнивваркою залежно від швидкості руху комбайна за різних значень.

При випробуванні комбайнів були проведені досліді визначення впливу співвідношення швидкості планки мотовила і руху комбайна на втрати вільним зерном при різній швидкості руху комбайна. Досліді проводилися при $V_K / V_{пл} = 0,55; 0,61; 0,69$ на збиранні високостеблового озимого жита.

З графіка видно, що у умовах зі зменшенням співвідношення швидкостей втрати вільним зерном знижуються. Це зниження тим значніше, що вища швидкість комбайна. При швидкості рівної 1,08 м/с втрати зменшилися з 0,7% (при $V_K / V_{пл} = 0,69$) до 0,3% (при $V_K / V_{пл} = 0,55$) зі збільшенням швидкості комбайна зміна співвідношення у зазначених межах менш істотно впливає втрати вільним зерном.

Істотний вплив на втрати зерна відіграє забруднення хлібостою (рис. 2.

4).

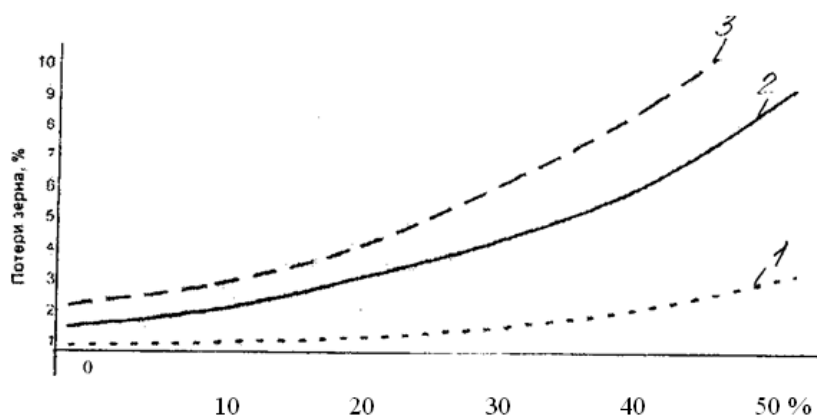


Рис. 2. 4. Вплив забруднення хлібостою на величину втрат зерна жнивваркою (1), молотилкою (2), комбайном (3).

З графіка видно, що з великої засміченості хлібостою втрати зерна можуть сягати 10%.

Крім перерахованих вище причин втрат зерна важливе значення має величина подачі хлібної маси молотилку комбайна.

3. МОДЕРНІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ЗЕРНОВОГО БУНКЕРУ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНУ КЗС - 9 "СЛАВУТИЧ"

3.1 Обґрунтування необхідності розробки та вихідні дані

ЗА будь-якою технологією збирання типи та види втрат зерна майже однакові. Усі втрати зерна поділяються на біологічні та механічні. Біологічні втрати обумовлені природно-кліматичними факторами, а механічні виникають внаслідок дії робочих органів збиральних машин та недосконалістю виробничих умов. Найбільші втрати та пошкодження зерна при збиранні виникають за жатною частиною, за молотаркою та на транспортуючих приладах та механізмах. Механічні втрати можна зменшити за рахунок підтримання технічного та технологічного стану зернозбиральної техніки, а також за рахунок удосконалення основних робочих органів комбайнів. Якість отриманого зерна у багатьох випадках знаходиться на незадовільному рівні. Неякісне очищення від різних органічних домішок та пошкодження зерна сприяє підвищенню вологості та зниженню товарної якості зерна взагалі. Великий відсоток ушкоджень зерно отримує на транспортуючих органах комбайна. У деяких випадках він перевищує 10 – 17 %. З метою підвищення якості товарного зерна та продуктивності вивантажування нами пропонується встановити вивантажувальний бункер, який виконуватиме функцію вивантаження зерна, замість вивантажувальних шнеків та транспортерів на зернозбиральному комбайні КЗС - 9 „Славутич”.

3.2 Б удова та робота вивантажувального зернового бункера

Для збирання зернових культур за запропонованою технологією нами пропонується нова конструкція зернового бункера зернозбирального комбайна, що призначена для підвищення якості технологічного процесу,

зменшення травмованості зерна та спрощення конструкції вивантажувальних органів. Загальна схема запропонованої конструкції вивантажувального зернового бункера представлена на рис. 3.1.

