

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

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

**П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а**

до дипломного проекту  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ЗБИРАННЯ  
ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ З РОЗРОБКОЮ ПРИСТРОЮ  
ДЛЯ ЗАМІНИ КОЛІС АВТОМОБІЛІВ**

**Виконав:** студент \_\_\_\_\_ Радчук Руслан Васильович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Кобець Анатолій Степанович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2024

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра: Тракторів і сільськогосподарських машин (ТСГМ)

Освітній ступінь - "Бакалавр"

Напрямок підготовки: 208 "Агроінженерія"

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

канд. техн. наук, доцент

(вчене звання)

\_\_\_\_\_ Г.В. Теслюк

(підпис)

(прізвище, ініціали)

„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**З А В Д А Н Н Я  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

\_\_\_\_\_ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту \_\_\_\_\_

керівник проєкту \_\_\_\_\_

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом проєкту \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до проєкту \_\_\_\_\_

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

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

---



---



---



---



---



---

6. Консультанти розділів проекту

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

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка

Студент

\_\_\_\_\_ ( підпис )

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту

\_\_\_\_\_ ( підпис )

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## А Н О Т А Ц І Я

Радчук Р.В. Удосконалення механізації збирання пшениці озимої з розробкою пристрою для заміни коліс автомобілів/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2024. – 80 с.

В роботі проведено аналіз біологічних особливостей вирощування пшениці озимої і стан механізації збирання зернових культур в Україні. Приведено аналіз конструкцій зернозбиральних комбайнів вітчизняного і закордонного виробництва. Розглянуто особливості використання транспортних засобів у сільськогосподарському виробництві і, зокрема, на збирання зернових.

Розроблена конструкція і робочі креслення пристрою для заміни коліс автомобілів та проведені розрахунки основних параметрів і режиму його роботи. Проведено розрахунки по узгодженню роботи зернозбиральних комбайнів і автомобілів.

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

Річний економічний ефект від застосування розробок на практиці становить 2520 грн., а затрати на розробку і впровадження окупаються протягом першого року використання.

Ключові слова: пшениця озима, технологія, автомобіль, пристрій, параметри, режим роботи, охорона праці, економічний ефект.

## З М І С Т

В С Т У П. ....	6
1 БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ. ....	9
2 СТАН МЕХАНІЗАЦІЇ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ. ....	11
2.1 Зернозбиральні комбайни вітчизняного виробництва. ....	11
2.2 Зернозбиральні комбайни провідних західних фірм. ....	13
3 ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ. ....	21
4 РОРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЗАМІНИ КОЛІС АВТОМОБІЛІВ І ЙОГО РОЗРАХУНКИ. ....	32
4.1 Опис пристрою для знімання і заміни коліс вантажних автомобілів. . .	32
4.2 Розрахунок на міцність деталей пристрою для зняття і заміни колес автомобілів. ....	33
5 УЗГОДЖЕННЯ РОБОТИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ І АВТОМОБІЛІВ. ....	44
6 ОХОРОНА ПРАЦІ. ....	49
6.1 Загальні питання. ....	49
6.2 Охорона праці при вирощуванні озимої пшениці. ....	52
6.3 Охорона праці при збиранні зернових. ....	53
7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ. ....	59
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ. ....	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ. ....	67
Д О Д А Т КИ. ....	70

## ВСТУП

Пшениця – основний хлібний злак в світі, середній об'єм виробництва якої становить 720 – 760 млн. тон [1, 2], споживання – 700 – 750 млн. тон. При цьому створюються щорічні запаси об'ємом 215 – 280 млн. тон.

Найбільшим виробником пшениці в світі є Європейський союз – середній об'єм становить 137500 млн. тон. Друге місце займає Китай з показником в 128 млн. т.; на третьому місці знаходиться Індія - 99,7 млн. тон.

Середня урожайність пшениці в різних країнах і континентах різко відрізняється і залежить від багатьох факторів, в тому числі і від ґрунтово-кліматичних умов. Найвищі урожаї вирощуються при помірному кліматі (Центральна і Північна Європа). Так середній показник урожайності в Ірландії становить 9,54 т/га, а в Сомалі – 0,39 т/га. Світовий рекорд урожайності встановлено в 2017 р. в Новій Зеландії – 16,79 т/га.

Виробництво зерна було і залишається провідною галуззю сільського господарства України. Протягом тривалого історичного періоду Україна відома у світі як країна-експортер високоякісного зерна на світовому ринку. Цьому сприяли як об'єктивні, так і суб'єктивні умови. До об'єктивних відноситься те, що Україна має родючі ґрунти, сприятливі кліматичні умови, вигідне геополітичне розташування в центрі Європи, морські порти. Суб'єктивні фактори обумовлені традиційною хліборобською майстерністю та працелюбністю українських селян.

Серед зернових культур в Україні озима пшениця займає найбільші посівні площі. Так у 2021 р. ранніми зерновими було засіяно 10,2 млн. га (одна шоста загальної площі держави) і було зібрано 46,4 млн. тон зерна, зокрема пшениці було намолочено 33 млн. т [1]. У 2022 р. виробництво сільськогосподарської продукції значно скоротилося в зв'язку з початком 24.02. 2022 р. війни росії проти України. В тому числі зменшилися і площі збирання озимої пшениці та її урожайність.

«Через три місяці після початку повномасштабної війни збитки в аграрному секторі України вже сягнули 4,3 мільярда доларів, що становить майже 15%

капіталу держави. Найбільшу частину втрат фіксують через знищення чи пошкодження сільськогосподарських угідь та відсутність збору врожаю. Нині чітко визначити суму збитків аграрного сектору внаслідок бойових дій неможливо через їх продовження. Однак непрямі втрати в сільському господарстві очікують в розмірі приблизно 23,3 мільярда доларів» [2]. На сьогодні експерти називають втрати більше 50 мільярдів доларів США.

Незважаючи на це Україна і сьогодні входить в ТОП-10 найбільших країн – експортерів пшениці. Тому для підвищення ефективності її виробництва слід і далі впроваджувати в господарствах прогресивні технології вирощування озимої пшениці на основі сучасних наукових досягнень, використання новітніх засобів механізації, оптимізації витрат енергоносіїв. В технологіях слід передбачити розміщення культури після кращих попередників, наукове обґрунтування доз органічних і мінеральних добрив, висівання насіння високої схожості та репродукції, досконалий обробіток ґрунту, застосування ефективної системи боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами, раціональні способи збирання урожаю, раціональну організацію та оплату праці виробничих процесів.

Повне використання технічних можливостей сільськогосподарської техніки, відсутність її простоїв з організаційних причин та у випадку ремонтів – один із важливих заходів, які дозволяють підвищити продуктивність машинно-тракторних агрегатів. В умовах збирання сільськогосподарських культур, зокрема зернових колосових, особлива увага має приділятися підвищенню ефективності використання вантажних автомобілів при обслуговуванні зернозбиральних комбайнів.

При ремонтах транспортних засобів зняття і заміна коліс є трудомісткою операцією. Для полегшення і прискорення виконання цієї роботи пропонується конструкція пристрою, який дозволяє знімати і транспортувати колеса вантажних автомобілів при ремонті і технічному обслуговуванні.

В автогосподарствах використовуються візки для зняття і заміни коліс вантажних автомобілів, але на цих візках немає пристрою для зняття коліс з шпильок. В представленому візку є зйомник для зняття коліс. Управління візком може здійснювати один працівник.

Метою дипломної роботи є удосконалення механізації вирощування озимої пшениці з розробкою пристосування для заміни коліс автомобільного транспорту.



Озима пшениця потребує досить високих вимог до умов росту. Насіння озимої пшениці має властивість рости при температурі  $+1...+2^{\circ}\text{C}$ . Швидко і одночасно з'являються паростки при температурі  $+15...+18^{\circ}\text{C}$ .

Кущення в озимої пшениці починається приблизно через 15 днів після появи перших паростків, воно проходить восени і навесні. Для гарного кущення потрібна волога в верхньому шарі ґрунту. Різке підвищення кущення при внесенні азотних добрив та при посіві якісним насінням. При відповідному часі посіву в пшениці восени розвивається 3-6 паростків.

Розвиток кореневої системи взаємопов'язаний з ростом підземної маси. При прийнятних умовах до підходу зими в озимої пшениці добре розвиваються первинні корені, що проникають на глибину 10 см та вторинна коренева система.

Вихід в трубку озимої пшениці починається в першій половині травня при температурі не нижче  $10^{\circ}\text{C}$ , поява колосків через 30-35 днів. Протяжність від весняного пробудження до появи колосків пшениці становить 70 днів. Цвіте пшениця близько тижня, а формування, налив і дозрівання зерна продовжується ще 30-35 днів [4].

До ґрунту озима пшениця вимоглива, реакція ґрунтового розчину повинна бути близькою до нормальної, вологість достатньою. Гарна забезпеченість вологою, необхідна при проростанні насіння в осінньому розвитку, а також в період від виходу в трубку до скошування пшениці. Але ж посухи озима пшениця переносе краще, ніж ярі хліби. Коренева система цієї культури має недостатню спроможність вичерпувати з ґрунту розчини.

При недостатчі вологи та необхідних речовин восени кущення послаблюється. Але й при перевищенні азотного корму рослини

переростають, зимостійкість знижується. Весною озима пшениця росте пізніше і повільніше, ніж ярі, при цьому після зимівлі потреба в азотних добривах дуже велика.

Сортовий склад озимої пшениці вибирають у відповідності з перспективним планом заміни сортів.

В нашій роботі ми пропонуємо сорти селекції Дніпровського державного аграрно-економічного університету – Співанка або Комерційна. Цей сорт має стебла заввишки 100-120 см. Зимостійкість, стійкість до шкідників та хвороб на рівні стандарту. Ці сорти входять у список районованих сортів пшениць.

## 2.1 Зернозбиральні комбайни вітчизняного виробництва

Після розпаду Радянського Союзу Україна, яка була основним виробником зерна, залишилася без свого вітчизняного зернозбирального комбайна. І в агропромисловому комплексі України склалося критичне становище із забезпеченням сільськогосподарською технікою. Порівняно з 1990 роком парк сільськогосподарських машин, в тому числі і зернозбиральних комбайнів, скоротився на 30-35 %. 60 % з наявних машин відпрацювали свій амортизаційний строк.

З метою поліпшення існуючого становища Кабінет міністрів України прийняв цілий ряд постанов, розпоряджень і доручень, безпосередньо спрямованих на оснащення агропромислового комплексу сучасною технікою вітчизняного виробництва. Згідно цих рішень КБ “Південне” і концерн “Лан” розробили, а також було проведено приймальні та експлуатаційні випробування зразків дослідних і дослідно-промислових партій вітчизняних зернозбиральних комбайнів “Славутич” (рис. 2.1) і “Лан” (рис. 2.2) із пропускною здатністю хлібної маси відповідно 9-12 і 7-9 кг/с. Крім того на заводі “Автоштамп” (м. Олександрія, Кіровоградська обл.) розроблено і випущено перші зразки зернозбирального міні-комбайна “Фермер К-01”.

Рисунок 2.1 – Зернозбиральний комбайн «Славутич» КЗС-9 (а)  
і КЗСР-9 (б)



Рисунок 2.2 - Зернозбиральний комбайн «Лан»

На державному підприємстві “завод імені Малишева” (м. Харків) вперше в Україні розпочато серійне виробництво зернозбиральних комбайнів “Обрій” на базі польського комбайна “Бізон BSZ 110”. Ці комбайни збираються з вузлів та агрегатів, які постачає польська сторона і орієнтовані на збирання зернових в більш вологих умовах збирання (Полісся, Лісостеп) – до 29 %, тоді як усі інші зупиняються при вологості хлібної маси 19 % [7]. При виготовленні вже першої партії комбайна “Обрій” було використано близько 15 % комплектуючих власного виробництва. На заводі повністю виготовляють передній міст укупі з коробкою передач та боковими редукторами, ведений задній міст, адаптери для збирання соняшника, візок для перевезення жаток, значну частину шківів, валів. Це дозволило знизити ціну комбайна зі 136 тисяч доларів до 127 тисяч. Перша партія з 50 комбайнів працює в Україні з 1997 року.

У 1999 році на державному підприємстві “Завод імені Малишева” було складено 20 комбайнів “Обрій” із 15 % рівнем комплектації власного виробництва. На початок сезону 2000 року планується скласти 25 – 40 комбайнів, на яких планується встановити двигун харківського заводу “Серп і молот” СМД 3120, зернову жатку з “Бердянськсільмашу”, гідростатичну трансмісію НВО “Гідросила”, що дозволить значно знизити собівартість

виробництва. Крім того, агрегати українського виробництва мають суттєві переваги під час обслуговування в період експлуатації.

Пріоритетним для вітчизняного сільгоспмашинобудування є удосконалення базових моделей зернозбиральних комбайнів “Славутич” і “Лан”, розробка нових конструкцій та створення виробничих потужностей зі значним нарощуванням темпів випуску комбайнів.

