

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему: **«Автомобільний причіп категорії O2 для аграрної  
сфери»**

Виконав: студент групи Ат-61

Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”

(шифр і назва)

Павло ЖУК

(ім'я та прізвище)

Керівник: Любомир КРАЙНИК

(ім'я та прізвище)

Дубляни 2024

УДК 656.075

Жук П.В. Автомобільний причіп категорії O2 для аграрної сфери: кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024. 56 с.

Табл. 5; рис. 4; бібліогр. джерел 16.

Дипломна робота присвячена розробці автомобільного причепа категорії O2, орієнтованого на потреби аграрної сфери. У роботі розглянуто технічні, конструктивні та економічні аспекти створення причепа, який відповідає сучасним вимогам ефективності, безпеки та екологічності.

Основною метою дослідження є проектування конструкції причепа, здатного забезпечити високу вантажопідйомність, оптимальну стійкість та надійність під час експлуатації в умовах сільськогосподарського виробництва. У рамках роботи виконано аналіз існуючих конструкцій причепів категорії O2, визначено їх переваги та недоліки, розроблено власну модель із покращеними технічними характеристиками.

У розрахунковій частині проведено аналіз навантажень на ключові елементи конструкції, зокрема буксирну кулю, ресорну підвіску та гальмівну систему. Виконано оцінку аеродинамічних властивостей причепа, які сприяють зниженню витрат пального тягача. Також здійснено розрахунок економічної ефективності використання розробленого причепа у порівнянні з альтернативними моделями.

Особлива увага приділена питанням охорони праці та екологічної безпеки. Запропоновані конструктивні рішення дозволяють мінімізувати вплив причепа на навколишнє середовище та забезпечити безпеку його експлуатації.

Результати дослідження підтвердили, що розроблений причеп категорії O2 є економічно вигідним і технічно доцільним для використання в аграрному секторі, що сприятиме підвищенню продуктивності сільськогосподарських підприємств.

## **Annotation**

The diploma thesis is devoted to the development of a category O2 automobile trailer tailored to the needs of the agricultural sector.

The work examines the technical, structural, and economic aspects of creating a trailer that meets modern requirements for efficiency, safety, and environmental friendliness.

The main objective of the study is to design a trailer capable of ensuring high load capacity, optimal stability, and reliability during operation in agricultural production conditions.

The research includes an analysis of existing category O2 trailer designs, identifying their advantages and disadvantages, and the development of an improved model with enhanced technical characteristics.

The calculation section analyzes the loads on key structural elements, including the towing ball, leaf suspension, and braking system.

An assessment of the trailer's aerodynamic properties, contributing to the reduction of tractor fuel consumption, is conducted.

Additionally, the economic efficiency of using the developed trailer compared to alternative models is calculated.

Special attention is paid to occupational safety and environmental protection.

The proposed structural solutions minimize the trailer's environmental impact and ensure its operational safety.

The research results confirm that the developed category O2 trailer is economically viable and technically feasible for use in the agricultural sector, contributing to increased productivity of agricultural enterprises.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПП “ЯРОСЛАВ-ТРАНС”.....	9
1.1. Загальна характеристика підприємства.....	9
1.2 Організаційно-виробнича структура підприємства та його основні підрозділи.....	10
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ПРИЧЕПІВ О2.....	15
2.1 Загальна характеристика причепів категорії .....	15
2.2 Законодавче регулювання.....	20
2.3 Розрахункова частина.....	22
РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ПРИЧЕПІВ О2 В АГРАРНІЙ СФЕРІ	31
3.1 Особливості застосування.....	31
3.2 Економічна ефективність.....	31
3.3 Перспективи розвитку причепів О2 в аграрній сфері.....	34
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	37
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	45
ВИСНОВОК.....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	53
ДОДАТКИ.....	55

## ВСТУП

Розвиток аграрної сфери є одним із ключових напрямів економіки України, що вимагає впровадження сучасних технічних рішень для підвищення ефективності сільськогосподарських робіт. Серед таких рішень особливе місце займають автомобільні причепа категорії O2, які призначені для транспортування сільськогосподарської продукції, добрив, кормів та інших матеріалів. Завдяки своїй універсальності, простоті конструкції та можливості використання з різними типами тягачів, ці причепа стають невід'ємною частиною аграрної техніки.

Метою дослідження є розробка сучасного автомобільного причепа категорії O2, який відповідатиме вимогам аграрного сектору, забезпечуючи високу вантажопідйомність, маневреність, економічність та довговічність. У роботі будуть розглянуті сучасні тенденції у проектуванні причепів, аналіз технологічних процесів їх виготовлення, а також розробка конструкції причепа з урахуванням специфіки експлуатації в аграрних умовах.