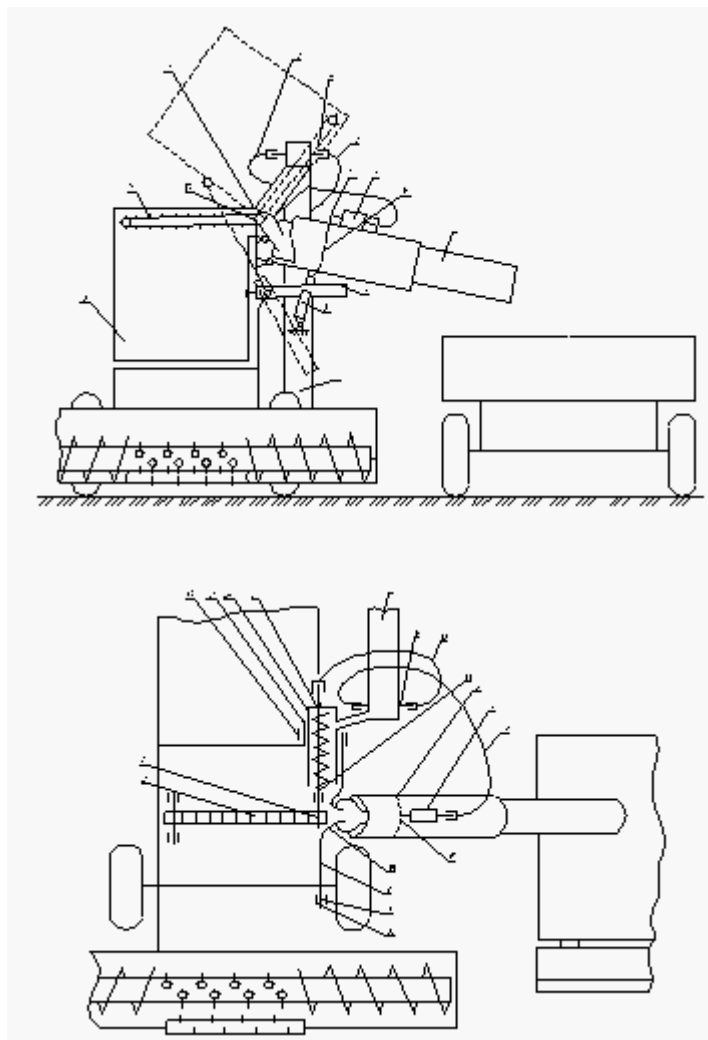


Рис. 3.1. Схема запропонованого вивантажувального зернового бункера

Основними складовими конструкції запропонованого пристрою є елеватор 1, пристрій для завантаження зерна в бункер 2, подаючий транспортер 3, вивантажувальний пристрій 4, який має привід з гідроциліндром 5 . горизонтальною віссю повороту бункера. При цьому ось повороту зернового бункера паралельна повздовжній вісі комбайна. Привід повороту зернового бункера здійснюється за допомогою гідроциліндра. Елеватор виконаний з верхнім відомим валом, а подаючий транспортер з провідним валом, який у свою чергу з'єднаний з валом шнека. Ведучий вал

з'єднань з приводом за допомогою гнучких валів, та встановлений паралельно вісі повороту зернового бункера. Зерновий бункер має вивантажувальне вікно, в якому встановлена спеціальна труба 9 зі шківом. Зерновий бункер встановлений на комбайні в опорних підшипниках за допомогою передньої 7 та задньої 8 цапф.

Запропонований пристрій вивантажувального зернового бункера працює наступним чином. Під час руху зернозбирального комбайна хлібна маса від похилої камери потрапляє до молотильного апарату. Після обмолоту зерно потрапляє до системи очищення, а потім подається елеватором до шнека. Після чого зерно потрапляє у зерновий бункер. Для вивантаження зерна з бункера останній повертають навколо центральної вісі за допомогою гідроциліндра. При цьому зерно через вивантажувальне вікно потрапляє у трубу, угол нахилу якої регулюється гідроциліндром. Кут нахилу вивантажувальної труби залежить від висоти транспортного засобу, в яке вивантажується зерно. Після завершення процесу вивантаження зерновий бункер повертають до початкового положення. Розташування центрального шнека з віссю повороту зернового бункера дозволяє здійснювати вивантаження зерна з бункера без зупинки молотарки комбайна.

Запропонований пристрій вивантажувального бункера дозволяє значно скоротити годину технологічного процесу вивантаження, та збільшити продуктивність зернозбирального комбайна. Така запропонована конструкція бункера зернозбирального комбайна дозволяє значно зменшити енергоємність технологічного процесу, зменшити втрати та травмованість зерна під час збирання. Запропонований пристрій може бути встановлений на будь-який зернозбиральний комбайн, в залежності від конструкції комбайна з деякими змінами.

3.3 Технологічні та конструктивні розрахунки запропонованого вивантажувального зернового бункера

Для визначення ваги повного зернового бункера необхідно враховувати коефіцієнт вологості зерна, що знаходиться в межах 0,43...0,62. При максимальній вологості зерна 25 %, коефіцієнт вологості становитиме 0,57. Тоді повний зерновий бункер комбайна КЗС-9 „Славутич” буде важити 1,71 т, за максимальної вологості зерна. З урахуванням цього можна вибрати потрібний гідроциліндр. Найбільш поширеними у сільському господарстві є гідроциліндри Ц 75, Ц 95, Ц 100, Ц 125, які використовуються на сучасних тракторах та автомобілях. Різні модифікації гідроциліндрів поділяються на односторонню або двосторонню дію, в залежності від призначення. Для запропонованого вивантажувального бункера згідно нормативних даних обираємо один гідроциліндр Ц 125 двосторонньої дії, який забезпечить надійну роботу вивантажувального бункера при збиранні.

Для залишкового вибору гідроциліндра розрахуємо зусилля, що діє на шток у процесі вивантажування. Для чого визначимо зусилля на кронштейні гідроциліндра R_L :

$$R_L = \eta \frac{R_o}{n}$$

де R_L - опір на опорі, кН ;

η

- R_o - загальний опір, $R_o = 46,53$ кН ;

n - Кількість робочих органів.

Тоді після підстановки значень, отримаємо:

$$R_L = \frac{0,65 \cdot 46,53}{1} = 27,4 \text{ кН .}$$

Розрахуємо зусилля яке діє на шток гідроциліндра:

$$P_B^I = R_L + \frac{1}{2} R_L$$

де P_B^I - нормальна сила у точці кріплення гідроциліндра;

R_L - зусилля на кінці опори, кН ;

$\frac{1}{2} R_L$ - гідроциліндр установлений на середині довжини стояка.

Тоді зусилля яке діє на шток гідроциліндра буде дорівнювати:

$$P_B^I = 27,4 + \frac{1}{2} 27,4 = 41,1 \text{ кН .}$$

Гідроциліндр установлений у плаваючому положенні під кутом 45° .

Тоді зусилля буде дорівнювати

$$P_B^I = P_B \cdot \cos \alpha$$

Звідки:

$$P_B = \frac{P_B^I}{\cos \alpha}$$

де P_B – зусилля на штоці гідроциліндра.

$$P_B = \frac{41,1}{\cos 45^\circ} = 57,3 \text{ кН .}$$

Так як зусилля на штоці в даному випадку є основним параметром, то по ньому підпираємо гідроциліндр.

Для цієї мети можна використовувати гідроциліндр Ц 100, зусилля на штоці якого дорівнює 60 кН при робочому тиску $\Delta P_{\max} = 10$ МПа, але так як робочий тиск гідросистеми комбайна складає 11,5...12 МПа, то необхідно регулювання запобіжного клапана необхідно встановлювати на 12...12, 5 МПа.

Визначимо витрату робочої рідини, яка потрібна для роботи гідроциліндра за наступним виразом, л/хв.:

де g - постійна гідромашини, $g = 72,0 \text{ см}^3$;

η_{ob}

$$Q = \frac{72 \cdot 210}{1000 \cdot 0,94} = 1,61 \text{ л/хв.}$$

Тоді для приводу в дію гідроциліндра витрата рідини буде дорівнювати:

$$Q_{г} = 16,1 \cdot 1 = 1,6 \text{ л/хв.}$$

Для забезпечення необхідної подачі робочої рідини на гідроциліндр необхідно застосувати серійний насос НШ – 100 - 2, який встановлено на гідравлічній системі комбайна. Робочий тиск насоса $P_{max} = 14,0 \text{ МПа}$, подача $q_n = 13,93 \text{ л/хв}$ на номінальному режимі.