Планується ряд заходів по підвищенню якості та надійності цієї техніки. Для практичної реалізації робіт у цьому напрямі в поточному році буде розроблена та впроваджена на підприємствах, залучених до виготовлення вітчизняних зернозбиральних комбайнів, система якості виробництва матеріалів, комплектуючих виробів, деталей, вузлів, агрегатів та комбайнів у цілому. Одержаний досвід використовуватиметься для поширення системи якості продукції на підприємствах галузі [6]. Крім того, значна увага приділяється уніфікації вітчизняних зернозбиральних комбайнів як одного з головних напрямків підвищення їхнього технічного рівня та якості, поліпшення умов експлуатації, обслуговування та ремонту.

## 2.2 Зернозбиральні комбайни провідних західних фірм

Сьогодні на полях України можна побачити зернозбиральні комбайни всіх компаній та виробників світу. У своїй масі вони проявляють себе як надійні, комфортні машини найвищого світового рівня. Водночас всі вони відрізняються один від одного потенційною продуктивністю, закладеною у них конструкторами й розробниками. Реалізація 100 % продуктивності комбайна залежить від багатьох факторів: досвіду оператора, рельєфу поля, ширини жатки, обраної робочої швидкості, типу і якості хлібної маси, способу роботи комбайна (збирання напряму чи з валків, подрібнення соломи чи вкладання її у валки та ін.). Але найбільш вагомим фактором використання продуктивності машини є врожайність збираних культур.

Найпопулярнішими в Україні є моделі комбайнів з потужністю двигуна понад 200 к.с.. Деякі з них мають потужність до 300 і більше к.с. Якщо у

попередні роки це були лише комбайни фірм “Клаас”, “Нью Холланд” та “Джон Дір”, то останнім часом до них приєдналися машини фірм “Дойтц Фар”, “МДВ”, “Массей Фергюсон” та інші.

### Рисунок 2.3 - Зернозбиральний комбайн фірми Джон Дір

Потенціальна продуктивність комбайнів реалізується лише тоді, коли:

- урожайність культури та швидкість руху зернозбирального комбайна достатньо високі й дозволяють повністю завантажити машину;
- оператор в змозі керувати машиною безпечно та комфортно, що дозволить йому підтримувати швидкість протягом робочої зміни.

В зв'язку із зростанням у багатьох країнах світу врожайності зернових (6 – 8 т/га) і кукурудзи (8 – 12 т/га), а також загальною тенденцією до скорочення строків збирання, зменшення втрат, підвищення рентабельності виробництва зерна, всі провідні комбайнобудівні фірми Європи і США в останні два - три роки запропонували ринку новітні надпотужні моделі зернозбиральних комбайнів. Основні експлуатаційні показники зернозбиральних комбайнів провідних фірм світу приведені в таблиці 2.1.

Для збільшення пропускної спроможності практично всі фірми радикально удосконалили молотильно-сепаруючі системи та систему очищення дрібного вороху, обладнали комбайни двигунами потужністю 270 - 425 к.с. та збільшили місткість бункера до 7 - 12 м<sup>3</sup> [8]. Відповідно зросла маса, габарити комбайнів, і більш складними стали механізми приводів робочих органів.

Таблиця 2.1 - Експлуатаційні показники зарубіжних комбайнів  
на збиранні озимої пшениці

Показники	«Клаас» ФРГ Доміна- тор-108СЛ	«Кейс» США М-1666	Джон Дір США М-9500	«Бізон» Польща БС-5110
Потужність двигуна, кВт/к.с.	163 / 221	140 / 190	160 / 215	162 / 217
Урожайність зерна, т/га	37,2	42,1	39,9	36,5
Вологість зерна, %	7,8	7,4	7,4	26
Вологість соломи, %	9,9	12,3	12,3	24,1
Продуктивність, т/год основного часу	11,4	12,5	12,8	8,5
Загальні втрати зерна за комбайном, %	2,1	0,9	2,0	2,0
Питомі витрати палива, кг/т	2,5	2,6	2,2	2,5

У конструкції молотильно-сепаруючих систем надпотужних комбайнів переважають різні варіанти роторних молотильних і сепаруючих робочих органів, і лише фірми "Дойц - Фар", МДВ – "Кейс" (Е-527), і "Джон Дір" (європейська серія комбайнів моделі 2200) у своїх потужних моделях зберегли модернізовані молотильні апарати барабанного типу і клавішні соломотряси (рис. 3.5 – 3.9).

Найбільш нетрадиційне конструктивно-технологічне рішення надпотужного комбайна "Аркус-2500" запропонувала фірма МДВ (ФРН), яка входила в компанію "Хеге", а в останній час продала право виробництва своїх комбайнів корпорації "Кейс". Нова концепція створення цього комбайна базується на застосуванні принципово нової молотильно-сепаруючої системи, виконаної за схемою "похила камера – ротор" (SPS), що розташовується безпосередньо за жаткою спереду переднього моста

комбайна. Два поздовжньо розташовані один біля одного ротори з частотою обертання 800 - 1000 об./хв і поперечно розташований соломосепаратор здійснюють обмолот і грубу сепарацію хлібної маси. Після цього зерновий ворох за допомогою шнекових транспортерів подається на два високопродуктивних трирешіткових очищення загальною площею решіт 8,54 м<sup>2</sup>, а солома за допомогою соломосепаратора видаляється з боків комбайна в два валки.

Щоб досягти високої продуктивності (40 – 50 т/год), а також зробити “Аркус – 2500” максимально мобільним, у конструкції комбайна передні колеса виконують роль керованих, а ведучими і несучими є задні, що покращує його динамічні властивості і дає змогу рухатись по дорогах з максимальною швидкістю 40 км/год.

#### Рисунок 2.4 - Зернозбиральний комбайн DOMINATOR фірми CLAAS

Надпотужний комбайн “Лексікон-480” фірми “Клаас” побудований на базі нової, розвинутої молотильної системи з прискорювачем подачі хлібної маси (APS), яка перевірена і добре себе зарекомендувала в класичних моделях комбайнів серії “Мега” та “Лексікон”. Комбайн “Лексікон-480” має збільшену до 1,7 м ширину молотарки, а функції соломотряса виконує двохроторний аксіальний соломосепаратор. Подібну технологічну схему має комбайн “Джон



Дір СТС”, але за базовими параметрами молотильно-сепаруючої системи і потужністю двигуна він поступається комбайну “Лексікон-480”.

Рисунок 2.4 - Зернозбиральний комбайн LEXION 460 фірми CLAAS

Рисунок 2.5 - Зернозбиральний комбайн MEGA фірми CLAAS

Фірма “Дойц-Фар” у новій надпотужній моделі “Топлайнер-8XL” для збільшення продуктивності до 30-40 т/год розробила на базі добре відомої класичної моделі “Топлайнер-4090” конструкцію молотильно-сепаруючої системи, яка складається з молотильного барабана, бітера і двох роторних соломосепараторів та двохсекційного соломотрясу загальною площею 7,48 м<sup>2</sup>. Суттєво збільшена також площа системи очищення дрібного вороху.

Високопродуктивний комбайн TF-78 фірми “Нью-Холланд” також створений на основі багатобарабанної молотильно-сепаруючої системи, що складається з молотильного барабана, двох роторних і одного двохпотокowego соломосепаратора (twin flow). Останній розділяє солому на два потоки і виділяє з молотарки.

Продовжується також удосконалення та підвищення енергонасиченості і пропускної здатності відомих конструкцій аксіально-роторних (axial-flow) та моноблочних молотильно-сепаруючих систем у моделях “Кейс-2188” і “Нью-Холланд TR-98”. Оригінальна молотильно-сепаруюча система з тангенціальною подачею хлібної маси застосована також у комбайнах серії “Глінер”.

Аксіально-роторна молотильно-сепаруюча система із вкороченим ротором великого діаметра (1200 мм) і сепаруючою декою, що обертається, застосована в новій конструкції надпотужного комбайна “Бі-Ротор”. Комбайн має блочно-модульну побудову, еластичний гусеничний хід та бункер великої місткості (12м<sup>3</sup>). Застосування такого типу молотильно-сепаруючих систем дає змогу зменшити габаритні розміри (конструктивний об’єм) молотарки, покращити компоновку комбайна і, як це видно також на прикладі комбайна “Аркус”, - застосувати принципово нову концепцію при розробці конструкції комбайнів: інтенсифікувати і сумістити робочі процеси обмолоту і сепарації грубого вороху, поліпшити кінематику приводів, більш раціонально використати конструктивний простір та розмістити двигун.

Нове компактне конструктивне рішення отримала молотильно-сепаруюча система з тангенціальною подачею хлібної маси в розробках КБ Гомельського комбайнового заводу (Білорусь) – комбайнах КЗР-10 та КЗС-10 “Полісся-Ротор” [8], у яких молотильно-сепаруюча система винесена за межі між-осьового простору ходової системи і зблокована безпосередньо з жаткою на місці похилої камери. Скошена хлібна маса від шнека жатки подається штифтовим барабаном у роторний молотильно-сепаруючий пристрій, де обмолочується; грубий ворох – сепарується, а солома видаляється в боковий

валок. Виділений на молотарці дрібний ворох шнековими та скребковими транспортерами подається на очищення, звідки, за потреби, може збиратися найбільш поживна незернова частина врожаю – полова. Вивільнений простір між осями комбайна використовується для збільшення площі очищення дрібного вороху і місткості бункера, одночасно спрощується система приводів. Завдяки оптимально вибраним параметрам молотильно-сепаруючої системи, пропускна здатність комбайна КЗС-10 зросла до 12 кг/с, а продуктивність – до 30 т/год. Ця конструктивно-технологічна схема має значну потенційну можливість для подальшого підвищення пропускної здатності до 15-16 кг/с – за відповідно збільшення базових параметрів комбайна за умови застосування очісувальної жатки з шириною захвата 7...8,4 м дасть змогу досягти продуктивності надпотужних комбайнів “Аркус” і “Лексікон” за суттєво меншої енергоємності та матеріаломісткості.

#### Рисунок 2.6 - Зернозбиральний комбайн фірми MASSEY FERGUSON

У всіх надпотужних комбайнів зарубіжних фірм відповідним чином збільшена також ширина жаток – до 7 - 9,1 м, а досягнення високих експлуатаційно-технологічних характеристик пов’язано зі значним підвищенням технічного рівня конструкції комбайнів за рахунок високої технології їх виготовлення.

Найбільш перспективною і простою для вітчизняних високопродуктивних комбайнів блочно-модульної конструкції є моноблочна конструкція молотильно-сепаруючої системи з тангенціальною подачею хлібної маси, яка відпрацьована в конструкції комбайна КЗР-10 “Полісся-Ротор”. Застосування роторної молотарки з тангенціальною подачею дає змогу перейти на модульно-блочну компоновку комбайна з використанням універсального енергетичного засобу (спочатку “УЕС-250”), а потім створити новий універсальний енергетично-транспортний модуль на базі ходових систем зерно-, кормо-, бурякозбиральних машин.

Крім того, є ще одне перспективне технологічне рішення – обладнання комбайнів очісуючими адаптерами, які за рахунок збільшення ширини захвата жаток і робочих швидкостей до 7 – 9 км/год та зменшення енергоємності фактично подвоюють продуктивність комбайнів і в 1,5-1,8 рази зменшують питому енергоємність та матеріаломісткість і втрати. Завдяки перевагам цього технологічного процесу, його меншої чутливості до забур’яненості і зволоження хлібів та доцільності вносити в ґрунт соломку, його можна за попередніми прогнозами запровадити на 25 – 30 % площ зернових культур, особливо в степовій зоні.

Надзвичайно раціональним слід вважати поєднання очісуючих адаптерів з компактними моноблочними тангенціальними молотильно-сепаруючими системами, що в перспективі створює передумови для досягнення продуктивності на рівні надпотужних європейських комбайнів з переважаючими техніко-економічними показниками при значно менших габаритах і потужності двигуна [8].

### 3 ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Вантажні автомобілі, причепа і напівпричепа в залежності від будови кузовів і інших конструктивних особливостей, що визначають характер їхнього використання, підрозділяються на рухомий склад загального призначення і спеціалізований.

Автомобілі, причепа і напівпричепа загального призначення мають кузов типу бортова платформа і призначаються для перевезення усіх видів вантажів, крім рідких, без тари.

Автомобільний транспорт бере безпосередню участь у забезпеченні сільського господарства всіма послугами виробничого призначення, є необхідною складною ланкою технологічного процесу збирання і заготівлі врожаю всіх сільськогосподарських культур.

Якість перевезень вантажів оцінюється наступними показниками: своєчасність виконання замовлення, збереженість вантажів, зручність користування і економічністю.

Звичайно під своєчасністю або надійністю виконання перевезень розуміється своєчасний вивіз вантажу від відправника і доставка його одержувачеві. Від своєчасності перевезень добрив залежить дотримання агротехнічних термінів внесення їх у ґрунт і підживлення рослин, а отже, і доля майбутнього врожаю. Від доставки сільськогосподарської техніки, запасних частин, нафтопродуктів — своєчасність і якість виконання сільськогосподарських виробничих процесів. Від перевезень з господарств зерна, цукрових буряків, картоплі, овочів, продуктів тваринництва — кінцеві результати праці працівників сільського господарства, ступінь задоволення потреб населення і народного господарства в сільськогосподарських продуктах і вантажах.