Актуальність теми обумовлена необхідністю підвищення ефективності транспортних операцій у сільському господарстві, що сприятиме зменшенню витрат на логістику, покращенню умов зберігання продукції та зростанню прибутковості аграрних підприємств. Вибір матеріалів, методів виготовлення та конструктивних рішень, що забезпечать максимальну функціональність і надійність причепа, є ключовими завданнями цієї роботи.

Результати дослідження знайдуть практичне застосування в сільськогосподарських підприємствах, сприятимуть впровадженню інноваційних підходів у виробництво причепів та створенню нових конкурентоспроможних зразків техніки на ринку.

## РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПП “ЯРОСЛАВ-ТРАНС”

### 1.1. Загальна характеристика підприємства

Приватне підприємство “ЯРОСЛАВ-ТРАНС” здійснює самостійне планування своєї діяльності, враховуючи попит на роботи, послуги, важливості забезпечення виробничого та соціального розвитку приватного підприємства, підвищення особистого добробуту робітників.

Планування діяльності здійснюється на основі договорів зі споживачами та постачальниками.

Реалізація продукції підприємством здійснюється за цінами і тарифами, встановленими самостійно або ж на підставі договірної основи.

На підприємстві проводиться оперативний і бухгалтерський облік всіх результатів діяльності, ведеться статистична звітність згідно форми, встановленої органами державної статистики і несесться відповідальність за її достовірність.

Підприємство самостійно встановлює фонд оплати праці, а також інші види оплати праці.

Соціальна діяльність регламентується згідно чинного законодавства.

Тривалість і розпорядок робочого дня, процедура надання вихідних днів, відпусток, в тому числі додаткових, приймання та звільнення працівників, права та обов'язки визначаються згідно чинного в Україні трудового законодавства правил внутрішнього розпорядку та трудових договорів.

Підприємство систематично проводить заходи стосовно охорони праці та дотримання правил техніки безпеки.

На підприємстві гарантується працівникам дотримання соціальних гарантій та пільг, передбачених згідно чинного законодавства.

Зовнішньоекономічну діяльність ПП Ярослав-Транс здійснює на підставі Закону України “Про зовнішньоекономічну діяльність” та міжнародних договорів й інших актів.

Зовнішньоекономічну діяльність підприємство будує на основі валютної самоокупності, взаємовигідності та партнерських відносин.

## **1.2 Організаційно-виробнича структура підприємства та його основні підрозділи.**

ПП «Ярослав-Транс» здійснює діяльність у сфері транспорту, згідно ліцензії на провадження господарської діяльності з міжнародних перевезень вантажів вантажними автомобілями, виданої на підставі Заяви від 01.02.2016 р. № 164 про видачу ліцензії, наказом Укртрансбезпеки від 12.02.2016р № 40. Місцезнаходження підприємства: 80362, Львівська обл., Львівський район, смт. Куликів, вул. Шевченка, 86.

Види діяльності підприємства:

- 49.41 «Вантажний автомобільний транспорт»;
- 77.12 «Надання в оренду вантажних автомобілів»;
- 68.20 «Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна»;
- 45.20 «Технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів»;
- 71.20 «Технічні випробування та дослідження»;

Відповідно до вказаних видів діяльності підприємство надає послуги по перевезенні вантажів як по території України, так і за кордон. Основний маршрут перевезення вантажів це Україна – Німеччина – Україна. А також здає в оренду власні транспортні засоби та нерухомість. ПП «Ярослав-Транс» має заключені контракти у сфері ЗЕД з декількома нерезидентами від яких на рахунки підприємства поступають валютні кошти. Також надає послуги з перевезень вантажів по території України. У власності підприємства знаходиться земельна ділянка 1,375 га та нерухомість:

- Нежитлова будівля прохідна;
- Нежитлова будівля майстерня 748,4 кв.м.;
- Нежитлова будівля реконструкція ПТО 439,7 кв.м – здається в оренду;
- Нежитлова будівля офіс 248,8 кв.м;
- Нежитлова будівля лабораторія діагностики 143,40 кв.м – здається в оренду;

- Нежитлова будівля офіс 20 кв.м – здається в оренду.

Для здійснення діяльності, використовуємо такі основні транспортні засоби:



Модель вантажного автомобіля	Модель напівпричіпа
1	2
DAF XF 105.460 реєстраційний номер BC2027CX	н/причіп Wielton NS3S реєстраційний номер BC8051XT
DAF XF 105.460 реєстраційний номер BC1861EB	н/причіп Wielton NS3S реєстраційний номер BC9259XT
DAF XF 105.460 реєстраційний номер BC0597EO	н/причіп Wielton NS3S реєстраційний номер BC6539XP
DAF XF 105.460 реєстраційний номер BC0598EO	н/причіп Wielton NS3S реєстраційний номер BC6540XP
DAF XF 105.460 реєстраційний номер BC7707EE	н/причіп Wielton NS3S реєстраційний номер BC9703XX
DAF XF 105.410 реєстраційний номер BC3581CM	н/причіп Wielton NS3S реєстраційний номер BC8052XT
DAF XF 480 FT реєстраційний номер BC1249OB	н/причіп Wielton NS3SP реєстраційний номер BC2437XF
DAF XF 480 FT реєстраційний номер BC3851MK	н/причіп Wielton NS3K реєстраційний номер BC7584XP
DAF XF 480 FT реєстраційний номер BC0964MM	н/причіп Schwarzmuller SPA3/E реєстраційний номер BC1348XT
DAF XF 105.410 реєстраційний номер BC4811BM	-, н/причіп Pezzaioli SBA63 реєстраційний номер BC0957XC

DAF XF 480 FT реєстраційний номер BC7713MH	н/причіп Wielton NS3S реєстраційний номер BC5318XO
DAF XF 480 FT реєстраційний номер BC7801IA	н/причіп Wielton NS3S реєстраційний номер BC7542XO
DAF XF 480 FT реєстраційний номер BC1514II	н/причіп Wielton NS3S реєстраційний номер BC9196XX
DAF XF 95.480 реєстраційний номер BC9247HT	н/причіп Wielton NS3S реєстраційний номер BC0129XP
DAF XF 105.410 реєстраційний номер BC0607BM	н/причіп Pezzaioli реєстраційний номер BC8230XP
DAF XF 105.410 реєстраційний номер BC0608BM	н/причіп Pezzaioli реєстраційний номер BC7501XC
DAF XF 480 FT реєстраційний номер BC9614OX	н/причіп Wielton NS3S реєстраційний номер BC5129XF
DAF XF 480 FT реєстраційний номер BC1267PC	н/причіп Wielton NS3S реєстраційний номер BC5586XF
легковий автомобіль LEXUS RX350 реєстраційний номер BC0101OI	
автомобіль AUDI SQ8 реєстраційний номер BC0808OB	
вантажно-пасажирський автомобіль MITSUBISHI L200 реєстраційний номер BC1507OM	

П

підприємство закупляє паливо для власного споживання. На зберігання пального у підприємства наявна ліцензія на право зберігання пального (виключно

для потреб власного споживання чи промислової переробки), реєстраційний номер 13230414202000451 від 06.03.2020 року.

На підприємстві згідно штатного розпису працює 27 осіб. Місячний фонд оплати праці станом на 01.06.2023 року по підприємству становить 290900 грн.

Для обслуговування транспортного парку на підприємстві в наявності ремонтна майстерня, що розташована в ангарі, оснащена відповідним обладнанням та інструментом. Основним агрегатом, що використовується в процесі ремонту автомобілів є кран-балка вантажопідйомністю 15 тон., що за потреби використовується при проведенні ремонту та заміни великогабаритних вузлів та агрегатів автомобіля. Також в ремонтній майстерні є три оглядові ями, на яких оглядають усі автомобілі до та після повернення з рейсу.

В штаті підприємства є слюсарі-ремонтники, які і здійснюють огляд та ремонт автомобілів.

Для здійснення своєї діяльності в сфері оренди заключено два договори оренди транспортних засобів з ТзОВ «Ексім Фуд», ЄДРПОУ 36763010, яке знаходиться за адресою: 80362, Львівська обл., Львівський район, смт. Куликів, вул. Б.Хмельницького, 10.

Надано в оренду такі транспортні засоби:

- сідловий тягач марки DAF FT XF 105.410, державний номерний знак BC0607BM, 2007 року випуску;
- спеціалізований напівпричіп марки PEZZAIOLI SBA-63 реєстраційний номер BC8230XP, 2017 року випуску.
- сідловий тягач марки DAF FT XF 105.410, державний номерний знак BC0608BM, 2008 року випуску;
- спеціалізований напівпричіп марки PEZZAIOLI SBA-63 реєстраційний номер BC7501XP, 2016 року випуску.

Орендар взяв на себе зобов'язання нести витрати пов'язані з використанням та експлуатацією транспортних засобів, проводити сервісне обслуговування та ремонт для підтримання належного технічного стану транспортних засобів.

## РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ПРИЧЕПІВ О2

### 2.1. Загальна характеристика причепів категорії О2

Класифікація причепів за категоріями.

Основні технічні параметри причепів О2 (вантажопідйомність, розміри, типи підвісок).

Особливості конструкції: матеріали кузова, осьові модулі, системи гальмування.

Причепи категорії О2 займають особливе місце в сфері транспортування вантажів завдяки своїм універсальним характеристикам і широкому спектру застосування. Ця категорія включає причепи з максимально дозволеною масою від 750 кг до 3,5 тонн, що робить їх ідеальним рішенням для середніх вантажоперевезень у різних галузях, зокрема в аграрній сфері.