Так як $Q_n < Q_{заг}$, то визначимо втрати рідини:

.

n

$$n = \frac{1000 \cdot Q^I \cdot \eta_{ob}}{g}$$

.

де Q^I - витрата рідини, яка припадає на одну порожнину гідроциліндра л/хв, тому що в нашому випадку він двосторонньої дії:

$$Q^I = \frac{13,93}{9} = 1,55 \text{ л/хв.}$$

n

n

$$n = \frac{1000 \cdot 1,55 \cdot 0,94}{72} = 20,24 \text{ л/хв.}$$

n

Після проведення розрахунків залишково обираємо один гідроциліндр двосторонньої дії Ц 125 і насос НШ-100-2 враховуючи при цьому лише зазначену переналагодження гідравлічної системи комбайна.

n

n

Розраховуємо параметри гідропроводів обраної системи.

n

Внутрішній діаметр гідропроводу визначається за формулою:

n

n

n

$$d = \sqrt[2]{\frac{4Q}{\pi \cdot V}}$$

η_{ob}

де V – робоча швидкість рідини, $V=2,0$ м/с.

Діаметр магістрального гідропроводу :

$$d_1 = \sqrt[2]{\frac{4 \cdot 139,3}{3,14 \cdot 2,0 \cdot 60}} = 0,038\text{м} = 38\text{мм}.$$

Приймаємо стандартне значення $d_1 = 38\text{мм}$.

Діаметр гідропроводів , які підводять рідину до гідродвигунів :

$$d_2 = \sqrt[2]{\frac{4 \cdot 15,5 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 2,0 \cdot 60}} = 0,012\text{м} = 12\text{мм}.$$

Приймаємо $d_2 = 12\text{мм}$.

Визначаємо втрати в системі:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{л}} + \Delta P_{\text{м}}$$

де $\Delta P_{\text{л}}$ і $\Delta P_{\text{м}}$ - відповідно лінійні та місцеві втрати тиску в гідропроводах , МПа.

Враховуючи складність конструкції гідравлічної системи комбайна, приймаємо місцеві втрати 25 % від лінійних, тоді загальні втрати будуть дорівнювати:

$$\Delta P = 1,25 \Delta P_{\text{л}} = 1,25 \frac{V^2}{2 \cdot g} \cdot \gamma \cdot 10^{-5}$$

де L - Довжина гідропроводу , м;

d – діаметр гідропроводу , м;

γ - питома вага робочої рідини, $\gamma = 850$ кг/м³ .

$$\Delta P = 1,25 \cdot \frac{2,0^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 850 \left(\frac{4}{0,038} + \frac{4}{0,012} \right) \cdot 10^{-5} = 0,87 \text{ МПа}.$$

Виходячи з умови працездатності системи, допустимі падіння тиску:

$$\delta p_{\text{max}} = P_{\delta} - \Delta P_{\text{р}} = 12,5 - 11,5 = 1 \text{ МПа}.$$

Приймаємо магістральні гідропроводи сталеві, а гідропроводи які підводять рідину до гідроциліндра – гумові, типу високого тиску II п – 12 - 140/85у ГОСТ 6286-88.

Відповідно проведених розрахунків гідроциліндра та основної магістралі, потужність процесу вивантаження буде складати:

$$Q = \frac{1}{3600} \cdot \rho \cdot l \cdot b \cdot H \cdot g$$

де Q – зусилля, необхідні для підйому зернового бункера, кН ; Q
 l - висота під'йому , м;
 b – ширина транспортуючого пристрою, м;
 H – густина зерна, кг/м² .
 $4,4 \cdot 1,25 \cdot 0,6 \cdot 48 \cdot 5,6 = 88,7 \text{ Вт}$

3.3.1 Розрахунок на міцність передньої та задньої цапфи.

Основними деталями вивантажувального зернового бункера, які піддаються збільшеному навантаженню, є передня та задня цапфи, які з'єднані із зерновим бункером і підвернені коліванням під час вивантажування. При розрахунках на міцність необхідно враховувати всі навантаження. Визначення міцності цапфи по дотичних навантаженнях:

звідки визначаємо діаметр цапфи:

$$\frac{4P}{\pi d^2 m} \leq [\tau]$$

$$d = \sqrt{\frac{4P \cdot K_3}{[\tau] \cdot \pi \cdot m}}$$

де P – навантаження, $P = 5,7$ кН;

K_3 – коефіцієнт запасу, $K_3 = 1,4$;

$[\tau]$ - допустима напруга на зріз, для сталі 45 $[\tau] = 100$ МПа;

m – кількість плоскостей зрізу, $m = 2$.

Тоді:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 5700 \cdot 1,4}{100 \cdot 10^{-2} \cdot 3,14 \cdot 2}} \geq 0,008 \text{ м.}$$

Визначення діаметра цапфи з міцності по напруженнях зминання:

$$\frac{P}{\delta \cdot d} \leq [\tau_{cm}]$$

$$d = \frac{P \cdot K_3}{\delta \cdot [\tau_{cm}]}$$

де δ - Товщина стінки вилки, $\delta = 15\text{мм}$;

$[\tau_{cm}]$ - допустиме напруження на зминання, для сталі 45 $[\tau_{cm}] = 250$

МПа, тоді:

$$d = \frac{5700 \cdot 1,4}{0,015 \cdot 250 \cdot 10^6}$$

$d \geq 0,046 \text{ м.}$

Приймаємо передню та задню цапфи, тому що вони приймають однакове навантаження, діаметром 46 мм. Проводимо перевірочний розрахунок працездатності кронштейна стояка. Визначаємо міцність кронштейна стояка на розтяг:

$$\frac{P}{F} \leq [\sigma_p]$$

де P – зусилля, $P = 5,7 \text{ кН}$;

F – площа перерізу, яка піддається навантаженню:

.

b

де a - Ширина кронштейна, $a = 15\text{мм}$;

b - Товщина стояка, $b = 30\text{мм}$.

Тоді: $F = 0,015 \cdot 0,030 = 0,00045\text{м}^2$

$[\sigma_p]$ - допустима напруга на розтяг, для сталі 45 $[\sigma_p] = 125\text{МПа}$, тоді

Аналізуючи розрахунок робиться висновок, що кронштейн стояка працездатний .