На відміну від промисловості, будівництва, торгівлі в сільському

господарстві автомобільний транспорт приймає безпосередню участь у виробничих процесах і сприяє своєчасності їх виконання. Так, наприклад при збиранні силосної маси, цукрових буряків, картоплі транспортні засоби (рухомий склад автомобільного транспорту або трактори з причепами) постійно супроводжують збиральні комбайни, виконуючи поряд із транспортною накопичувальну функцію. При збиранні зернових колосових культур застосовуються комбайни з накопичувальними бункерами, що обумовлює необхідність ритмічного прибування до них транспортних засобів.

На відміну від зерна і силосної маси, що вивозяться по мірі збирання з полів на токи й у сховища, значна частина цукрових буряків і картоплі (крім забирання потоковим способом), овочів, баштанних і деяких інших сільськогосподарських продуктів певний час зберігається на полях і плантаціях. Відомо, що через 5 діб збереження цукрових буряків на плантаціях у купах він втрачає по масі в середньому 3%, а через 10 діб уже 12—13% і, що особливо важливо, через зниження вмісту вологи коренів різко знижується вихід цукру при їхній переробці.

Тому, як правило, зібрані сільськогосподарські продукти необхідно вивозити з полів і плантацій протягом короткого терміну. Своєчасність вивозу в досить значному ступені залежить від автомобільного транспорту.

Таким чином, в галузі сільського господарства своєчасність виконання автомобільних перевезень суттєво впливає на хід виробничих процесів і результати сільськогосподарського виробництва.

Сказане вище повною мірою відноситься і до іншої найважливішої галузі сільського господарства — тваринництву.

Автомобільний транспорт, виконуючи перевезення, відіграє роль сполучної ланки між сільським господарством, промисловістю і торгівлею, а тому обсяг і ритмічність його роботи безпосередньо впливають на всі виробничі процеси.

Зернові культури (пшеницю, жито, ячмінь, просо, гречку) перевозять із токів або безпосередньо від комбайнів бортовими автомобілями, автомобілями-самоскидами й автомобільними потягами.

Для перевезення зернових вантажів необхідно ретельно підготувати рухомий склад: перевірити його технічний стан і усунути несправності, наростити борта, ущільнити всі з'єднання кузова, щоб уникнути втрат зерна при транспортуванні, установити іскрогасники. Днище і борти кузова ущільнюють за допомогою фанери, дерев'яних планок, гумових прокладок, мішковини і т.п. Оскільки під час перевезення зерна в кузовах автомобілів відкритим способом втрачається на кожній їзді через видування від 35 до 50 кг зерна, то для усунення цього кузова вкривають тентами, що представляють собою брезент, передній кінець якого прикріплюють за допомогою бруса до переднього борта автомобіля, а задній — до заднього за допомогою запірних гаків або пасів.

Для використання номінальної вантажопідйомності автомобіля необхідно нарощувати борти. Повне використання номінальної вантажопідйомності автомобілів при перевезеннях необхідна умова збільшення їхньої продуктивності.

Під час перевезення зерна у великих масштабах або на великі відстані широко використовують спеціальні автомобільні поїзди-зерновози. Автопоїзд-зерновоз вантажопідйомністю 7 т складається з тягача ЗІЛ-130В1 і причепа-самоскида ММЗ-812 з кузовом, що розвантажується на бокові сторони.

Автопоїзд-самоскид вантажопідйомністю 12 т складається з тягача МАЗ-504Б и одноосьового напівпричепа МАЗ-582.

Існують дві схеми відвезення зерна від комбайна: індивідуальна і групова.

При індивідуальному відвезенні за одним комбайном закріплюються один-два автомобіля. Автомобіль, який прибув на поле прийнявши зерно з

бункера комбайна в кузов, повинен простоювати чекаючи наступного намолоту. Перебування автомобіля на полі складає 50-70% часу його обороту.

В другому випадку створюється збирально-комплексна ланка, що складається з комбайнерів і шоферів, в якій за групою комбайнів закріплено декілька автомобілів, і завантаження їх проводиться по мірі бункера будь-якого комбайна. Така система значно скорочує час перебування автомобіля на полі.

При вивозі зерна безпосередньо від комбайна необхідно прокласти розвантажувальні і транспортні проїзди. Розвантажувальні проїзди являють собою поперечний прокіс шириною 6—8 м, який виконується безпосереднім комбайнуванням за два-три проходи. При роздільному комбайнуванні після прокошу проходить трактор із граблями, що формують валок, або комбайн за два—три проходи підбирає й обмолочує валки на місці майбутніх проїздів.

Транспортні проїзди намічаються таким чином, щоб скоротити пробіг автомобіля по полю до місць його завантаження і не допустити наїзду на валки.

Ритмічна робота автомобілів і комбайнів можливий тільки тоді, коли інтервал руху автомобілів і час намолоту бункерів комбайна будуть рівними.

Своєчасність (надійність) виконання перевезень сільськогосподарських вантажів є головним показником оцінки якості роботи автомобільного транспорту.

Автомобільний транспорт у силу свого положення в зазначеному процесі і властивих йому рис не може обмежуватися пасивною роллю перевізника. Він повинний стати його активним організатором і разом із працівниками сільського господарства і системи заготівель забезпечувати централізоване керування процесом, що включає міжгалузеве поточне й оперативне планування збирально-транспортно-заготівельних робіт, організацію, диспетчерське керівництво, оперативне регулювання, щодобовий збір інформації про хід робіт, аналіз даних і підведення підсумків. Заснована на такому принципі робота автомобільного



транспорту досить ефективна для галузей, що обслуговуються, і в цілому для народного господарства. Важливе значення має розробка і впровадження технологічних процесів перевезень із застосуванням більш сучасної, надійної і зручної тари, автомобільних контейнерів для безперевантажувальної доставки сільськогосподарських продуктів.

Наступним показником якості перевезення вантажів є зручність користування системою перевезень для відправників вантажу і вантажоодержувачів.

Він включає зручність підготовки вантажу до перевезення, його навантаження і розвантаження, ступінь участі відправників вантажу і одержувачів у перевізному процесі й експедируванні вантажів, а також зручність оформлення заявок, товарно-транспортної документації, одержання інформації про перевезення і здачу вантажів.

При відправленні з полів і плантацій таких сільськогосподарських продуктів, як зерно, силосна маса, цукровий буряк, вантажі практично не готуються до перевезення. Більше того, операція навантаження сполучена з процесом збирання і інколи вимагає участі додаткових працівників для розрівнювання й ущільнення маси у кузовах транспортних засобів.

Підготовка до перевезення коренів цукрових буряків, які забираються перевалочним і частково поточно-перевалочним способами, картоплі, деяких видів овочів, баштанних культур включає доставку до польових доріг, формування куп (буртів, кагатів), навантаження в транспортні засоби вимагає додаткових витрат, залучення працівників і техніки.

Показником якості перевезень вантажів є також і економічність для відправників вантажу і вантажоодержувачів. Це показник варто розглядати з погляду економічності доставки вантажу, що включає перевезення, навантаження, вивантаження і супроводжування вантажу.

Здешевлення перевезень досягається в умовах сільського господарства в результаті зменшення обсягів транспортної роботи за рахунок скорочення середньої відстані перевезень шляхом оптимального закріплення

споживачів за постачальниками однорідного вантажу. Це дозволяє скоротити середню відстань перевезень на 10—25%. Економічність перевезень сільськогосподарських вантажів для відправників і одержувачів виявляється через ефективне використання приналежних їм вантажно-розвантажувальних механізмів, засобів прийому і здачі вантажу.

Необхідними умовами економічності при цьому є: рівномірність (безперервність або ритмічність) виконання перевезень або транспортного обслуговування; організація роботи автомобільного парку в повній відповідності з раціональними режимами роботи; застосування таких типів рухливого складу, що дозволяють у максимальному ступені використовувати способу здачі, прийому, навантаження і вивантаження вантажів; граничне скорочення тривалості виконання операцій.

Особливе значення має дотримання зазначених умов у періоди збирання врожаю і заготівлі масових сільськогосподарських продуктів, тому що воно визначає темпи збиральних робіт і ефективність використання збиральної техніки, засобів післязбиральної обробки сільськогосподарських продуктів на сховищах, токах і сортувальних пунктах господарств, лабораторного, вагового і розвантажувального устаткування державних приймальних пунктів, підприємств по збереженню і переробці сільськогосподарської продукції.

Методи організації автомобільних перевезень сільськогосподарських вантажів можуть впливати на рівень витрат відправників вантажу і вантажоодержувачів на тару, упакування, складування вантажів, на виконання процесів або окремих операцій, зв'язаних з перевезеннями, в основному виробництві.

У системі заходів по усуненню втрат при перевезенні зернових та інших сипких вантажів важливе значення має переобладнання і герметизація кузовів бортових автомобілів і причепів. Для поліпшення використання вантажопідйомності транспортних засобів і уникнення втрат під час руху необхідно обладнати кузов додатковими бортами, які збільшують його висоту.

Поруч із збільшенням місткості кузова цей захід пов'язаний з тим, що навіть при укритті кузовів захисними полотнищами частина зерна може висипатися. Від зустрічного потоку повітря полотнище піднімається і під ним утворюються потоки повітря, які видують зерно. Щоб уникнути цього, рівень зерна в кузові повинен бути на 10—15 см нижче верхньої кромки бортів.

При нарощуванні бортів необхідно враховувати і те, що вантажна висота автомобілів по додаткових бортах не повинна перебільшувати вантажну висоту комбайнів чи зернонавантажувачів, з якими працюватимуть транспортні засоби.

Вантажна висота комбайна чи навантажувача — це відстань від землі до нижньої кромки кожуха транспортера-розвантажувача.

Максимальну висоту додаткових бортів можна визначити як різницю між вантажною висотою комбайна (зернонавантажувача) і вантажною висотою транспортного засобу за основними бортами. Одночасно треба враховувати номінальну вантажопідйомність транспортного засобу і місткість кузова з додатковими бортами. З врахуванням цього висоту додаткових бортів розраховують за формулою:

$$H = \frac{Q_H - \rho V_{\text{осн}}}{\rho S} + 0.15 \leq H_1 - H_2 \quad (3.1)$$

де  $Q_H$  — номінальна вантажопідйомність транспортного засобу, т;

$\rho$  — насипна маса (щільність) вантажу, т/м<sup>3</sup>;

$V_{\text{осн}}$  — об'єм кузова за основними бортами, м<sup>3</sup>,

$S$  — площа кузова, м<sup>2</sup>;

$H_1$  — вантажна висота комбайна (навантажувача), м;

$H_2$  — вантажна висота транспортного засобу, м.

На внутрішніх боках бортів кузовів на 10 см нижче їх верхньої кромки наносять обмежувальну риску завантажування яскравою фарбою або дерев'яною рейкою. Ущільнення швів і зазорів між бортами і підлогою дерев'яного кузова можна виконати різними способами (рис. 4.1). Дерев'яними

планками товщиною 8—10 мм, які прибивають з внутрішнього боку кузова, усувають щілини у стиках дошок борта і підлоги, а брусом трикутного поперечного перерізу зазор між бортом і підлогою кузова (рис. 3.1, а). Тут зображено також ущільнення зазорів гнучкою смужкою з тонкої штабової сталі чи з конвеєрної стрічки (рис. 3.1, б). Ущільнення валиком із складеної вдвічі гуми або транспортерної стрічки показано на рис. 3.1, в, а на рис. 3.1, г — ущільнення валиком із мішковини з м'якою набивкою. Заслуговує на увагу спосіб ущільнення зазорів гумовою стрічкою (рис. 3.1, д) і суцільними шматками мішковини (рис. 3.1, е).

Добре зарекомендував себе спосіб герметизації щілин і зазорів пінополіуретаном ППУ-225Н (рис. 3.1, ж). Ущільнюють зазори шляхом нагнітання рідкої пластичної маси у щілини і порожнечі. Після затвердіння пінопласт надійне еластичне ущільнення. Приблизно через годину після напилювання затверділий пінопласт у місцях рознімання стиків можна розрізувати гострим ножом.