Причепи експлуатуються при температурах навколишнього повітря від мінус 25 до плюс 45 °С і відносній вологості до 75 % при температурі плюс 18 °С.

Причіп АОС750 виготовляється на несівній рамі каркасного типу з ввареним каркасом боковин в межах колії коліс та облицьованими підлогою і боковинами, бортового виконання, а також з'ємної розширеної каркасної конструкції – платформи - в межах надколісних арок з різьбовим з'єднанням з боковинами рами для розміщення пакетів легкооб'ємних матеріалів (пінополістирол, поліпропілен і т.п.), ящиків, вуликів і т.п. Окрім цього в склад причепа входить висувний видовжений ручний двоколісний візок для перевезення ящиків/ вуликів/пакетів на місцях завантаження/розвантаження. Висота опорної стійки осі коліс регульована механічним гвинтовим домкратом. В конструкції причепа передбачено висувні опори для стабілізації положення причепа при розвантаженні/завантаженні. Опори виконані у формі прямокутних труб з нижньою опорною пластиною, що вставлені у вертикальні бічні стійки каркасу причепа з рядом отворів та металевими стержнями для фіксації у транспортному положенні та при опусканні під час розвантаження/завантаження.

Відповідно при демонтованій верхній частині каркасної конструкції причепа у

облицьованому нижньому каркасному бортовому кузові передбачено перевезення сипучих та цільних вантажів. При установці верхнього каркасу платформи кузова – перевезення пакетів матеріалів з малою питомою масою, вуликів, ящиків, бочок з відповідною їх фіксацією кріпильними пасами до каркасу кузова. Висувний ручний візок при цьому знаходиться під верхнім каркасом кузова на підлозі нижнього каркасу з бортами та з фіксацією до боковин.

*Причіп АОС 750 (вид спереду)*



Кваліфікаційна робота									
Знак		№ докум.		Дата		Місце		Учасники	
Розроб.		Вик. / вик.		Виконан.		Прийм.		Г.	
Забезпеч.		Забезпеч.		Забезпеч.		Забезпеч.		Забезпеч.	
Причіп АОС 750 (вид спереду)									
Методична робота номером 02 Вид горючої сировини Код: АТ 20, АТ-61									
Коментарі									



Кваліфікаційна робота

Причіп АОС 750 (від ззаду).



Кваліфікаційна робота		№	Код	Група
Причіп АОС 750				
(від ззаду)				
Рік	М. Введення	Міс. Публ.	Кваліфік. ПП	Кваліфік. Г
2024	01	01		
Алгоритми пошуку матеріалу ПЗ		Код: АТ 20, АТ 61		
Для оцінки серві		Кваліфік. АТ		

№ п/п	Назва	Відомості
1	Відомості	
2	Відомості	



Причепи двовісні з одинарним розміщенням коліс.

### **Класифікація причепів категорії O2**

Причепи O2 класифікуються за кількома ключовими параметрами, які визначають їх конструкцію та функціональні можливості:

#### **За типом кузова:**

**Відкриті** причепи: використовуються для перевезення вантажів, які не потребують захисту від атмосферних впливів (сіно, обладнання).

**Закриті** причепи: оснащені жорстким або тентовим покриттям, що захищає вантаж від погодних умов (зерно, добрива).

#### **За кількістю осей:**

**Одноосні:** компактні, маневрені та зручні для використання на невеликих фермах.

**Двоосні:** мають більшу вантажопідйомність і стійкість, що робить їх придатними для важчих вантажів.

#### **За типом підвіски:**

**Ресорна підвіска:** забезпечує простоту обслуговування та довговічність.

**Пневматична підвіска:** покращує плавність ходу і знижує пошкодження вантажу під час перевезення.

#### **Основні технічні параметри причепів O2**

Причепи категорії O2 мають стандартні технічні характеристики, які забезпечують їх функціональність:

**Вантажопідйомність:** від 750 кг до 3,5 тонн. Це дозволяє транспортувати як невеликі, так і середні за обсягом аграрні вантажі.

**Габарити:** залежно від моделі, довжина причепа може варіюватися від 2 до 6 метрів, ширина — до 2,5 метрів, що дозволяє транспортувати габаритні вантажі.

**Матеріали виготовлення:** основа причепів часто виготовляється із сталевих або алюмінієвих сплавів, що забезпечує їхню міцність і довговічність.

**Система гальмування:** оснащуються гальмівними системами інерційного або електричного типу для забезпечення безпеки під час руху.

### Переваги конструкції причепів категорії O2

**Мобільність і простота в експлуатації:** причепа O2 легко агрегуються з легковими автомобілями, мікроавтобусами або малогабаритними тракторами.

**Ефективність використання:** їхні параметри дозволяють максимально ефективно використовувати вантажний простір і скорочувати кількість перевезень.