3

Під час виготовлення окремих вузлів, а саме самого зернового бункера, кріплення стояка та кронштейна виникає необхідність застосовувати зварювання. Для приварювання стояка бункера, кронштейнів до опорної пластини застосовуємо стикове з'єднання з розробкою кромки, що забезпечує надійне з'єднання деталей з товщиною до 16 мм.

Зварювання виконуємо ручною електродуговою з звичайними - електродами. Стикові шви розраховують на міцність за номінальним перерізом з'єднаних деталей (без врахування толщин швів) як цілі деталі.

Для розрахунку необхідно визначити катет шва. Практикою експлуатації зварних стикових з'єднань встановлено , що їх руйнування відбувається переважно в зоні технічного впливу. Тому розрахунок на міцність таких з'єднань прийнято виконувати за розмірами перерізу *деталі* в цій зоні. Розрахунок стикового зварного з'єднання проводять як суцільної деталі з тією різницею, що за допустимі приймають допустимі на пруження для зони технічного впливу [σ]:

σ

де [σ_p] - допустимі напруження розтягування основного металу.

Таким чином розрахунок стикового з'єднання , зводимо до наступного .

Напруження розтягу:

σ

=

де L - Довжина шва,

$$\frac{F}{h \cdot L} \leq$$

товщина деталі.

Напруженнями згину визначаємо за згинаючим моментом:

σ

де M – згинаючий момент;

W – статичний момент;

L - Довжина шва;

h - товщина деталі, тоді $[\sigma] = 0,9 \cdot 150 = 135$ МПа. Знайдемо напругу згину:

$$\sigma = \frac{6 \cdot 9,8}{0,14 \cdot 0,9} = 6,56 \text{ МПа} < [135].$$

Звідси видно, що дане зварне з'єднання задовольняє умовам міцності.

4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

4.1 Загальні положення

В основу розрахунків економічних показників покладено методику визначення економічних показників ефективності використання у сільському господарстві результатів НДР та нової техніки. Основними показниками економічної ефективності використання результатів НДР та ЄКР, нової техніки є приріст продуктивності праці, виробництва продукції, покращення її якості та очіждань у господарстві річний економічний ефект, який представляє сумарну економію всіх виробничих ресурсів.

Крім річного економічного ефекту, розраховують також строк окупності додаткових капітальних вкладень, рентабельності виробництва продукції. Визначення річного економічного ефекту запропонованих проектних рішень будемо проводити шляхом порівняння наведених витрат за базовим та новим варіантом технологій із застосуванням базового та запропонованого комплексу машин, у тому числі і модернізованої техніки.

З урахуванням цього, сумарний річний економічний ефект буде складатися із економічного ефекту від впровадження запропонованої технології та комплексу машин E_1 , економічного ефекту від впровадження модернізованого зернозбирального комбайна та покращення якості та повноти збирання врожаю. У загальному виді він визначається за формулою:

$$E = E_1 + E_2 \quad (4.1)$$

де E_1 – ефект від впровадження технологій та комплексу машин;

E_2 – ефект від впровадження модернізованого комбайна.

4.2 Визначення річного економічного ефекту від впровадження запропонованих технологічних рішень

Внаслідок обґрунтування елементів прогресивної технології вирощування озимої пшениці, зокрема вибору комплексу машин і складу оптимальних агрегатів на підставі їх порівняльної оцінки, передбачається, за рівних умов, досягти значної економії витрат ручного праці, а внаслідок скорочення втрат урожаю – підвищення врожайності на 12 %. Тоді річний економічний ефект визначається за формулою:

$$E_1 = [(C_{\delta} + E_n \cdot K_{\delta}) \cdot V_n / V_{\delta} - (C_n + E_n \cdot K_n)] \cdot A_n, \quad (4.2)$$

де C_{δ} , C_n – собівартість одиниці продукції (роботи) за базовим та новим варіантами, грн.;

V_n / V_{δ} – коефіцієнт врахування зростання врожайності,

$$V_n / V_{\delta} = 2,0 / 1,8 = 1,1 \quad (4.3)$$

do_{δ} , do_n – питомі капітальні вкладення у базовому та в новому варіантах;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, $E_n = 0,15$;

A_n – обсяг продукції, $A_n = 790$ га.

Так, як запропоновані технологічні рішення не вимагають капітальних вкладень, то у формулі (4.2) їх не враховуємо. Собівартість рахуємо тільки за витратами праці та палива, бо всі інші умови однакові. У цьому випадку вона буде складатися лише з витрат на оплату праці та вартості горючого.

Витрати на оплату праці визначимо за формулою:

$$Z' = Z_n \cdot f \cdot do_m, \quad (4.4)$$

де $Z_{\text{п}}$ – значні витрати праці на одиницю продукції, згідно розрахунків і порівняльної оцінки, $Z_{\text{пр}} = 0,62$ люд · рік/га; $Z_{\text{пн}} = 0,54$ люд · рік/га;

f – часова тарифна ставка робітників, у середньому приймаємо $f = 0,57$;

$\text{до}_{\text{м}}$ – коефіцієнт підвищення розцінок, $\text{до}_{\text{м}} = 1,3$.

Звідси:

$$C_{\text{б}} = Z_{\text{пр}} \cdot \text{до}_{\text{м}} = 0,62 \cdot 0,57 \cdot 1,3 = 0,45 \text{ грн/га,}$$

$$Z_{\text{н}}' = Z_{\text{пн}} \cdot \text{до}_{\text{м}} = 0,54 \cdot 0,57 \cdot 1,3 = 0,40 \text{ грн/га.}$$

Впровадження запропонованого комплексу машин дає можливість економити паливо, що у грошовому виразі визначається за формулою :

$$Z_{\text{б}}'' = Z_{\text{бн}} \cdot \text{до}_{\text{п}}, \quad (4.5)$$

$$Z_{\text{н}}'' = Z_{\text{пн}} \cdot \text{до}_{\text{п}}.$$

де $\text{до}_{\text{п}}$ – вартість палива станом на 01.01.2008 року $\text{до}_{\text{п}} = 5,55$ грн;

$Z_{\text{нб}}$, $Z_{\text{пн}}$ – питомі витрати палива по базовій та новій технологіях, згідно технологічних карт $Z_{\text{нб}} = 9,1$ кг/га, $Z_{\text{пн}} = 9,0$ кг/га;

$$C_{\text{б}} = 9,1 \cdot 5,55 = 50,5 \text{ грн/га та } C_{\text{н}}'' = 9,0 \cdot 5,55 = 49,95 \text{ грн /га.}$$