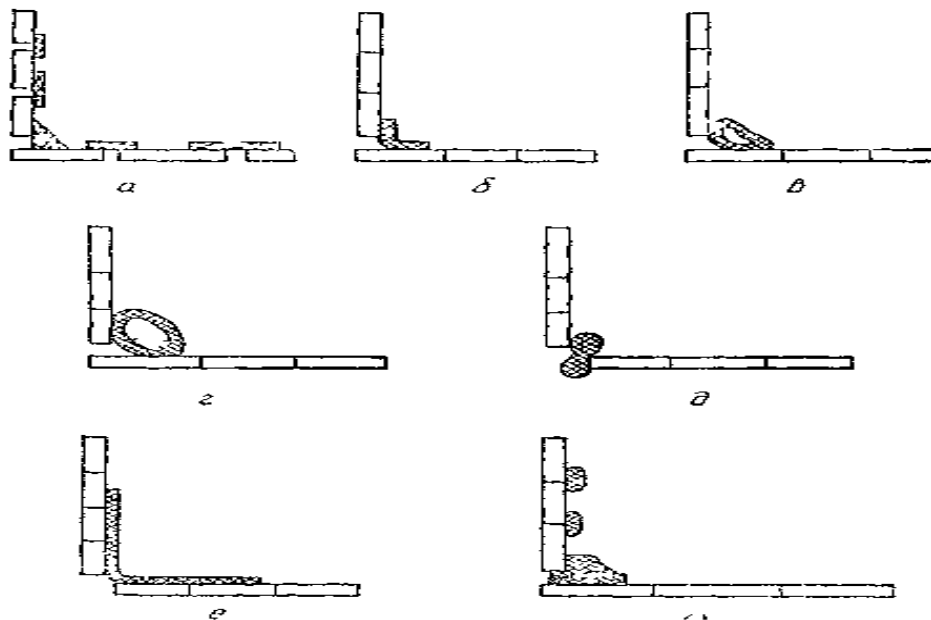


Рисунок 3.1 - Способи ущільнення швів і зазорів між бортами і підлогою дерев'яного кузова: а - брусом, б - сталлюю смужкою, в - гумовим валиком, г - валиком з мішковини, д - гумовою стрічкою, е - шматками мішковини, ж - пінополіуретаном

При перевезенні у відкритих кузовах втрачається 35—50 кг зерна. Для усунення втрат транспортні засоби повинні мати укриття (брезент). А з настанням заморозків і при опадах без укриття забороняється перевозити також овочі і коренеплоди.

Одним із простих і надійних способів кріплення брезенту є встановлення із зовнішньої сторони бортів кузова (крім переднього) дерев'яних брусків поперечного перерізу 50X50 мм. Краї брезенту потовщені, загнуті кілька разів і прошиті. Його кріплять до переднього борта планкою. До решти бортів притискають нижніми шарнірно закріпленими брусками, які замикають замками запірних гаків бортів автомобілів. Можливий інший варіант кріплення брезенту. Як і у попередньому випадку, один його бік кріплять до переднього борта кузова. На бокових і задньому бортах брезент повинне звисати на 10—15 см. З цих боків в краї брезенту вшивають шнури, за допомогою яких він кріпиться. Вільні кінці шнурів прив'язують до запірних гаків бортів. Зручне і швидке згортання і розгортання брезенту забезпечує конструкція, зображена на рис. 3.2.

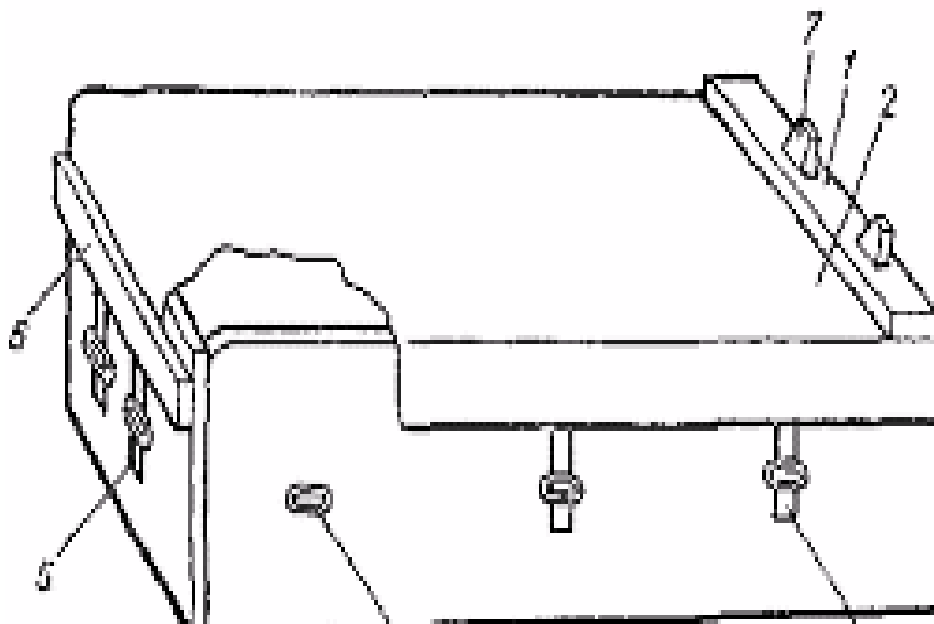


Рисунок 3.2 - Спосіб кріплення полотнища брезенту:

1 і 6 - брус; 2 - брезент; 3 - пас; 4 - гак; 5 - притискач; 7 - кронштейн

Брезент кріплять на передній стінці кузова за допомогою бруса 1 і шурупів. Справа брезент 2 прив'язують пасами 3 і гаками 4, а зліва — за стібками, притискачі 5 яких знаходяться на відповідних бортах. Брезент згортають на бруску 6, і утворений рулон розміщують на кронштейнах 7, встановлених на брусі. Для укриття кузова з вантажем цей рулон легко розгортається у процесі пересування бруска 6 до заднього борта.

Укриття виготовляють за розмірами кузова з напуском на бокові борти 200 мм, на задній — 300 і на передній — 100 мм. Кути задньої частини укриття вирізають, а потім зашивають.

Розсувне укриття, яке кріплять до кузова за допомогою кілець, зображене на рис. 3.3.

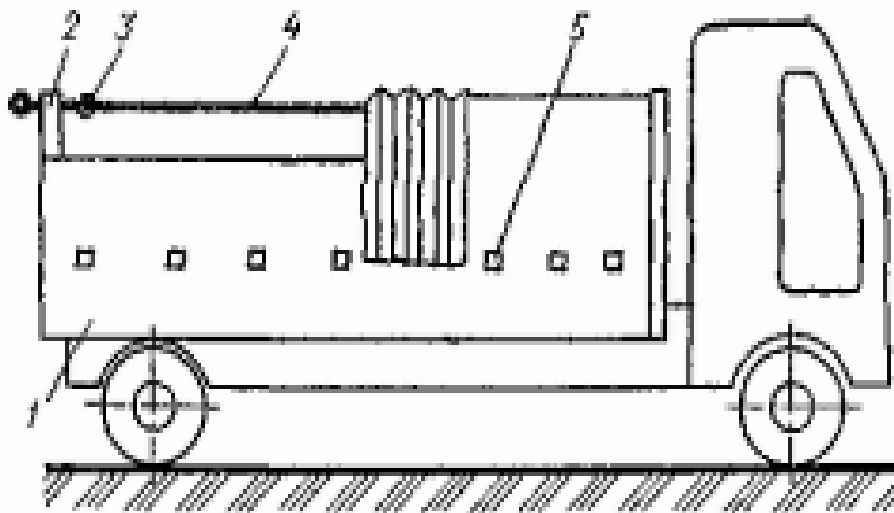


Рисунок 3.3 - Розсувне укриття кузова автомобіля:

1-кутовий стояк бокового борту; 2 кронштейн; 3- натяжний гвинт; 4- трос; 5- гак

На кутові стояки бокових бортів кузова 1 встановлено чотири кронштейни 2 з натяжними гвинтами 3, за допомогою яких натягують два троси 4. Тент кріплять до переднього борта і за допомогою кілець навішують на напрямні троси так, щоб він звисав на бокові і задній борти. Фіксують його на бокових і заднім бортах гаками 5. Відкривається тент досить швидко, треба

лише зняти петлі з гаків і на кільцях пересунути тент на тросах до переднього борту. Закривають тент так само.

Використання такого пристрою дає більший запас сили тяги (підвищує динамічний фактор автомобіля, який приходить на одиницю ваги автопоїзда, тому що зменшується аеродинамічний опір.

## 4 РОРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЗАМІНИ КОЛІС АВТОМОБІЛІВ І ЙОГО РОЗРАХУНКИ

### 4.1 Опис пристрою для знімання і заміни коліс вантажних автомобілів

Повне використання технічних можливостей сільськогосподарської техніки, відсутність її простоїв з організаційних причин та у випадку ремонтів – один із важливих заходів, які дозволяють підвищити продуктивність машинно-тракторних агрегатів. В умовах збирання сільськогосподарських культур, зокрема зернових колосових особлива увага має приділятися підвищенню ефективності використання вантажних автомобілів при обслуговуванні зернозбиральних комбайнів.

При ремонтах транспортних засобів зняття і заміна коліс є трудомісткою операцією. Для полегшення і прискорення виконання цієї роботи пропонується конструкція пристрою, який дозволяє знімати і транспортувати колеса вантажних автомобілів при ремонті і технічному обслуговуванні.

В автогосподарствах використовуються візки для зняття і заміни коліс вантажних автомобілів. На таких візках немає пристрою для зняття коліс з шпильок. В представленому візку є зйомник для зняття коліс, управління візком може здійснювати один працівник.

Конструкція візка із зйомником дозволяє вести демонтаж будь-яких типорозмірів коліс транспортних засобів, які мають різноманітну конструкцію шин. Пристрій простий і надійний в роботі.

Пристрій для знімання і заміни коліс вантажних автомобілів складається з візка і зйомника. Останній включає платформу на колесах; раму, розташовану в вертикальній площині; балку, яка кріпиться до рами з можливістю переміщення у вертикальній площині; пристрій для захвату і підтримки колеса, а також механізм приводу.



Пристрій для захвату колеса виконано у вигляді скоби, шарнірно з'єднаної з затискним важелем і пружиною розтягу. Силовий привід зроблено у вигляді лебідки з тросом, два кінці якого заведені за обвідні рамки, розташовані на протилежних кінцях горизонтальної балки і через захватні скоби з'єднані з захватними важелями.

Принцип роботи пристосування для знімання і заміни коліс транспортних засобів наступний. При демонтажі коліс транспортний засіб піднімається на висоту, достатню для заведення візка під колесо. Візок встановлюють так, щоб лижі підйому зайшли під колесо, при цьому балка із зйомником піднята в крайнє верхнє положення.

Ручку управління виводиться із зачеплення зубчатий сектор і приводиться в круговий рух траверсу, яка підводить за допомогою важелів лижу до шини колеса. Через вільний простір рами здійснюється відкручування і зняття гайок кріплення колеса. Після чого балка опускається, встановлюється на потрібній висоті і фіксується за допомогою фіксаторів, так, щоб упор зйомника знаходився на рівні осі обертання колеса. При цьому затискні важелі відводяться в сторону. Коли захватні скоби зафіксують колесо, вони опускаються і за рахунок зусилля пружини утримуються на колесі. Защіпка барабана має на торці скіс, яким вводиться в зачеплення з барабаном зйомника і при обертанні рукоятки відбувається намотування троса на барабан зйомника.

При обертанні барабана канат затискує важіль і фіксує затискну скобу на шині колеса. Коли колесо повністю зійшло зі шпильок його підтягують захватними скобами до рами і в такому положенні транспортують до місця ремонту коліс.

#### 4.2 Розрахунок на міцність деталей пристрою для зняття і заміни коліс автомобілів

Сила, яку необхідно прикласти для зняття колеса зі шпильок вантажних автомобілів не перевищує  $P_{\max} = 600 \text{ Н}$ .

Для захватів зйомника приймаємо сталевий канат згідно ГОСТ 3074-88. діаметром  $d_k = 3,43$  мм. Розривне зусилля  $P_{\text{раз}} = 5880$  Н при розрахунковій міцності дротинок каната  $1600$  Н/мм<sup>2</sup>.

Максимальний рух захватів повинен бути по умовам роботи  $L_x = 820$  мм

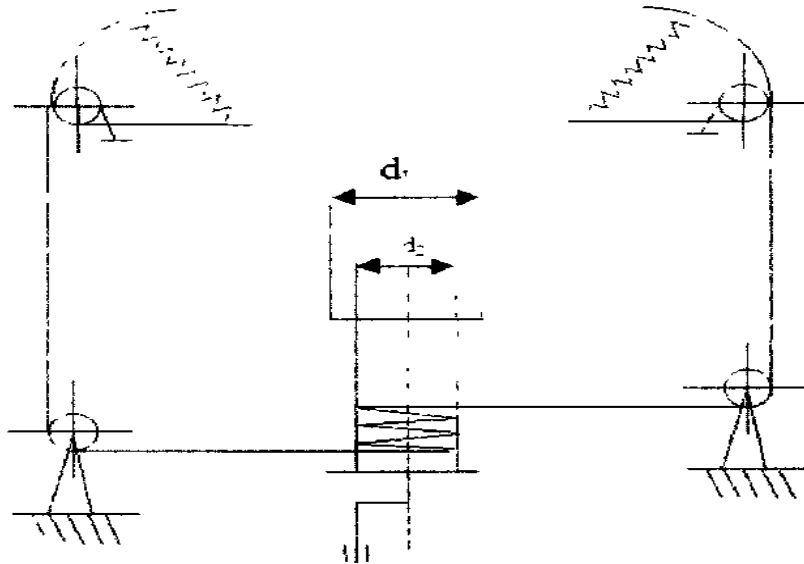


Рисунок 4.1 - Схема механізму для зняття коліс вантажних автомобілів

Визначимо необхідний діаметр барабана лебідки. Внутрішній діаметр барабана приймаємо  $d_6 = 50$  мм. Довжину троса, який намотується за один оберт, визначаємо по формулі:

$$L_1 = \pi d_6 \quad (4.1)$$

де  $d_6$  - діаметр барабана, мм.

$$L_1 = 3,14 \cdot 50 = 157 \text{ мм.}$$

Виходячи з того, що на барабан намотується два кінці канату, загальна довжина троса буде становити:

$$L_0 = 2 \cdot 820 = 1640 \text{ мм.}$$

Необхідну кількість витків намотування визначаємо по формулі:

$$n = L_0 / L_1 \quad (4.2)$$

де  $L_0$  - загальна довжина троса, що намотується мм;

$L_1$  - довжина троса, що намотується за одне оберт барабану, мм;

$$n = 1640 / 157 = 10,4 \text{ витка.}$$

Загальна висота бортів барабану  $h_6 = 17$  мм.