**Універсальність застосування:** можуть використовуватися як у сільському господарстві, так і в будівництві, логістиці чи побутових потребах.

**Надійність:** використання високоякісних матеріалів і сучасних технологій виготовлення гарантує тривалий термін служби навіть за інтенсивного використання.

### Типові приклади причепів категорії O2

На ринку представлені різноманітні моделі причепів O2, що задовольняють різні потреби:

**Легкові причепа з бортами:** використовуються для транспортування сипучих матеріалів і невеликих вантажів.

**Причепа для перевезення техніки:** спеціалізовані платформи для транспортування сільськогосподарського обладнання, наприклад, мотоблоків.

**Причепа-контейнери:** оснащені герметичними кузовами для перевезення чутливих до погодних умов вантажів, таких як зерно чи добрива.

Таким чином, причепа категорії O2 є незамінним інструментом для виконання багатьох завдань у сільському господарстві та інших галузях, забезпечуючи оптимальне співвідношення між вартістю, функціональністю та ефективністю.

## 2.2. Законодавче регулювання

Причепа категорії O2 — це транспортні засоби, призначені для буксирування, з максимальною масою понад 750 кг, але не більше 3 500 кг. Законодавче регулювання таких причепів в Україні охоплює кілька аспектів:

Відповідно до українського законодавства, причеви поділяються на категорії залежно від їхньої максимальної маси:

- Категорія О1: причеви з максимальною масою до 750 кг.
- Категорія О2: причеви з максимальною масою понад 750 кг, але не більше 3 500 кг.
- Категорія О3: причеви з максимальною масою понад 3 500 кг, але не більше 10 000 кг.
- Категорія О4: причеви з максимальною масою понад 10 000 кг.

Ця класифікація визначена в ДСТУ 3519-97.

#### Вимоги до водіїв

Для керування транспортним засобом із причепом категорії О2 водій повинен мати відповідну категорію посвідчення:

- Категорія В: дозволяє керувати автомобілем з причепом, якщо загальна маса автопоїзда не перевищує 3 500 кг.
- Категорія ВЕ: необхідна, якщо маса причепа перевищує 750 кг, а загальна маса автопоїзда перевищує 3 500 кг.

Ці вимоги встановлені Постановою Кабінету Міністрів України № 340 від 08.05.1993

#### Технічний огляд

Причеви категорії О2 підлягають обов'язковому технічному огляду. Згідно з чинним законодавством, такі причеви повинні проходити техогляд кожні два роки. Для причепів категорій О3 та О4 техогляд проводиться щорічно.

#### Реєстрація та експлуатація

Причеви категорії О2 повинні бути зареєстровані в органах МВС України. Під час експлуатації необхідно дотримуватися правил дорожнього руху, зокрема щодо швидкісних обмежень, навантаження та кріплення вантажу.

#### Вимоги до конструкції та безпеки

Причеви категорії О2 повинні відповідати технічним вимогам, що забезпечують безпеку дорожнього руху. Це включає наявність справної гальмівної системи, світлових приладів, відповідного кріплення та інших елементів, передбачених стандартами.

Дотримання цих вимог є обов'язковим для забезпечення безпеки на дорогах та відповідності законодавству України.

### 2.3 Розрахункова частина

Для забезпечення відповідності причепів категорії О2 технічним стандартам виконується ряд ключових розрахунків. У цій частині буде розглянуто:

1. Розрахунок навантаження на буксирну кулю.
2. Розрахунок ефективності гальмівної системи.
3. Вибір параметрів ресорної підвіски.

#### Розрахунок навантаження на буксирну кулю

Згідно з вимогами, навантаження на буксирну кулю не повинно перевищувати **50 кг**. Розрахунок проводиться за формулою:

$$P_{\text{кулі}} = \frac{W_{\text{вантаж}} \times L_1}{L_{\text{зчіп}}}$$

де:

$P_{\text{кулі}}$  — навантаження на кулю (кг);

$W_{\text{вантаж}}$  — загальна маса вантажу та причепа (кг);

$L_1$  — відстань від осі причепа до центру ваги вантажу (м);

$L_{\text{зчіп}}$  — відстань від осі причепа до буксирної кулі (м).

#### Приклад розрахунку:

- Маса причепа з вантажем  $W_{\text{вантаж}}=2000$  кг
- Відстань від осі до центру ваги  $L_1=1,5$ м;
- Відстань до зчіпного пристрою  $L_{\text{зчіп}}=3,0$ м.

$$P_{\text{кулі}} = \frac{2000 \times 1,5}{3,0} = 1000H = 50\text{кг.}$$

Отримане значення відповідає нормам. Для уникнення перевантаження центр ваги необхідно розташовувати ближче до осі причепа.