Повна собівартість визначається за формулою:

$$Z_{\text{б}} = Z_{\text{б}}' + Z_{\text{б}}''; C_{\text{н}} = C_{\text{н}}' + C_{\text{н}}''; \quad (4.6)$$

$$\text{б} = 0,45 + 50,5 = 50,95 \text{ грн / га;}$$

$$Z_{\text{н}} = 0,40 + 49,95 = 50,35 \text{ грн/га.}$$

Підставивши значення у формулу (4.2) отримаємо:

$$E_1 = (50,95 \cdot 1,1 - 50,35) \cdot 790 = 4499,05 \text{ грн.}$$

4.3 Визначення річного економічного ефекту від впровадження модернізованого комбайна КЗС-9 „Славутич”

Внаслідок впровадження вивантажувального зернового бункеру на зернозбиральному комбайні, зменшується пошкодження та втрати зерна під час збиральних робіт. Ефективність застосування запропонованого пристрою у такому разі визначається формулою:

$$E_2 = \{ C_{\delta} \cdot V_n / V_{\delta y} \cdot \delta / y_n + [(y_{\delta}' - y_n') - E_n (k_n' - k_{\delta}') / y_n] \cdot (C_n + E_n \cdot k_n) \} \cdot A_n, \quad (4.7)$$

де y_{δ} , y_n – питомі експлуатаційні витрати, при використанні старої та нової машини, з урахуванням того, що частично скорочуються витрати на додаткове підготовка та переналагодження комбайна,

$$y_{\delta} / y_n = 1,25; V_n / V_{\delta} = 1,21.$$

При цьому:

$(y_{\delta}' - y_n') - E_n \cdot (k_n' - k_{\delta}') / y_n$ – економія від скорочення витрат праці (у середньому 0,8...1,7 грн.).

C_n , C_{δ} – собівартість продукції (роботи), яка виконується серійним та модернізованим комбайнами, якщо у структурі витрат на збирання становить 20 %, тоді:

$$C_{\delta} = 3,4 \text{ грн/га}, C_n = 3,37 \text{ грн /га}.$$

Підставивши значення у формулу (6.7) отримаємо:

$$E_2 = [3,4 \cdot 1,21 \cdot 1,25 - 2,0 - (3,37 + 1,15 \cdot 0,84)] \cdot 790 = 2459 \text{ грн}.$$

Строк окупності капітальних вкладень на модернізацію зернозбирального комбайна визначимо шляхом ділення балансової вартості на річний економічний ефект від впровадження:

$$T_0 = C_{\delta} \cdot n / E_2 \quad (4.8)$$

де ц_6 – балансова вартість модернізації зернозбирального комбайна;
 n – необхідно кількість комбайнів на весь об'єм робіт (A_n) у встановлені рядки збирання ($D_n = 16$ днів), $n = 3$.

Балансову вартість означимо за формулою:

$$\text{ц}_6 = m \cdot \text{з}_n \quad (4.9)$$

де m - Маса металоконструкцій на один комбайн, 470 кг;

з_n – удельна вартість металоконструкцій, яка визначається в залежності від складності та умов виготовлення $\text{з}_n = 2,6$ грн.

$$\text{ц}_6 = 470 \cdot 2,6 = 1222 \text{ грн.}$$

Підставивши значення у формулу (4.8) отримаємо:

$$T_0 = 1222 \cdot 3 / 2459 = 1,4.$$

4.4 Сумарний річний економічний ефект

Виходячи з отриманих результатів розрахунків складових річного економічного ефекту (E_1 , E_2), підставивши їх значення у формулу (4.1) отримаємо:

$$E = 4499,05 + 2459 = 6958,05 \text{ грн.}$$

Впровадження запропонованих проектних рішень на посівній площі озимої пшениці 790 га дає можливість підвищити врожайність у середньому на 5 %, скоротити витрати праці на 13 %, а собівартість одиниці роботи майже на 10 %. Отриманий річний економічний ефект становить 6958,05 гривень, у тому числі від впровадження модернізованого комбайна 2459 гривень. Строк

о

к

у

п

н

о

с

ВИСНОВКИ

В результаті аналізу розроблено конструкцію вивантажувального бункера зернозбирального комбайна КЗС-9 „Славутич”, яка передбачає встановлення замість існуючого спеціально-розробленого бункера з гідроциліндром та вивантажувальним лотком. Це дозволяє підвищити якість зібраного зерна та покращити продуктивність за рахунок м'яких режимів роботи транспортуючих органів.

Виконані розрахунки дозволили вибрати оптимальні технологічні та кінематичні параметри та режими роботи запропонованої конструкції, а виконані міцнісні розрахунки дозволили розробити конструкційні елементи запропонованого пристрою з урахуванням його експлуатаційної надійності.

Розроблені заходи щодо організації збиральних робіт та наведені розрахунки техніко-експлуатаційних показників дозволяють раціонально проводити збиральні роботи та роботу транспорту з перевезення врожаю.

Виконані розрахунки економічної ефективності використання - модернізованого зернозбирального комбайну КЗС-9 „Славутич”, при цьому річний економічний ефект становить 6958,05 гривень, у тому числі від впровадження вивантажувального бункера 2459 гривень, при цьому строк окупності додаткових капітальних вкладень становить 1,4 роки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Aliev E.B., Bandura V.M., Pryshliak V.M., Yaropud V. M., Trukhanska O.O. Modeling of mechanical and technological processes of the agricultural industry. INMATEH - Agricultural Engineering. 2018. Vol. 54, №1. P. 95-104.
2. Aliev Elchin, Pryshliak Viktor, Yaropud Vitaly Research of physical and mechanical properties of oil seed crops. MOTROL: mmission of Motorization and Energetics in Agriculture. 2017. Vol. 19., № 3. P. 103-108.
3. Pirchio M., Fontanelli M., Frasconi CE Autonomous Mower vs. Rotary Mower: Effects on Turf Quality and Weed Control in Tall Fescue Lawn. Agronomy. 2018. Vol. 8, Is. 2. P. 15-24.
4. Zastempowski M., Bochat A. Modeling of cutting process by the shear-finger cutting block. Applied engineering in agriculture. 2014. Vol. 30, Is. 3, P. 347-353.
5. Агулов І. І., Вознюк Л. Ф., Левчій О. В. Довідник по технічному обслуговуванню сільськогосподарських машин. Київ : Урожай, 1989. 252 с.
6. Алієв Е.Б., Яропуд В.М. Фізико-математичний апарат руху насіння в повітряному потоці. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2017. №2. С. 19-23.
7. Анিকেєв А.И. Цыганенко М.А., Сыровицкий К.Г., Коваль А.Р. К вопросу повышения эффективной процесса уборки урожая путем внедрения элементов агрологистики. Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. Vol. 18, № 7. Polish Academy of Sciences. 2016. С.49 - 54.
8. Анікеєв О.І., Сировицький К.Г., Агапов М.О., Бойко А.О. Методика обґрунтування раціонального складу і швидкісного режиму роботи машинних агрегатів. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. № 18 (2019), 62-69.
9. Бакум М. В., Нікітін С. П., Сергєєва А. В. Проектування сільськогосподарських машин : навч. посіб. Харків : Харк. держ. техн. ун-т с.-г., 2003. 336 с.