Зовнішній діаметр барабану визначаємо по формулі:

$$d_3 = d_6 + 2h_6, \quad (4.3)$$

де  $d_6$  - внутрішній діаметр барабану, мм.

$$d_3 = 50 + 2 \cdot 17 = 84 \text{ мм.}$$

Прийmemo довжину ручки для обертання барабану  $L = 350$  мм.

Крутний момент, який необхідно прикласти до рукоятки для зняття колеса визначимо за формулою

$$M_k = \frac{P_{\max} d_6}{2} \quad (4.4)$$

$$M_k = \frac{600 \cdot 0,05}{2} = 15 \text{ Н/м.}$$

Для створення цього моменту до рукоятки необхідно прикласти зусилля:

$$P = M_k / L = 15 / 0,35 = 42,9 \text{ Н.} \quad (4.5)$$

Згідно з вимогами ергономіки зусилля на рукоятку при обертанні рукою не повинно перевищувати 250 Н. Отримане зусилля відповідає вимогам ергономіки.

*Розрахунок опори підйому.*

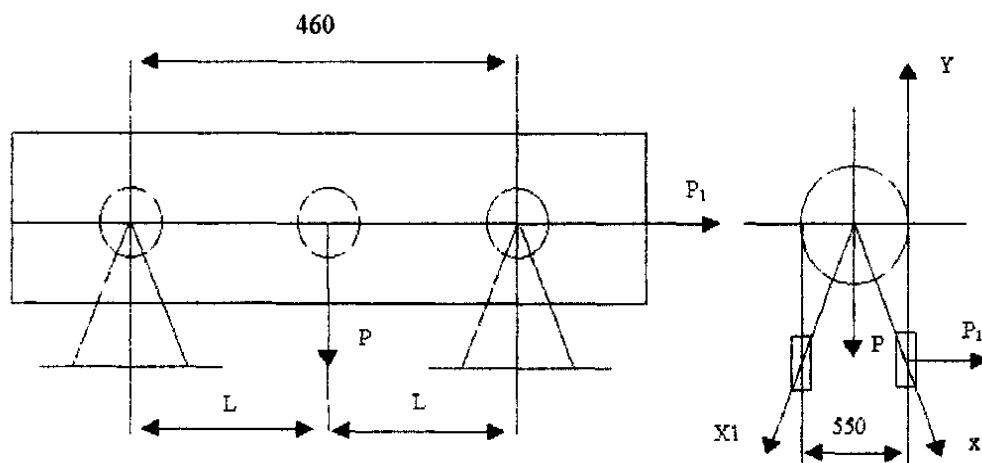


Рисунок 4.2 – Схема сил, які діють на опору

Діюче навантаження на опору - це вага колеса.

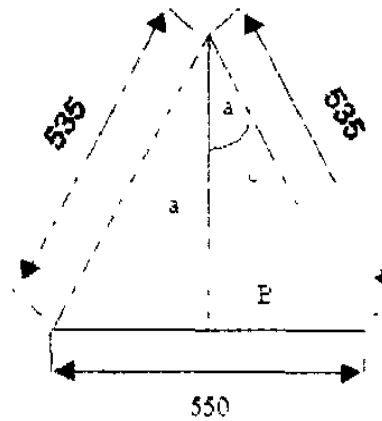


Рисунок 5.3 - Схема розподілення зусиль

$$b/c = \sin \alpha. \quad (4.6)$$

$$275/535 = 0,5140. \text{ Звідки, } \alpha = 30^{\circ} 56'$$

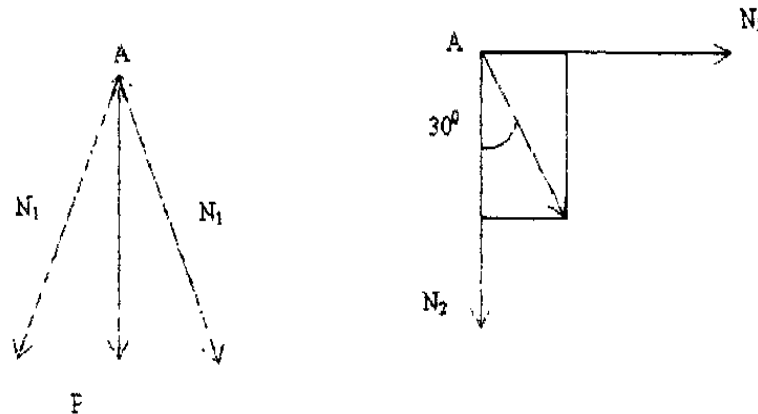


Рисунок 4.4 - Схема до визначення сил

$$N_1 = P / 2 = 500 \text{ Н}, \quad (4.7)$$

$$N_2 = N_1 \cdot \cos 30^{\circ} 56' = 1000 \cdot 0,855 = 875 \text{ Н}, \quad (4.8)$$

$$N_3 = N_1 \cdot \sin 30^{\circ} 56' = 1000 \cdot 0,514 = 514 \text{ Н}, \quad (4.9)$$

Згинаючий момент від вертикального навантаження при умові прикладення навантаження в центрі важеля

$$M_1 = N_2 \cdot l = 875 \cdot 230 = 201250 \text{ Н} \cdot \text{мм}. \quad (4.10)$$

Згинаючий момент від горизонтального навантаження:

$$M_2 = N_3 \cdot l = 514 \cdot 230 = 118220 \text{ Н} \cdot \text{мм}. \quad (4.11)$$

Необхідний момент опору на згинання для профілю з умови використання сталі Ст. 3  $[\sigma] = 77 \text{ Н/мм}^2$ :

$$W = M / \sigma \quad (4.12)$$

В вертикальній площині момент опору на згинання

$$W_1 = 201250 / 77 = 2613,6 \text{ мм}^2.$$

В горизонтальній площині момент опору на згин

$$W_2 = 118220 / 77 = 1535 \text{ мм}^2.$$

Для опори використаємо швелер №5 ГОСТ 8240-92, у якого  $W_1 = 9100$ , а  $W_2 = 2750 \text{ мм}^2$ .

*Визначення діаметра осі колеса.* Прийmemo, що максимальна маса одного колеса автомобіля становить 160 кг. Тоді, максимальне навантаження на одне колесо при умові, що вага колеса припадає на одну вісь візка буде становити:

$$P = \frac{mg}{n}, \quad (4.13)$$

де  $m$  – маса колеса, кг;

$g$  – прискорення вільного падіння;

$n$  – кількість коліс вісі візка,  $n = 2$ .

$$P = \frac{160 \cdot 9,8}{2} = 800 \text{ Н}.$$

Згинаючий момент, який діє на вісь колеса буде становити

$$M = \frac{P}{2} \cdot \frac{L}{2} \quad (4.14)$$

$$M = \frac{800}{2} \cdot \frac{50}{2} = 10000 \text{ Нмм або } 10 \text{ Нм}.$$

Для виготовлення осі приймаємо Ст.5  $[\sigma_{зг}] = 125 \text{ МПа}$ , необхідний діаметр осі

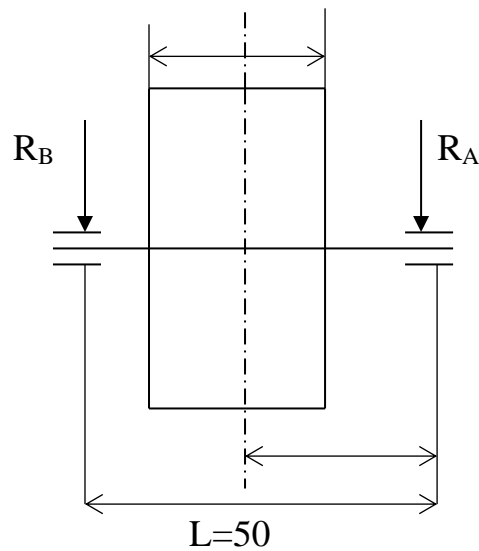


Рисунок 4.6 - Розподілення навантаження на вісь колеса

$$d = \sqrt[3]{\frac{M}{0,1 \cdot [\sigma_{32}]}} = \sqrt[3]{\frac{10}{0,1 \cdot 125 \cdot 10^6}} = 9,3 \text{ мм} \quad (4.15)$$

Приймаємо діаметр вала осі  $d = 12 \text{ мм}$  [16, 17].

*Розрахунок вала барабана.* Вал барабана передає крутний момент  $M_K = 15000 \text{ Н} \cdot \text{мм}$ .

При максимальній відстані між тросами на вал діє згинаючий момент

$$M = P \cdot L = 300 \cdot 0,015 = 4,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

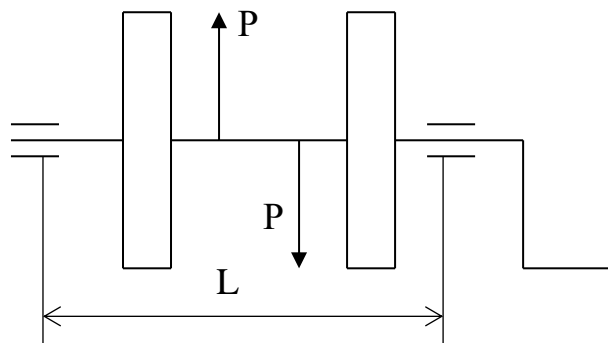


Рисунок 4.7 - Розподіл зусиль на вал барабана

Матеріал для вала приймаємо Ст.45 ГОСТ 1050-94,  $\sigma_B = 610$  МПа;  $\sigma_T = 360$  МПа.

Еквівалентний момент, який діє на вал

$$M_{екв} = \sqrt{M_K^2 + M^2} = \sqrt{12,75^2 + 4,5^2} = 13,53 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (4.16)$$

Допустиме напруження на згин вала  $[\sigma_{зг}] = 85$  МПа [17]

Діаметр вала в поперечному перерізі:

$$d = \frac{\sqrt[3]{10 \cdot M_{екв}}}{\sigma_{зг}} = \frac{\sqrt[3]{10 \cdot 13,53 \cdot 10^3}}{85} = 11,6 \text{ мм} \quad (4.17)$$

Приймаємо діаметр вала  $d = 15$  мм.

Перевірка вала на опір втомленості. Межа втомленості при симетричному циклі навантаження:

$$\sigma_{-1} = 0,45 \cdot \sigma_B = 0,45 \cdot 610 = 270 \text{ МПа} \quad (4.18)$$

Коефіцієнти концентрації напруження з врахуванням форми перерізу шпонкової канавки при згинанні  $K_{\sigma\phi} = 1,7$ , при крученні  $K_{\tau\phi} = 1,4$  [16, 17].

Для посадкових поверхонь вала під барабан призначимо обробіток з шорсткістю поверхні 2,5. Відповідний коефіцієнт концентрації напружень від стану поверхні вала  $K_{тн} = 1,08$  [16, 17].

Загальні ефективні коефіцієнти концентрацій напружень визначаємо по формулам:

$$K_{\sigma} = K_{\sigma\phi} + K_{тн} - 1 = 1,7 + 1,08 - 1 = 1,78 \quad (4.19)$$

$$K_{\tau} = K_{\tau\phi} + K_{тн} - 1 = 1,4 + 1,08 - 1 = 1,48 \quad (4.20)$$

Значення коефіцієнтів: на згин  $K_d = 0,95$ ; на кручення  $K_d = 0,87$  [17]. Оскільки зміцнення вала не передбачено, то коефіцієнти зміцнення  $K_v = 0$ . Коефіцієнти впливу асиметрії циклу напружень на міцність вала при згинанні:  $\psi_1 = 0,05$ ,  $\psi_2 = 0$

Ширина і висота шпонкової канавки  $B = 5$  мм,  $t = 3$  мм.

Момент опору перерізу вала при згинанні:

$$W_{виз} = \frac{\pi \cdot d^3}{32} - \frac{B \cdot t(d-t)^2}{2d} \quad (4.21)$$

$$W_{\text{виз}} = \frac{3.14 \cdot 15^3}{32} - \frac{5 \cdot 3(15-3)^2}{2 \cdot 15} = 259 \text{ мм}^3.$$

де  $W_{\text{виз}}$  - момент опору перерізу вала по шпонковій канавці.