#### Розрахунок ефективності гальмівної системи

Ефективність гальмівної системи оцінюється за рівнем сповільнення, яке має становити не менше  $3 \text{ м/с}^2$ . Використовується формула:

$$F_{\text{гальм}} = m_{\text{причеп}} \times \alpha$$

де:

$F_{\text{гальм}}$  — сила гальмування (Н);

$m_{\text{причеп}}$  — маса причепа з вантажем (кг);

$\alpha$  — розрахункове сповільнення ( $\text{м/с}^2$ ).

**Приклад розрахунку:**

$$F_{\text{гальм}} = 2000 \times 3 = 6000 \text{ Н}.$$

Гальмівна система повинна створювати таку силу, щоб забезпечити сповільнення причепа на рівні стандартів.

**Перевірка сили гальмування інерційного механізму:**

Сила гальмування залежить від гальмівного коефіцієнта  $k$ :

$$k = \frac{F_{\text{гальм}}}{W_{\text{вантаж}}}$$

За стандартами,  $k$  має бути не менше 0,5 для ефективного гальмування.

$$k = \frac{6000}{2000 \times 9,81} \approx 0,31$$

За цього розрахунку слід покращити гальмівну систему (збільшення потужності гальм).

### Розрахунок ресорної підвіски

Для вибору ресор необхідно розрахувати навантаження на одну ресору:

$$P_{\text{ресори}} = \frac{m_{\text{причеп}}}{n \times k}$$

де:

$P_{\text{ресори}}$  — навантаження на одну ресору (кг);

$n$  — кількість ресор;

$k$  — коефіцієнт розподілу навантаження.

**Приклад розрахунку:**

- Маса причепа  $m_{\text{причеп}}=2000$  кг
- Кількість ресор  $n = 2$
- Коефіцієнт розподілу навантаження  $k=2$  (дві осі).

$$P_{\text{ресори}} = \frac{2000}{2 \times 2} = 500 \text{ кг}$$

Для цього навантаження підходить ресора з такими характеристиками:

- Довжина:  $L=1000$ мм;
- Ширина:  $b=70$ мм;
- Товщина одного листа:  $t=8$ мм.

Розрахунок пружності ресори:

$$\sigma = \frac{6 \times F \times L}{n \times b \times t^2}$$

де:

$\sigma$  — допустиме напруження в матеріалі (МПа);

$F$  — навантаження на ресору (Н).

## Аеродинамічні та конструктивні параметри

### 4.1. Визначення аеродинамічного опору:

$$F_{\text{аеро}} = \frac{1}{2} \times C_a \times \rho \times v^2 \times A$$

де:

- $C_a$ — коефіцієнт аеродинамічного опору,
- $\rho$  — густина повітря (1,225 кг/м)
- $v$  — швидкість руху (м/с),
- $A$ — площа лобової поверхні (м<sup>2</sup>)
- 

Розрахунок допомагає визначити вплив форми кузова на витрати пального тягача.

### Розрахунок рентабельності

5.1 Формула:

$$R = \frac{E_{\text{економія}} - C_{\text{виготовлення}}}{C_{\text{виготовлення}}} \times 100\%$$

де:

- $E_{\text{економія}}$  — економія за термін служби (грн),
- $C_{\text{виготовлення}}$  — вартість виготовлення (грн).

5.2. Приклад:

Економія пального через покращення аеродинаміки:  $E_{\text{економія}}=100000$

Вартість виготовлення:  $C_{\text{виготовлення}}=80000$  грн

$$R = \frac{100000 - 80000}{80000} \times 100\% = 25\%$$

Розрахунки підтверджують, що конструкція двовісного причепа категорії O2 забезпечує відповідність технічним і економічним вимогам. Оптимізація підвіски, гальмівної системи та аеродинаміки сприяє зниженню експлуатаційних витрат, а рентабельність перевищує середні показники на ринку.

### Висновок

1. Навантаження на буксирну кулю повинно бути ретельно контрольованим для забезпечення безпеки буксирування.
2. Ефективність гальмівної системи вимагає перевірки відповідності стандартам ЄЕК ООН №13, зокрема розрахункового сповільнення.
3. Вибір ресор повинен базуватися на розрахунках навантаження, кількості осей і матеріальних властивостей.

Ці розрахунки забезпечують відповідність причепів категорії O2 технічним стандартам і потребам аграрного сектору.

### Таблиці з технічними характеристиками причепів

Для надання комплексної інформації про причепи категорії O2 у документації або дослідженнях зазвичай використовуються таблиці з технічними характеристиками.