10.Веселовська Н.Р., Малаков О.І., Бурлака С.А. Математичне моделювання механізму вивішування косарки-плющилки причіпної КПП-4.2. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2019. №4. С. 5-10.

Вінницького державного аграрного університету. Серія: Технічні науки. 2010. №4. С. 24-29.

11. Вірник М.М., Солоня О.В. Алгоритми кінематичного і силового аналізу важільних механізмів з гідروприводом. Збірник наукових праць

12.Войтюк Д. Г., Булгаков В. М., Кропивко С. В., Онищенко В. Б. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підруч. для студ. вузів. Київ : Друк, 2005. 464 ^

13.Войтюк Д. Г., Яцун С. С., Довжик М. Я. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: навч. посіб. Суми : Унів. кн., 2008. 543 с.

14. Войтюк Д.Г., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини: підручник. За ред. Д.Г.Войтюка. К.: Вища освіта, 2004. 544 с.

15.Гулько І.В., Браніцький Ю.Ю., Токарчук О.А. Засоби механізації процесу збирання та подрібнення біоенергетичних культур. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2017. №2. С. 129-134.

16.Гулько І.В., Коваль Л.Г. Енергоощадні безконтактні методи діагностування показників технічного стану мобільної сільськогосподарської техніки. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2016. №3. С. 89-93.

17.ДСТУ 46.012-2000. Техніка сільськогосподарська. Методи економічної оцінки техніки. [Чинний від 2001.02.01]. К. : Мінагрополітики України, 2000. - III, 18 с. - (Галузевий стандарт України).

18.Дудак С.М., Грицака О.М., А.В. Спирін Кінетика процесу вимолоту зерна зернозбиральними комбайнами. Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Технічні науки. 2015. №1, Т.1. С. 53-56.

19. Іскович-Лотоцький Р.Д., Зелінська О.В., Н.Р. Веселовська, Веселовський Я.П. Оцінювання ефективності функціонування технологічного комплексу з використанням системного підходу. Техніка енергетика транспорт АПК. 2017. №2. С. 109-114

20. Калетнік Г.М., Булгаков В.М., Черниш О.М., Кравченко І.Є., Солоня О.В., Цуркан О.В. Технічна механіка. Підручник. Київ : «Хай-Тек-Прес», 2011. 340 с.

21. Калетнік Г.М., Скорук О.П., Токарчук Д.М. Інженерний менеджмент. Методичні вказівки до виконання курсової роботи для студентів факультету механізації сільського господарства спеціальності 8.091902 «Механізація 79 сільського господарства» форма навчання денна і заочна. Вінниця: ОЦ ВДАУ, 2009. 68 с.

22. Кінницький Я.Т., Харжевський В. О., Марченко М. В. Теорія механізмів і машин в системі MathCAD: навчальний посібник. Хмельницький : РВЦ ХНУ, 2014. 324 с.

23. Ковбаса В.П., Солоня О.В., Спірін А.В., Цуркан О.В. Про спрощення критерію вигляду напружено-деформованого стану суцільного середовища. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2018. №1, Т.1. С. 44-49.

24. Котов Б.І., Спірін А.В., Зозуляк О.В. Моделювання та ідентифікація процесу сепарації дрібного вороху вібраційно-повітряними очистками зернозбирального комбайну. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2017. №1. С. 26-29.

25. Кравець І.А., Щепетов В.В., Максимов С.Л., Гладкий Я.Н. Енергетика безсервісних систем. Проблеми трибології. 2002. №2. С. 12-14.

26. Купчук І.М. Компромісна оптимізація режимних параметрів процесу подрібнення зернової сировини при виробництві етилового спирту. Вібрації в техніці та технологіях. 2017. №4. С. 91-100.

27. Купчук І.М. Перспективи розвитку конструктивних схем вібраційних

приводів транспортних і технологічних машин АПК. Вібрації в техніці та технологіях. 2018. №3. С. 44-52.

28. Купчук І.М., Браніцький Ю.Ю. Розробка програмного алгоритму розрахунку кінематичних параметрів робочих органів віяльно-калібрувальної машини. Вібрації в техніці та технологіях. 2018. № 2. С.80-87.

29. Лауш П.В., Василенко І.Ф., Лесюк Т.П. та ін. Технічне обслуговування та ремонт сільськогосподарської техніки: підручник в 2-х ч. За редакцією П.В.Лауша та І.Ф.Василенка. Кіровоград: ПОЛІМЕД-Сервіс, 2007.

30. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: [підручник для студентів технічних спец. вузів] К.: Знання-Пресс, 2003. 511с.

31. Машины для предварительной очистки зерна [Электронный ресурс] БІ^://1екли.01^ЛЗ-18378.html

32. Мельник В.И., Аникеев А.И., Цыганенко М.А., Сыровицкий К.Г. Экономическая эффективность элементов системы точного земледелия. MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture, Vol. 17, No. 7, 2001. с. 61-66.

33. Мельник В.І., Романащенко О.А., Анікеєв О.І., Фесенко Г.В. Удосконалення роторного розкидача органічних добрив. Інженерія природокористування, № 2 (10), 2018. с. 59-62.

34. Музичук В. І., Анісімов В. Ф. Організація робіт підприємств технічного обслуговування: навчальний посібник. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2012. 240 с.

35. Музичук В. І., Нахайчук О. В., Комаха В. П. Визначення змісту і об'єму робіт при технічному сервісі. Зб. наук. пр. ВНАУ. Серія: Технічні науки. Вінниця: ВНАУ, 2012. Вип. 11(65). С. 242–247.