Момент опору вала на кручення:

$$W_{\text{в.кр}} = \frac{\pi \cdot d^3}{16} - \frac{B \cdot t \cdot (d-t)^2}{2d} = \frac{3,14 \cdot 15^3}{16} - \frac{5 \cdot 3 \cdot (15-3)^2}{2 \cdot 15} = 590 \text{ мм}^3 \quad (4.22)$$

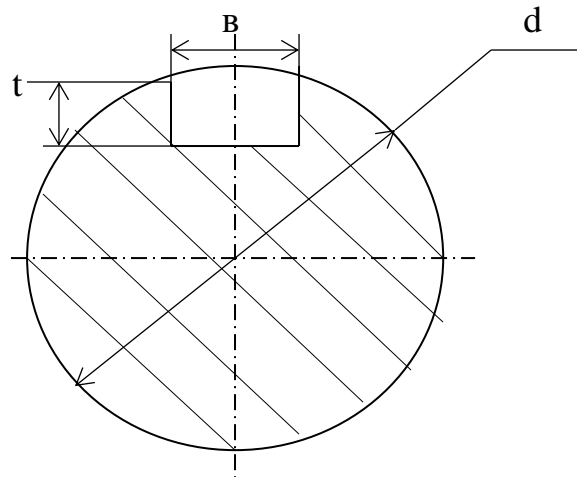


Рисунок 4.8 - Схема перерізу вала

Розрахункове напруження на згин

$$\Sigma_{\text{зг}} = M/W_{\text{в.зг}} = (4,5 \cdot 10^3)/259 = 17,37 \text{ МПа} \quad (4.23)$$

Розрахункове напруження на кручення

$$\tau_{\text{к}} = T/W_{\text{в.кр}} = (12,75 \cdot 10^3)/590 = 21,6 \text{ МПа} \quad (4.24)$$

Коефіцієнти запасу міцності по згину

$$S_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1} \cdot K_{\sigma}}{K_{\sigma} \cdot \sigma_{i3}} \quad (4.25)$$

де  $K_d$  - коефіцієнт впливу розмірів поперечного перерізу;

$K_{\sigma}$  - ефективна напруга при згині і крученні.

$$S_{\sigma} = \frac{270 \cdot 0.95}{1.78 \cdot 17.37} = 8.3$$

Коефіцієнт запасу міцності на кручення

$$S_{\tau} = \frac{\tau_{-1} \cdot K_d}{K_{\tau} \cdot \tau_k} \quad (4.26)$$



де  $K\tau$  - ефективні коефіцієнти концентрації напружень при згині і крученні.

$$S_{\tau} = \frac{152 \cdot 0,87}{1,48 \cdot 12,6} = 4,13.$$

Коефіцієнт запасу міцності на втомленість

$$S = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{S_{\sigma}}\right)^2 + \left(\frac{1}{S_{\tau}}\right)^2}} \quad (4.27)$$

де  $S_{\sigma}$  - коефіцієнт запасу міцності при згині;

$S_{\tau}$  - коефіцієнт запасу міцності при крученні.

$$S = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{8,3}\right)^2 + \left(\frac{1}{4,13}\right)^2}} = 3,7 > [S] = 1,5$$

Відповідно розрахований діаметр вала забезпечує також опір втомлюваності.

*Розрахунок шпонки кріплення барабана до валу.* Розміри шпонки 5x5x16 мм. Для шпонки приймаємо Сталь 45.

Проводимо розрахунок з'єднання на зминання

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{2T}{d \cdot l_p \cdot K} \quad (4.28)$$

де  $T$  - крутний момент в небезпечному перерізі вала.

$$\sigma_{\text{см}} = (2 \cdot 12,75) / (0,015 \cdot 0,016 \cdot 0,0028) = 37,9 \text{ Мпа}$$

Визначена напруга зминання є меншою, ніж допустима  $[\sigma_{\text{см}}] = 150 \text{ Мпа}$ .

Проводимо перевірку шпонки на зріз

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{2T}{d \cdot l_p \cdot K} \quad (4.29)$$

$$\tau_{\text{ср}} = (2 \cdot 12,75) / (0,015 \cdot 0,016 \cdot 0,005) = 21,6 \text{ МПа}.$$

Допустиме значення  $[\tau_{\text{ср}}] = 80 \text{ Мпа}$ .

Отже, розраховані напруги на зріз і зминання шпонки менше допустимих, а тому розміри шпонки підібрані вірно.

*Визначення параметрів пружини зажиму.* Пружина повинна створювати зусилля 250 Н; робочий хід пружини  $L = 50$  мм.

Виготовлення пружини передбачаємо з пружинної сталльної проволочи першого класу по ГОСТ 7989-90 з граничним напруженням для проволочи  $[\tau] = 500$  Мпа.

Приймаємо індекс пружини  $C = 6$  [16, 17].

Коефіцієнт впливу кривизни витка  $K = 1,24$  [16, 17].

Діаметр проволочи пружини можна визначити за формулою

$$d = 1,6 \sqrt{\frac{K \cdot C \cdot F_3}{[\tau]}}, \quad (4.30)$$

де  $F_3$  - максимальне розтягнення;

$K$  - коефіцієнт впливу кривизни витка;

$C$  - індекс пружини;

Зусилля пружини при номінальній деформації:

$$F_3 = 1,3 \cdot F_2, \quad (4.31)$$

де  $F_2$  - робоча деформація пружини,

$$F_3 = 1,3 \cdot 192,31 = 250 \text{ Н}$$

$$d = 1,6 \sqrt{\frac{1,24 \cdot 6 \cdot 250}{500}} = 2,92 \text{ мм}$$

Приймаємо діаметр проволочи 2,5 мм.

Визначаємо середній діаметр пружини

$$D = C \cdot d = 6 \cdot 2,5 = 18 \text{ мм} \quad (4.32)$$

Зовнішній діаметр пружини

$$D_n = D + d = 18 + 2,5 = 20,5 \text{ мм} \quad (4.33)$$

У вільному стані довжина пружини дорівнює 120 мм. Довжина двох захватів 30 мм. Довжина витків пружини 80 мм.

Жорсткість пружини:

$$C = (F_3 - F_1) / h \quad (4.34)$$

де  $h$  - робочий хід пружини:

$$C = (250-50)/60 = 3,3 \text{ Н/мм}$$

$$C_1 = (10^4 \cdot d)/C^3 = (10^4 \cdot 2,5)/6^3 = 115 \text{ Н/ мм.} \quad (4.35)$$

Визначаємо кількість робочих витків

$$n = C_1/C = 115/3,3 = 34 \quad (4.36)$$

Довжина пружини у вільному стані

$$L = 34 \cdot 2,5 = 85 \text{ мм.}$$

Довжина розгорнутої пружини

$$L \approx 3,2 \cdot D_o \cdot n_1, \quad (4.37)$$

де  $D_o$  – середній діаметр пружини;

$n_1$  - повна кількість витків пружини,

$$L = 3,2 \cdot 21 \cdot 34 = 2419 \text{ мм.}$$

Отримані результати розрахунків використовуємо при проектуванні вузлів і деталей пристрою.

## 5 УЗГОДЖЕННЯ РОБОТИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ І АВТОМОБІЛІВ

Повне використання технічних можливостей сільськогосподарської техніки, відсутність її простоїв з організаційних причин – один із важливих заходів з підвищення продуктивності МТА.

При розрахунку складу збирально-транспортної ланки, до якої входять збиральні комбайни і автомобілі необхідно врахувати пропускну здатність молотарки, швидкості руху і час заповнення зерном бункера комбайна при роботі в заданих умовах, тривалість рейсу автомобіля та кількість автомобілів, потрібних для транспортування зерна від комбайнів.

Для побудови графіка узгодження роботи збиральної ланки виконаємо розрахунки для таких умов. Збирають пшеницю прямим комбайнуванням. У ланці три комбайна КЗС–9. Урожайність зерна – 4 т/га, коефіцієнт солемистості  $\delta_c = 1,3$ . Вологість хлібної маси  $W_{\phi} = 20\%$ . Схил місцевості  $i = 3\%$ . Марка автомобіля ЗИЛ-ММЗ-555. Ширина захвату комбайна 7 м. Відстань перевезень 5 км. Визначимо пропускну здатність молотарки при роботі в заданих умовах [14]:

$$q_M = a q_e \left( 1 + b \frac{q_3 - 4}{4} \right), \quad (5.1)$$

де  $a$  – коефіцієнт, що враховує пристосованість зернової культури до обмолоту,  $a = 1$ ;

$q_e$  – еталонна пропускну здатність молотарки, кг/с (у КЗС-9  $q_e = 9$  кг/с);

$b$  – коефіцієнт, що враховує тип молотильного пристрою ( $b = 0,3$  для однобарабанних комбайнів);

$q_3$  – урожайність зерна, т/га.

У серійного комбайна КЗС –9 еталонна пропускну здатність  $q_e = 9$  кг/с. В результаті модернізації молотильного барабану пропускну здатність комбайна

збільшиться на 5 - 7 %. Отже, пропускна здатність модернізованого комбайна  $q_e = 9,45$  кг/с. Тоді,

$$q_m = 1 \cdot 9,45 \left[ 1 + \frac{0,3(4-4)}{4} \right] = 10,16 \text{ кг/с}$$

Можлива пропускна здатність комбайна залежно від солоmistості та урожайності при нормальній вологості зернової маси 15 % [14]:

$$q_b = 0,6q_m \left( 1 + \frac{1}{\delta_c} \right), \quad (5.2)$$

де  $\delta_c$  – коефіцієнт солоmistості (відношення маси соломи і полови до маси зерна).

$$q_b = 0,6 \cdot 10,16 \left( 1 + \frac{1}{1,3} \right) = 10,78 \text{ кг/с}$$

Визначимо допустиму пропускну здатність молотарки:

$$q_d = q_b [1 - 0,03(W_\phi - 15)], \quad (5.3)$$

де  $W_\phi$  – вологість хлібної маси, %

$$q_d = 10,78 [1 - 0,03(20 - 15)] = 9,16 \text{ кг/с}$$

Визначимо допустиму швидкість комбайна за пропускну здатністю молотарки [14]:

$$V_{\text{рпз}} = \frac{36q_d}{B_p q}, \quad (5.4)$$

де  $B_p$  – робоча ширина захвату жатки комбайна, м ( $B_p = 0,96B_k$  тут  $B_k$  – конструктивна ширина захвату жатки);

$q$  – урожайність пшениці, т/га ( $q = q_3(1 + \delta_c)$ );

$$V_{\text{рпз}} = \frac{36 \cdot 9,16}{0,96 \cdot 7,4(1 + 1,3)} = 4,72 \text{ км/год.}$$

Визначимо необхідну ефективну потужність двигуна для роботи комбайна із швидкістю  $V_{\text{рпз}}$  [14]:

$$N_e = \frac{R_M V_{\text{рпз}}}{3,6 \eta_{\text{ИГ}} \eta_{\text{рп}}} + \frac{N_{\text{ИГ}} q q + N_{\text{ХХ}} + N_{\text{ДОД}}}{\eta_{\text{пер}}} \quad (5.5)$$

де  $R_m$  – опір переміщенню комбайна, кН;

$\eta_{mg}$  – ККД трансмісії,  $\eta_{mg}=0,85$ ;

$\eta_6$  – коефіцієнт, який враховує втрати потужності на буксування,  $\eta_6=0,97$ ;

$\eta_{rp}$  - коефіцієнт, який враховує втрати потужності в клинопасовій передачі,  $\eta_{rp} = 0,95$ ;

$N_{пт}$  – питомі затрати потужності на обмолот,  $N_{пт}=8$  кВт / (кг/с);

$N_{xx}$  - затрати потужності на холостий хід механізмів машини,  $N_{xx}=16$  кВт;

$N_{дод}$  - затрати потужності на привід допоміжних агрегатів,  $N_{дод}=3$  кВт;

$\eta_{пер}$  – ККД передач,  $\eta_{пер}= 0,95$ .

Опір руху комбайна [14]:

$$R_m = G_m \left( f_m + \frac{i}{100} \right), \quad (5.6)$$

де  $G_m$  – вага комбайна,  $G_m = 125$ кН;

$f_m$  - коефіцієнт опору коченню,  $f_m=0,10$ ;

$i$  – похил місцевості, %.

$$N_e = \frac{125(0,10+3/100) \cdot 4,72}{3,6 \cdot 0,85 \cdot 0,97 \cdot 0,95} + \frac{8 \cdot 8,73 + 16 + 3}{0,95} = 122,2 \text{ кВт}.$$

Номінальна потужність двигуна КЗС-9  $N_{ен} = 206$  кВт, оскільки  $N_e < N_{ен}$ , то потужності двигуна достатня для роботи із швидкістю  $V_{рпз}$ .