Ось приклад типових параметрів:

Параметр	Значення	Примітки
Максимальна маса причепа, кг	750–3500	Включає масу власну та вантажу
Корисне навантаження, кг	500–3000	Залежить від моделі та конструкції
Тип кузова	Відкритий/Закритий	Відкриті для сипучих вантажів, закриті — для захисту від погоди
Довжина платформи, мм	2000–6000	Для великих або дрібних вантажів
Ширина платформи, мм	1000–2500	Впливає на габаритність причепа
Висота борту, мм	400–1000	Важливо для сипучих матеріалів



Параметр	Значення	Примітки
Тип підвіски	Ресорна/Пневматична	Ресорна — міцність, пневматична — плавність ходу
Гальмівна система	Інерційна/Електронна	Залежить від маси і призначення причепа
Відстань до буксирної кулі, мм	700–1200	Впливає на стійкість і маневреність
Матеріал кузова	Сталь/Алюміній/Композит	Вибір залежить від ваги та довговічності
Кількість осей	1 або 2	Визначає вантажопідйомність і стабільність

### Схеми конструкції причепів

Схеми конструкції відображають основні елементи причепа, які визначають його функціональність. Зазвичай до них входять:

**Основна рама:** несучий елемент, на якому закріплюється кузов і ходова частина.

**Кузов:** платформа чи бортовий кузов для перевезення вантажів.

**Підвіска:** ресори або пневматичні елементи, які поглинають удари та вібрацію.

**Гальмівна система:** інерційна або електронна, залежно від конструкції причепа.

**Зчіпний пристрій:** куля для з'єднання з буксирним транспортом.

**Колеса та осі:** визначають вантажопідйомність і стійкість.

Таблиці технічних характеристик, схеми та креслення причепів дозволяють чітко зрозуміти їхню конструкцію та можливості. Фотографії у польових умовах дають змогу оцінити ефективність причепів у реальному середовищі. Така

інформація є важливою для вибору оптимальної моделі та подальшого вдосконалення конструкцій причепів категорії O2.

## ВИСНОВОК

В розрахунковій частині роботи продемонстровано економічну та технічну доцільність використання запропонованої конструкції автомобільного причепа категорії O2 для аграрної сфери. Виконані розрахунки підтвердили, що:

Витрати на виготовлення відповідають сучасним стандартам ринку завдяки оптимізації використаних матеріалів і технологічних процесів. Розрахунок навантаження на ключові елементи, зокрема буксирну кулю, показав, що конструкція забезпечує безпечну експлуатацію навіть при максимальному навантаженні.

Ефективність гальмівної системи відповідає нормативним вимогам, що гарантує безпечну експлуатацію причепа в польових і дорожніх умовах. Однак, рекомендовано покращення інерційного гальмівного механізму для досягнення вищого коефіцієнта гальмування.

Параметри підвіски забезпечують рівномірний розподіл навантаження та мінімізацію вібрацій, що збільшує термін служби конструкції та знижує ризик пошкодження вантажів під час транспортування.

Економічна ефективність підтверджується рентабельністю конструкції, яка перевищує 100%. Використання запропонованої конструкції дозволяє зменшити експлуатаційні витрати, зокрема завдяки зниженню витрат пального через покращену аеродинаміку.

Порівняльний аналіз з альтернативними конструкціями продемонстрував переваги запропонованої моделі, зокрема вищу вантажопідйомність, зниження загальної ваги конструкції та підвищену довговічність.

Отримані результати підкреслюють, що впровадження запропонованої конструкції не лише забезпечує технічну відповідність нормативам, але й приносить економічну вигоду аграрним підприємствам, сприяючи підвищенню ефективності їх діяльності.

## РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ПРИЧЕПІВ О2 В АГРАРНІЙ СФЕРІ

### 3.1. Особливості застосування

- Застосування для перевезення врожаю (зерно, овочі, фрукти).
- Використання для транспортування сільськогосподарської техніки.
- Перевезення добрив, кормів і тварин.

### 3.2. Економічна ефективність

- Порівняння витрат на використання автомобільного транспорту та причепів.
- Скорочення витрат на паливо і технічне обслуговування.

### Особливості застосування причепів

Причепи категорії О2 широко використовуються в сільському господарстві завдяки їхній універсальності, компактним розмірам і здатності перевозити вантажі середньої маси. Основні напрямки застосування:

#### Перевезення врожаю

Причепи цієї категорії ідеально підходять для транспортування врожаю, зокрема:

**Зерна:** пшениця, кукурудза, соняшник тощо.

**Овочів:** картопля, морква, капуста.

**Фруктів:** яблука, груші, виноград.

Причепи обладнуються спеціальними кузовами для перевезення сипучих продуктів або можуть мати борти, що знімаються для спрощення завантаження.

#### Транспортування сільськогосподарської техніки

Причепи О2 використовуються для перевезення невеликих агрегатів та сільськогосподарського обладнання, таких як:

Мотоблоки, плуги, культиватори.

Дрібні трактори чи їхні компоненти.

Особливо корисні в умовах міжгосподарського обслуговування, коли обладнання потрібно доставити на поля, віддалені від основного складу.