36. Надикто В.Т., Крижачківський М.Л., Кюрчев В.М., Абдула С.Л. Нові мобільні енергетичні засоби України. Теоретичні основи використання в землеробстві: навчальний посібник. – Мелітополь, 2005. – 337 с., іл.

37.Павленко В.С., Паламарчук І.П., Цуркан О.В., Полевода Ю.А. З'єднання в машинобудуванні: навч. посібник. Вінниця: ПП «ТД Едельвейс і К», 2015. 110 с.

38. Павленко В.С., Цуркан О.В., Кравченко І.Є., Любін М.В. Пасові передачі. Теорія, розрахунки, конструювання : навчальний посібник. Київ : «Хай-Тек Прес», 2011. 140 с.

39. Панченко А.І., Волошина А.А. Сучасні трактори сільськогосподарського призначення. Трактори країн СНД: посібник. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2018. 176 с.

40.Патент №120020, МПК В07В 4/02. Пневматический сепаратор для сипкого матеріалу. №а2012116693/03; заявл.: 24.04.2012; опуб. 10.09.2012. Бюл. № 25. С. 3.

41.Патент №135944, МПК В07В 4/00. Пристрій для розподілу сипких матеріалів на фракції. №и2013131485/03; заявл. 9.07.2013; опуб. 27.12.2013. Бюл. №36. С. 3.

42.Патент №146703, МПК А0[^] 12/00. Агрегат для очистки насіння. №и2014119451/13; заявл. 14.05.2014; опуб. 20.10.2014. Бюл. №29. С. 3.

43.Патент №165721, МПК А01F 7/00. Самопересувний агрегат для обмолоту та пневмосепарації зернового вороху. №[^]016115197/13; заявл. 20.04.2016; опуб. 10.11.2016. Бюл. №31. С. 3.

44. Погорілець О.М., Волянський М.С. Гідропривод, Войтюк В.Д., Пастушенко С.І. сільськогосподарської техніки. Навчальне видання. за ред. Погорільця О.М. К.: Вища освіта, 2004. 368 с.

45.Пришляк В. М., Ковальчук О. В. Сільськогосподарські машини: метод. вказівки для виконання лаб. робіт студ. фак. механізації с.-г. Вінниця : ВДАУ, 2005. 44 [^]

46. Рубльов В.І., Войтюк В.Д. Управління якістю технічного сервісу і сільськогосподарської техніки при постачанні: посібник.2-е видання доп.К.:

Видав НАУ, 2006.236 с.

47. Рудницький Б.О., Антонів СФ., Запрута О.А. Особливості технології вирощування насіння нових та перспективних сортів бобових трав в умовах Лісостепу України. Сільське господарство та лісівництво. 2017. Вип. №7, Т. 2. С. 70-76.

48. Серeda Л.П. Перспективи і напрямки розвитку сучасного механізованого сільськогосподарського виробництва (Частина I «Сучасні напрямки розвитку технологій в рослинництві»): Методичні вказівки по вивченню дисципліни та виконанню практичних робіт, Вінниця РВВ ВНАУ, 2020. 128 с.

49. Сивак І.О., Деревенько І.А., Островський А.Й. Практикум з механіки матеріалів і конструкцій : навчальний посібник.. Вінниця : ВНАУ, 2011. 144 с.

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

51. Сидорчук О. В., Котенко С. С., Василенко М. О., Кучерявий В. М. Проблеми технічного сервісу сільськогосподарської техніки. Механізація та електрифікація сільського господарства. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Т.2. Глеваха, 2014. Випуск 99. С. 299-307.

52. Солона О. В., Купчук І.М. Теорія механізмів і машин. Курсове проектування : Навчальний посібник. Вінниця : ВНАУ, 2019. 249 с.

53. Солона О.В. Статика взаємодії абсолютно твердих тіл із сипучим середовищем. Вібрації в техніці та технологіях. 2018. №3. С. 105-116

54. Солона О.В., Купчук І.М. Практикум з Теорії механізмів і машин : навчальний посібник. Вінниця : Друк, 2020. 250 с.

55. Солона О.В., Купчук І.М. Прикладна механіка. Методичні рекомендації для виконання практичних робіт. Вінниця : ВНАУ, 2017. 116 с.

56. Солона О.В., Купчук І.М., Паламарчук В.І. Прикладна механіка. Методичні рекомендації для виконання курсового проекту. Вінниця : ВНАУ,

2017. 84 с.

57.Спірін А.В., Котов Б.І., Зозуляк О.В. Моделювання та ідентифікація процесу сепарації дрібного вороху вібраційно-повітряними очистками зернозбирального комбайну. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2016. №4. С. 42-45.

58.Тарасенко А.П. Влияние схемы размещения решет в решетном стане на фракционирование зернового вороха. Техника в сельском хозяйстве. 2006. №3. С. 32-34.

59.Тарасенко А.П. Фракционирование зернового вороха на решетках. Сельскохозяйственные машины и технологии. 2012. №5. С. 26-29.

60.Твердохліб І.В. Дослідження процесу витирання насінневого вороху люцерни. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2017. №4. С. 77-83.

61. Тіщенко Л.М., Мельник В.І., Харченко С.О. Каталог сільськогосподарської техніки. Навчальний посібник. Харків: ХНТУСГ, 2015. 450 с.

62.Труханська О.О. Підвищення якості ремонту і технічного обслуговування сільськогосподарської техніки. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2018. №3. С. 109-119.

63.Хамуев В.Г., Гуляев А.А., Бойко А.А. Justification of the design of pneumatic sorting machine for preparation of selection seeds MATEC Web Conferences.- 2018. - Vol. 224. - Номер статті 05010. - (International Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment (ICMTMTE 2018), Sevastopol, Russia, September 10-14, 2018)/-URL: https://www.mateconferences.org/artides/mateconf/pdf/2018/83/mateconf_icmtmte2018_05010.pdf

64.Цуркан О.В. Павленко В.С., Полевода Ю.А. Розрахунки передач привода: Методичні вказівки до виконання курсового проекту з навчальної дисципліни «Деталі машин». Вінниця : РВВ ВНАУ, 2011. 87 с.

65. Черновол М.І., Булей І.А., Кропівний В.М., Технологічні планування підприємств і їхніх підрозділів з ремонту та технологічного обслуговування тракторів. Автомобілів і іншої сільськогосподарської техніки. Альбом: Навчальний посібник – Кіровоград: Кіровоградський державний технічний університет, 1999. 175с.