Визначимо час наповнення бункера комбайна зерном [14]:

$$t_{нап} = \frac{K_B \cdot V_6 \cdot v_m \cdot 600}{q_3 \cdot B_p \cdot V_p}, \quad (5.7)$$

де  $K_B$  – коефіцієнт, який враховує затрати часу на можливі холості повороти та короткочасні зупинки комбайна під час наповнення бункера зерном,  $K_B = 1,1$ ;

$V_6$ - місткість бункера комбайна,  $V_6=7$  м<sup>3</sup>;

$v_m$  – об'ємна маса зерна,  $v_m = 0,75$  т/м<sup>3</sup>;

$t_{\text{нап}}$  - час наповнення, хв.

$$t_{\text{нап}} = \frac{1,1 \cdot 7 \cdot 0,75 \cdot 600}{4 \cdot 6,7 \cdot 4,78} = 25,5 \quad \text{хв}$$

Маса зерна в одному бункері комбайна

$$G_{\delta} = V_{\delta} v_M \quad (5.8)$$

$$G_{\delta} = 7 \times 0,75 = 5,25 \text{ т.}$$

Час руху автомобіля з вантажем і без вантажу [14]:

$$t_{\text{рух}} = \frac{62,5l}{V_T \cdot \alpha_{\text{п}}}, \quad (5.9)$$

де  $l$  – відстань перевезень, км;

$V_T$  – середня швидкість руху автомобіля (для ґрунтових природних доріг

$$V_T = 25 \text{ км/год });$$

$\alpha_{\text{п}}$  – коефіцієнт використання пробігу автомобіля,  $\alpha_{\text{п}} = 0,5$ .

$$t_{\text{рух}} = \frac{62,5 \cdot 5}{25 \cdot 0,5} = 25 \text{ хв.}$$

Час завантаження автомобіля зерном:

$$t_{\text{зав}} = Q / V_{\text{роз}},$$

де  $Q$  вантажопідйомність автомобіля,  $Q = 4,5 \text{ т}$

$V_{\text{роз}}$  – швидкість вивантаження зерна із бункера комбайна. У КЗС-9

$$V_{\text{роз}} = 45 \text{ кг/с або } 2,7 \text{ т/хв.}$$

$$t_{\text{зав}} = 4,5 / 2,7 = 1,7 \text{ хв.}$$

Тривалість циклу (рейсу) автомобіля [14]:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{рух}} + t_{\text{зав}} + t_{\text{зв}} + t_{\text{роз}}, \quad (5.10)$$

де  $t_{\text{зв}}$  – час зважування автомобіля на вагах,  $t_{\text{зв}} = 4,5 \text{ хв.};$

$t_{\text{роз}}$  – час розвантаження автомобіля на току,  $t_{\text{роз}} = 3,6 \text{ хв.}$

$$t_{\text{ц}} = 25 + 1,7 + 4,5 + 3,6 = 34,8 \text{ хв.}$$

Кількість автомобілів, необхідну для транспортування зерна від комбайнів визначимо за формулою [14]:

$$m_a = \frac{t_y \cdot m_k}{(t_{\text{нап}} + t_{\text{роз}})n_\delta}, \quad (5.11)$$

де  $m_k$  – кількість комбайнів у ланці.

$$m_a = \frac{34,8 \cdot 3}{(25,5 + 1,7)} = 3,84$$

Приймаємо  $m_a = 4$ .

Уточнимо тривалість циклу автомобіля [14]:

$$t_{\text{ц}} = \frac{(t_{\text{нап}} + t_{\text{роз}}) \cdot m_a}{m_k}, \quad (5.12)$$

$$t_{\text{ц}} = \frac{(25,5 + 1,7) \cdot 4}{3} = 36,3 \text{ хв.}$$

Час простою автомобіля за цикл:

$$t_{\text{п}} = 36,3 - 34,8 = 1,5 \text{ хв.}$$

Інтервал руху між комбайнами:

$$T = (t_{\text{зав}} + t_{\text{нап}}) / m_k, \quad (5.13)$$

$$T = (25,5 + 1,7) / 3 = 9,1 \text{ хв.}$$

За одержаними даними створюється графік узгодження роботи збиральної ланки.



## 6 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 6.1 Загальні питання

Машинно-тракторні парки (МТП) мають певну кількість тракторів, автомобілів, сільськогосподарської техніки і іншого обладнання, які розташовані на їх території. Також на території МТП знаходяться ремонтна майстерня, зварювальна дільниця, кузня, криті майданчики, гаражі, складські приміщення, асфальтовані не криті майданчики, естакади і інші споруди і приміщення. Така велика кількість обладнання і споруд вимагає чіткої організації охорони праці. Для цього проводять навчання з охорони праці для керівників підрозділів, інструктажі з техніки безпеки індивідуально для кожного працюючого. Видаються індивідуальні засоби захисту.

Враховуючи, що МТП має багато споруд, то всі вони обладнуються блискавкозахистом, а також укомплектованими пожежними щитами. Також у кожній споруді є укомплектована інженером з охорони праці медична аптечка.

Усі сільськогосподарські машини на МТП застарілі, а тому забруднюють навколишнє середовище (повітря, ґрунт, водойми) шкідливими викидами, а матеріали, які застосовують при експлуатації і технічному обслуговуванні не завжди безпечні і нешкідливі для людей [21].

Державним стандартом ГОСТ 12.2.019-86 і санітарними правилами №4282-87 регламентовані вимоги до конструкції тракторів, самохідних та інших сільськогосподарських машин (обладнання машин приладами безпеки, сигналізації, спеціальними пристроями, інструментом і документацією), до статичної стійкості машин, гідро- і пневмопристроїв, робочого місця оператора, органів керування та інших елементів конструкції від яких залежать умови праці і безпека оператора [22].

Стандартами нормуються зусилля, що прикладаються до органів керування машинами. Наприклад: при дії ногами вони коливаються у діапазоні 60-200 Н; при дії руками – 30-200 Н [22].

До роботи допускають лише технічно справні машини і знаряддя, що повністю відповідають вимогам безпеки. Нові, відремонтовані, а також машини, що тривалий час не працювали, допускають до роботи лише після їх обкатки і ретельної перевірки роботи всіх органів. Причіпні і начіпні машини заздалегідь перевіряють і агрегують лише з тим трактором, що зазначений у заводській інструкції машини.

До роботи на агрегатах допускаються фізично здорові, навчені за спеціальністю (наявність посвідчення про кваліфікацію) і проінструктовані (за ГОСТ 12.0.004-90) механізатори. Залежно від виду роботи, механізатори мають бути забезпечені відповідними засобами захисту і спецодягом [21].

На місце роботи агрегатів не допускають сторонніх осіб, які не мають відношення до технологічного процесу.

Основними причинами травматизму на МТП є:

1. Не дотримання вимог техніки безпеки.
2. Перебування на робочому місці у нетверезому стані.
3. Відсутність попереджуючих і забороняючих знаків і табличок.
4. Відсутність нової нормативно-технічної літератури.

На МТП розроблені плани-схеми розміщення автомобілів, тракторів, самохідних сільськогосподарських машин та інших технічних засобів механізації на спеціальних майданчиках, під навісами, у боксах тощо. Розроблений і затверджений план розміщення автомобілів із визначенням черговості й порядку евакуації під час пожежі. Впроваджені чергування водіїв у нічний час, вихідні й святкові дні, а також порядок зберігання ключів від систем запалювання. Стоянки автомобілів забезпечені буксирними канатами або штангами з розрахунку один пристрій на десять автомобілів [21].

Забороняється захарашувати приміщення і відкриті майданчики для стоянки автомобілів різними предметами і обладнанням.

Ремонтні майстерні, пункти технічного обслуговування та інші виробничі дільниці, де ремонтують і обслуговують сільськогосподарську

техніку, обладнують засобами гасіння пожеж, а також на спеціальних щитах вивішують списки пожежних підрозділів, інструкції з пожежної безпеки.

Для запобігання пожежам і вибухам не допускається виникнення іскор. Підлогу влаштовують неспалиму, а все електричне обладнання у герметичному виконанні.

МТП повинен мати у достатній кількості ємкості з піском і пожежний резервуар для гасіння пожеж. Також мати укомплектовані пожежні щити.

Не допускається розміщувати поряд із закритими стоянками техніки ковальські, термічні, зварювальні, фарбувальні та деревообробні відділення майстерень і машинних дворів.

Забороняється:

- встановлювати на відкритих майданчиках технічні засоби більше встановленої норми, утримувати автомобілі і трактори із не справними паливними системами, відкритими горловинами паливних та гідравлічних систем;
- зберігати паливо, за винятком палива, що міститься в баках паливної системи;
- залишати автомобіль або тракторний причіп з вантажем;
- заправляти поза встановленим місцем паливом трактори, автомобілі та інші технічні засоби;
- зберігати порожню тару від палива або інших горючих та легкозаймистих рідин;
- застосовувати відкриті джерела вогню для розігрівання двигунів, редукторів та інших систем;
- залишати у автомобілях і тракторах промаслені ганчірки;
- залишати автомобіль із увімкненим запалюванням.

Трактори, автомобілі та інша техніка мають надходити у майстерню із злитим паливом.

Забороняється застосовувати горючі і легкозаймисті рідини для миття деталей.

## 6.2 Охорона праці при вирощуванні озимої пшениці

Безпека процесів вирощування та збирання забезпечує реалізацією заходів, розроблених відповідно з ГОСТ 12.3.002-75, операційної технології та ОСТ 46.31.112.-81.

Крім загальних положень, стосовно к розглянутим умовам забороняється перебування людей на сівалках під час переїзду або розвороту останніх, на транспортних засобах при завантаженні та транспортування соломи та зерна. Робітникам зайнятим на ручних роботах, заборонено підштовхувати транспортні засоби, які буксують. Розміщують озиму пшеницю на полях з відхиленням: уздовж напрямку сівби  $7^0$ , поперек -  $2^0$ . Робоче місце сівача укомплектовують чистиками та гачками чи штирем для очищення сошників та висівних апаратів сівалок.

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

При появі травмо-небезпечної ситуації персонал повинен припинити роботу, прийняти заходи по її ліквідації та доповісти керівнику робіт. Працюючи з пестицидами повинні суворо дотримуватись правил особистої гігієни, приймати їжу, пити воду, палити, після зняття спецодягу та миття з милом рук та лиця, полоскання рота.

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

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

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

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

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

### 6.3 Охорона праці при збиранні зернових

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

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

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

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

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

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

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

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

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

7.9. Допустимий схил під час роботи і транспортуванні зернозбирального комбайна – не більше  $10^0$ , при цьому швидкість руху не повинна перевищувати 3 - 4 км/год. Під час спуску або підйому забороняється виключати двигун і муфту зчеплення. Під час зупинок на схилах необхідно включити одну з передач і загальмувати комбайн за допомогою стояночного гальма.

7.10. Крім цього, необхідно дотримуватися наступних правил:

- не запускайте двигун при відкритому копнувачі, якщо поблизу знаходяться люди;
- не буксируйте комбайн з включеною передачею;
- не буксируйте комбайн за міст керованих коліс;
- не запускайте двигун способом буксирування;
- не переключайте передачі під час руху комбайна;
- не працюйте в нічний час без освітлення;
- не рухайтесь по вулицях і дорогах з включеними задніми фарами;
- не переганяйте в денний час транспорт, швидкість якого дорівнює або перевищує максимальну швидкість зернозбирального комбайна;
- не переганяйте в нічний час транспорт, який рухається;

- не перевозьте вантажі в камері копнувача або площадках комбайна;

- не проводьте будь-які роботи під комбайном або жаткою, якщо вони підняті і не прийняті попереджувальні заходи. Крім передбачуваних домкратів повинні бути встановлені стійкі підставки (наприклад козли, дерев'яні колодки), під колеса підставлені упори. Жатка, крім регулюємої гвинтової опори, також встановлюється на підставки, а запобіжний упор на правому гідроциліндрі підймання жатки повинен бути опущений. При слабкому ґрунті під домкрати ставляться міцні дошки.

#### 7.11. Під час роботи механізмів комбайна:

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

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

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

Основні правила пожежної безпеки заключаються в наступному:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

16. Необхідно строго дотримуватись наступних правил:

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

- не вивантажуйте зерно з комбайна в автомашини, вихлопні труби яких не обладнані іскрогасниками.

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

## 7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Основними економічними показниками збирання зернових культур є затрати праці, прямі експлуатаційні витрати, питомий і річний економічний ефект, строк окупності затрат на модернізацію. Для визначення цих показників необхідно знати продуктивність і витрати палива комплексу машин на збиранні озимої пшениці їх балансову вартість і ряд інших вихідних даних.

Для визначення економічної ефективності запропонованої конструкції візка –зйомника коліс вантажних автомобілів приймемо до уваги наступне. Використання вищезазначеного пристрою для обслуговування автомобілі ЗИЛ-ММЗ-555, які задіяні в складі збирально-транспортної ланки по збиранню озимої пшениці дозволить скоротити час обслуговування автомобілів у випадку пошкодження шин. Це в свою чергу дозволить підвищити продуктивність зернозбиральних комбайнів КЗС-9 на три відсотки.

Згідно встановлених в господарстві норм виробітку і витрачання палива норма виробітку комбайна КЗС-9 з жаткою шириною захвату 7 м на збиранні озимої пшениці урожайністю 40 ц/га (перший варіант збирально - транспортної ланки) становить 14 га, тобто продуктивність комбайна  $W_6 = 2$  га/год при витратах палива  $Q = 15$  л/га. Вартість комбайна КЗС-9, придбаного господарством становить 455000 грн.

Очевидно, що норма виробітку кожного комбайна, який працює в складі збирально-транспортної ланки для обслуговування автомобілів, якої використовується візок-зйомник (другий варіант збирально - транспортної ланки) буде становити 14,4 га. Оскільки тривалість зміни рівна 7 год., то продуктивність комбайнів в цій збиральній ланці буде становити 2,05 га/год.

Питомі витрати палива у комбайнів першого і другого варіантів збирально-транспортної ланки будуть рівними.