66. Швець Л.В., Паладійчук Ю.Б., Труханська О.О. Технічний сервіс в АПК: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2019. 648 с.

67. Стручаєв М. І. Визначення тривалості процесу сушки сінажу. Праці ТДАТА. 2015. Вип. 33. С. 46–49.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Програма побудови траєкторії та визначення середньої швидкості V_{CP} транспортування частинок верхнього шару вздовж робочої поверхні

```

Cls
g = 9.81
pi = 3.141592654
a1 = 0.025
n = 300
l1 = 3.5
f = 0.3
l2 = (l1 * pi) / 180
w = (pi * n) / 30
a2 = a1 * w ^ 2
u1 = Atn(Sin(l2) / Sqr((f * Cos(l2)) ^ 2 - (Sin(l2)) ^ 2))
u2 = Atn((g * Sin(l2)) / a2)
u3 = (u1 + u2) / 2
z1 = (g * f * Cos(l2) * Cos(u3)) / a2
z2 = -z1
Print "A="; a1; "n="; n; "w="; w; "Aw^2="; a2
Print "z+="; z1
SLEEP
Cls
If z1 <= 0.537 Then
c1 = (pi * z1) / 2
c2 = Sqr(1 - c1 ^ 2)
d1 = Atn(c2 / c1)
d2 = d1 + pi
d3 = d2 + pi
Print "d1+="; d1; "d2+="; d2; "d2-="; d3
SLEEP

```

```

Cls
For d = d1 To 4.483934 Step 0.1
s1 = Cos(d1) + z1 * d1
y = a1 * (s1 * (d - d1) - (Sin(d) - Sin(d1))) - (z1 / 2) * (d ^ 2 - d1 ^ 2)
s2 = Sin(l2) - f * Cos(l2) * Sin(u3)
x = ((g / w ^ 2) * (-s2 * d1 * (d - d1) + s2 * ((d ^ 2 - d1 ^ 2) / 2)) * 3.21)
Print "y="; y; "x="; x; "d="; d
Print " "
Next d
End If
SLEEP
Cls
If z1 < 0.537 Then
For d = d2 To 4.93905 Step 0.1
s4 = Cos(d2) + z2 * d2
y = a1 * (s4 * (d - d2) - (Sin(d) - Sin(d2))) - (z2 / 2) * (d ^ 2 - d2 ^ 2)
s5 = Sin(l2) - f * Cos(l2) * Sin(u3)
x = ((g / w ^ 2) * (-s5 * d2 * (d - d2) + s5 * ((d ^ 2 - d2 ^ 2) / 2)) * 3.21)
Print "y="; y; "x="; x; "d="; d
Print " "
Next d
End If
If z1 > 0.537 Then
d4 = Atn(z1 / Sqr(1 - z1 ^ 2))
flag = 0
For d = d4 To 2 * pi Step 0.001
v1 = Cos(d4) - Cos(d) - z1 * (d - d4)
If v1 <= 0 And flag = 0 Then
d5 = d
flag = 1
End If

```

```

Next d
d6 = d4 + pi
flag = 0
For d = d6 To 4 * pi Step 0.001
v2 = Cos(d6) - Cos(d) - z2 * (d - d6)
If v2 >= 0 And flag = 0 Then
d7 = d
flag = 1
End If
Next d
For d = d4 To d5 Step 0.001
s3 = Cos(d4) + z1 * d4
y = a1 * (s3 * (d - d6) - (Sin(d) - Sin(d6)) - (z1 / 2) * (d ^ 2 - d6 ^ 2))
x = (g / w ^ 2) * (-s2 * d4 * (d - d4) + s2 * ((d ^ 2 - d4 ^ 2) / 2))
Print "y="; y; "x="; x; "d="; d
Next d
End If
Y1 = 2 * a1 * Sqr(1 - ((pi * z1) / 2) ^ 2)
X1 = ((2 * pi ^ 2 * g) / w ^ 2) * s2
Print "y+="; Y1; "x="; X1
End

```

ДОДАТОК Б

Програма розрахунків початку та закінчення відносного руху частинки
нижнього шару робочої поверхні

```

Cls
g = 9.81
pi = 3.141592654
a1 = 0.025
n = 250
l1 = 7.1
f1 = 0.1
f2 = 0.1
f3 = 0.3
m1 = 0.68
l2 = (l1 * pi) / 180
w = (pi * n) / 30
a2 = a1 * w ^ 2
u1 = Atn(Sin(l2) / Sqr((f3 * Cos(l2)) ^ 2 - (Sin(l2)) ^ 2))
u2 = Atn((g * Sin(l2)) / a2)
u3 = (u1 + u2) / 2
p1 = Atn(f1)
p2 = Atn(f2)
c1 = m1 * f3 * Cos(l2) * (Sin(u3 - p2) / Cos(p2))
c2 = (1 + m1) * (Sin(p1 - l2) / Cos(p1))
z1 = (g / (a2 * (Sin(p2) / Cos(p2)))) * (c1 -
c2) Print "A=="; a1; "n="; n; "w="; w; "Aw^2=";
a2 Print "z+="; z1; "c1="; c1; "c2="; c2 SLEEP
Cls

```

```

If z1 < 0.64 Then
d1 = pi - Atn(z1 / Sqr(1 - z1 ^ 2))
d2 = 2 * pi - Atn(z1 / Sqr(1 - z1 ^ 2))
Print "d1-1="; d1; "d2-1="; d2
flag = 0
For d = pi To d2 Step 0.001
v2 = z1 * (pi - d1) - 1 - Cos(d1)
v1 = v2 + z1 * (d - pi) - (Cos(d) + 1)
If v1 <= 0 And flag = 0 Then
d3 = d
flag = 1
End If
Next d
End If
Print "d1-1="; d1; "d2-1="; d3
SLEEP
Cls
X1 = (z1 / 2) * (pi ^ 2 - d1 ^ 2) - Sin(d1) - (z1 * d1 + Cos(d1)) * (pi - d1)
X2 = X1 + (z1 / 2) * (d3 ^ 2 - pi ^ 2) - Sin(d3) - (2 + z1 * d1 + Cos(d1)) * (d3 -
pi)
x3 = X2 / pi
v2 = a1 * w * f2 * x3
Print "A="; a1; "n="; n; "z+="; z1
Print "vcp="; v2
Print "x1="; X1; "x2="; X2
End

```