При визначенні вартості візка-зйомника коліс автомобілів приймемо до уваги наступне. Ціна звичайного візка для транспортування знятих

автомобільних коліс становить 1050 грн. Запропонований візок-зйомник коліс відрізняється від серійного наявністю у нього пристрою для знімання коліс із шпильок маточин автомобілів. Це призведе до зростання ціни візка - зйомника на 75 %. Тоді, вартість візка – зйомника буде становити 1840 грн.

Затрати праці на збиранні пшениці визначимо за формулою:

$$Z_{\text{п}} = \frac{M}{W}, \quad (7.1)$$

де  $M$  – кількість обслуговуючого персоналу, осіб;

$W_{\text{г}}$  – продуктивність комбайна за годину змінного часу, га/год.

Оскільки комбайн КЗС-9 обслуговує один механізатор (комбайнер), то будемо мати наступні затрати праці:

- для першого варіанту збирально-транспортної ланки

$$Z_{\text{п.б}} = \frac{1}{2,0} = 0,5 \text{ люд.год/га,}$$

- для другого варіанту збирально - транспортної ланки

$$Z_{\text{п.м}} = \frac{1}{2,05} = 0,48 \text{ люд.год/га.}$$

Отже, зниження затрат праці при збиранні зернових другим варіантом збирально-транспортної ланки буде становити 0,02 люд.год/га.

Питомі прямі експлуатаційні витрати на визначимо за формулою:

$$C = C_o + C_a + C_p + C_{\text{пмм}}, \quad (7.2)$$

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

$C_a$  – амортизаційні відрахування, грн/га;

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

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

Оплату праці можна визначити за формулою:

$$C_o = \frac{T \cdot \beta}{H} \quad (7.3)$$

де  $T$  - оплата праці за норму виробітку, грн.;

$\beta$ -коефіцієнт, який враховує нарахування на заробітну плату  $\beta = 1,375$ .

$H$  - норма виробітку, га.

Оплата праці механізаторів, які працюють на зернозбиральних комбайнах здійснюють як для трактористів-машиністів третьої групи по 6 розряду тарифної сітки. З врахуванням збільшення мінімальної заробітної плати до 8000 грн оплата праці за зміну становить 348 грн [24].

Тоді витрати на оплату праці будуть становити:

- для першого варіанту збирально - транспортної ланки

$$C_{об} = \frac{348 \cdot 1,375}{14} = 34,2 \text{ грн/га,}$$

- для другого варіанту збирально - транспортної ланки

$$C_{ом} = \frac{348 \cdot 1,375}{14,4} = 33,2 \text{ грн/га.}$$

Питомі витрати на амортизацію комбайна визначимо за формулою:

$$C_a = \frac{S \cdot j}{100 \cdot T_k \cdot W}, \quad (7.4)$$

де  $S$  – балансова вартість комбайна, грн.

$j$  – норма річних відрахувань на амортизацію комбайна, %;

$T_k$  – нормативне річне завантаження комбайна, год (приймаємо за нормативами 200 год.).

За нормативами річна норма відрахувань на реновацію для зернозбирального комбайна складає 10 %. Тоді, витрати на реновацію будуть дорівнювати:

- для першого варіанту збирально - транспортної ланки

$$C_{a.б} = \frac{455000 \cdot 10}{100 \cdot 200 \cdot 2,0} = 113,8 \text{ грн/га,}$$

для другого варіанту збирально - транспортної ланки

$$C_{a.м} = \frac{455000 \cdot 10}{100 \cdot 200 \cdot 2,05} = 111,0 \text{ грн/га.}$$

Витрати на ремонт і технічне обслуговування комбайна визначаються аналогічно, тільки норма річних відрахувань становить 9 % від вартості комбайна.

Тоді, будемо мати наступні витрати на ремонти і ТО:

- для першого варіанту збирально - транспортної ланки

$$C_{p.б} = \frac{455000 \cdot 9}{100 \cdot 200 \cdot 2,0} = 102,4 \text{ грн/га};$$

- для другого варіанту збирально - транспортної ланки

$$C_{p.м} = \frac{455000 \cdot 9}{100 \cdot 200 \cdot 2,05} = 99,9 \text{ грн/га}.$$

Питомі витрати на паливо і мастильні матеріали:

$$C_{\text{ПММ}} = Q \cdot C_{\text{к}}, \quad (7.5)$$

де  $Q$  – витрати палива, кг/га;

$C_{\text{к}}$  – комплексна ціна палива, грн/л.

Комплексна ціна включає витрати на основне і пускове паливо, а також на мастильні матеріали. Норми витрат мастильних матеріалів в % до основного палива для зернозбиральних комбайнів становлять: дизельне мастило – 5 %; автотракторне мастило – 3,7 %; солідол – 0,5 %; трансмісійне мастило – 0,8 %.

Вартість палива і мастил коливаються на ринку і залежать від об'ємів закупок, постачальника і інших факторів. З врахуванням сьогоденних цін приймаємо комплексну ціну ПММ 53,8 грн/л. Тоді, питомі витрати на паливо і мастильні матеріали для обох варіантах будуть становити:

$$C_{\text{ПММ}} = 15,0 \cdot 53,8 = 807,0 \text{ грн/га}.$$

Загальні питомі прямі експлуатаційні витрати будуть становити:

- для першого варіанту збирально - транспортної ланки

$$C_{б} = 34,2 + 113,8 + 102,4 + 807,0 = 1057,4 \text{ грн/га};$$

- для другого варіанту збирально - транспортної ланки:

$$C_{м} = 33,2 + 111,0 + 99,9 + 807,0 = 1051,1 \text{ грн/га}.$$

Економія питомих експлуатаційних витрат при впровадженні візка-зйомника у виробництво буде становити

$$E_{\text{ев}} = C_{\text{б}} - C_{\text{м}} = 1057,4 - 1051,6 = 6,3 \text{ грн/га.}$$

При використанні візка-зйомника у складі збирально-транспортної ланки на збиранні озимої пшениці, середня площа посівів якої в господарстві становить 400 га, економія експлуатаційних витрат (річний економічний ефект) буде становити

$$E = E_{\text{ев}} \cdot F = 6,3 \cdot 400 = 2520 \text{ грн.}$$

Визначимо термін окупності витрат пов'язаних з придбанням і модернізацією візка-зйомника коліс

$$T_{\text{ок}} = B_{\text{в}} / E_{\text{р}}, \quad (7.6)$$

де  $T_{\text{ок}}$  – термін окупності, рік;

$B_{\text{в}}$  – ціна візка-зйомника, грн..

Таблиця 7.1- Основні економічні показники проекту

Назва показників	Варіант збирально-транспортної ланки		Відхилення, +,-
	перший	другий	
Продуктивність комбайна, га/год.	2,00	2,05	0,05
Затрати праці, люд.год./га	0,50	0,48	- 0,02
Прямі експлуатаційні витрати, грн./га	1057,4	1051,1	- 6,3
в т. ч. – оплата праці, грн./га	34,2	33,2	-1,0
- затрати на амортизацію	113,8	111,0	-2,8
- затрати на ремонт і ТО	102,4	99,9	-2,5
- затрати на ПММ	807,0	807,0	0
Річний економічний ефект, грн.		2520	
Строк окупності витрат на придбання і удосконалення візка-зйомника, років		0,7	

$$T_{\text{ок}} = 1840/2520 = 0,7 \text{ року.}$$

Результати розрахунку економічної ефективності зведено в табл. 7.1.

Таким чином, запропоновані в дипломному проекті конструктивні зміни візка–зйомника коліс автомобілів дозволять, за рахунок зменшення простоїв зернозбиральних комбайнів у складі збирально-транспортної ланки, одержати річний економічний ефект в сумі 2520 грн. при умові використання його на збиранні озимої пшениці. Затрати на придбання і удосконалення візка-зйомника окупляться протягом року експлуатації.



## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На відміну від промисловості, будівництва, торгівлі в сільському господарстві автомобільний транспорт приймає безпосередню участь у виробничих процесах і сприяє своєчасності їх виконання. Так, наприклад при збиранні силосної маси, цукрових буряків, картоплі транспортні засоби (рухомий склад автомобільного транспорту або трактори з причепами) постійно супроводжують збиральні комбайни, виконуючи поряд із транспортною накопичувальну функцію. При збиранні зернових колосових культур застосовуються комбайни з накопичувальними бункерами, що обумовлює необхідність ритмічного прибування до них транспортних засобів.

2. Повне використання технічних можливостей сільськогосподарської техніки, відсутність її простоїв з організаційних причин та у випадку ремонтів – один із важливих заходів, які дозволяють підвищити продуктивність машинно-тракторних агрегатів. В умовах збирання сільськогосподарських культур, зокрема зернових колосових особлива увага повинна приділятися підвищенню ефективності використання вантажних автомобілів при обслуговуванні зернозбиральних комбайнів.

При ремонтах транспортних засобів зняття і заміна коліс є трудомісткою операцією. Для полегшення і прискорення виконання цієї роботи пропонується конструкція візка-зйомника, який дозволяє знімати і транспортувати колеса вантажних автомобілів при ремонті і технічному обслуговуванні.

3. Встановлено, що для безперебійної роботи трьох зернозбиральних комбайнів КЗС-9 на збиранні озимої пшениці з урожайністю 40 ц/га необхідно п'ять вантажних автомобілів ЗИЛ ММЗ -555.

4. Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані при проведенні інструктажів з механізаторами на робочому місці перед початком збиральних робіт.

5. Результати розрахунків економічної ефективності показують, що запровадження в склад збирально-транспортної ланки запропонованої конструкції візка – зйомника коліс автомобілів дозволить, за рахунок зменшення простоїв зернозбиральних комбайнів, одержати річний економічний ефект в сумі 2520 грн. Затрати на придбання і удосконалення візка-зйомника окупляться протягом року експлуатації.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Світове виробництво пшениці// <https://www.yara.ua/crop-nutrition/wheat/key-facts/world-wheat-production/>.
2. Маслак О., Томашевська А. Ринок пшениці в Україні та світі / Економічний гектар / Середя, 29 червня 2016/ <http://agro-business.com.Ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/932-rynok-pshenytsi-v-ukraini-ta-sviti.html>
3. Аграрії зібрали рекордний урожай зерна – МінАП // <https://www.slovoidilo.ua/2021/09/03/novyna/suspilstvo/ahrariyi-zibraly-rekordnyj-urozhaj-zerna-minap>.
4. Технологія вирощування озимої пшениці// <https://bizontech.ua/blog/technology-of-growing-winter-wheat>.
5. Мельник Л.Л. Проблемні питання щодо напрямів використання зерна в Україні/ Л.Л.Мельник, С.В.Васильєв, В.О.Олексюк// Агросвіт. - 2015. - №22. - С. 11-17.
6. Маслак О. Прогноз розвитку ринку зерна/ О.Маслак// Агробізнес сьогодні.- [№21\(292\), листопад 2014](#). С.12-14.
7. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.
8. Ільченко В.Ю., Кобець А.С., Мельник В.П., Карасьов П.І., Кухаренко П.М., Ільченко А.В. Практикум з використання машин машин у рослинництві / Дніпропетровський держагроуніверситет. – Дніпропетровськ, 2002. – 212 с.
9. Механізовані польові роботи. Методика розрахунку, норми виробітку та витрати пального на основний обробіток ґрунту / В.В. Вітвіцький, Н.М. Семененко, І.В. Лобастовий та ін.; за ред. В.В. Вітвіцького. – К.: УкрНДСагропром. Кн.2, 1997. – 274с.
10. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С.Кобець, О.Д.Деркач, М.І.Ролдугін, В.М.Яцук, П.М.Кухаренко,

А.М.Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет.  
– Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.

11. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.

12. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровський державний аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.

13. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 1 - 5.- Харків, Око. – 2003. – с. 375.

14. Практикум з використання машин у рослинництві/ В.Ю.Ільченко та ін.; Дніпропетр. держ. агр. ун-т.- 2002.

15. Сисолін П.В, Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн.1. Машини для рільництва /За ред. Чорновола М.І.- К.: Урожай, 2001. – 384 с.

16. Довідник з опору матеріалів / Пісаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвієв В.В. Відп. Ред. Пісаренко Г.С. – 2-е вид., перероб. і доп. К: Наукова думка, 1988 – 736 с.

17. Землеробська механіка. Т.2. Теоретичні основи сільськогосподарської механіки/ А.С. Кобець, А.Г. Дем'яненко, О.Ю. Береза, О.А. Гонь і ін.- Дніпро, «Свідлер А.Л.», 2022. – 712 с.

18. Довідник сільського інженера /Гречкосій В.Д., Погорілець О.М., Ревенко І.І, та ін.: За ред. Гречкосія В.Д. К.: Урожай, 1988.- 360 с.

19. Агроекологія. Навчальний посібник /Городній М.М., Шикуча М.К., Гутков І.М. - К. : Вища школа,1993.-192с.

20. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф. Головчука.–К.:Грамота, 2007.- 360 с.

21. Гряник Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. Охорона праці. – К.: Урожай, 1994. – 272 с., іл..

22. Целинський В.П. Охорона праці в рослинництві. – К.: Урожай, 1991. – 80 с.

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

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