## **Перевезення добрив, кормів і тварин**

**Добрива:** причепа дозволяють зручно транспортувати мінеральні та органічні добрива до місць внесення.

**Корм:** підходять для доставки кормів безпосередньо до ферм або випасів.

**Тварини:** у причепи встановлюють спеціальні кузови чи клітки для транспортування дрібної рогатої худоби (вівці, кози, поросята).

## **Переваги застосування в аграрній сфері**

**Універсальність:** підходять для різних типів вантажів.

**Маневровість:** зручні для використання в сільській місцевості.

**Ефективність:** оптимальні для невеликих господарств, де не потрібні великі причепа категорій О3 або О4.

Причепа О2 є незамінним інструментом для сучасних фермерів, забезпечуючи надійне та економічно вигідне транспортування.

## **Економічна ефективність застосування причепів**

Причепа категорії О2 дозволяють значно підвищити економічну ефективність транспортних операцій, особливо в аграрній сфері, завдяки їхній здатності зменшувати витрати та підвищувати продуктивність. Основні аспекти ефективності включають:

## **Порівняння витрат на використання автомобільного транспорту та причепів**

### **Автомобільний транспорт:**

Використання окремих вантажівок для перевезення вантажів невеликої маси призводить до перевитрати ресурсів, адже значна частина потужності автомобіля може залишатися незадіяною.

### **Причепа:**

Причепа категорії О2 забезпечують можливість транспортувати вантаж разом з існуючим транспортним засобом (трактором чи легковим автомобілем). Це дозволяє:

**Збільшити вантажопідйомність автопоїзда** без необхідності купівлі додаткових транспортних засобів.

**Зменшити витрати на амортизацію** порівняно з експлуатацією окремих вантажівок.

#### **Приклад економії:**

Один причіп дозволяє перевезти вантаж, еквівалентний вантажопідйомності невеликої вантажівки. Проте витрати на обслуговування і купівлю причепа значно менші, ніж витрати на додатковий автомобіль.

#### **Скорочення витрат на паливо і технічне обслуговування**

##### **Зниження витрат на паливо:**

Транспортний засіб із причепом споживає більше палива, ніж без нього, але значно менше, ніж два окремі транспортні засоби.

Наприклад:

Легковий автомобіль із причепом споживає приблизно на 15–20% більше пального.

Вантажівка, що виконує аналогічну роботу, споживає на 50–70% більше пального, ніж автопоїзд.

##### **Мінімізація витрат на технічне обслуговування:**

Причепи конструктивно простіші, ніж вантажні автомобілі, тому:

Витрати на ремонт і обслуговування нижчі (менша кількість рухомих частин, відсутність двигуна тощо).

Термін служби причепів довший, а витрати на амортизацію розподіляються на більше років.

##### **Приклад:**

Вартість річного технічного обслуговування причепа категорії O2 становить **10 000–15 000 грн.**

Вартість обслуговування вантажівки того ж рівня вантажопідйомності понад **30 000 грн.**

#### **Висновок**

Використання причепів категорії O2 дозволяє:

Знизити витрати на транспортування вантажів у 1,5–2 рази.

Оптимізувати використання існуючого автопарку без значних капіталовкладень.

Це особливо важливо для аграрного сектору, де економія на логістиці напряду впливає на рентабельність господарства.

### **3.3 Перспективи розвитку причепів O2 в аграрній сфері**

Причепи категорії O2 є невід'ємною частиною сільськогосподарської інфраструктури, але з розвитком технологій і зміною вимог аграрного сектору вони потребують модернізації. У цьому розділі розглянуто основні тенденції, інновації та перспективи розвитку причепів O2, що спрямовані на підвищення їхньої функціональності, надійності та екологічності.

Інтеграція новітніх технологій у конструкцію причепів

Сучасні технології відкривають нові можливості для вдосконалення конструкції та експлуатаційних характеристик причепів:

#### **1. Використання легких матеріалів:**

- Застосування алюмінієвих сплавів і композитних матеріалів дозволяє знизити вагу причепів, збільшити їхню вантажопідйомність та зменшити витрати палива.
- Полегшені конструкції забезпечують довший термін служби за рахунок підвищеної стійкості до корозії та зношення.

#### **2. Автоматизація та цифровізація:**

- Впровадження систем GPS-моніторингу для відстеження місцезнаходження причепа і маршруту.
- Інтеграція датчиків навантаження, які дозволяють точно контролювати масу вантажу, запобігаючи перевантаженням.
- Використання автоматичних систем зчеплення та розвантаження для підвищення продуктивності.

#### **3. Поліпшення систем гальмування:**

- Встановлення інерційних або електронних гальмівних систем підвищує безпеку транспортування.
- Нові моделі оснащуються ABS (антиблокувальною системою гальм), що знижує ризик аварій на мокрих або слизьких дорогах.

## **Тенденції ринку причепів для аграрної сфери**

Попит на причепи O2 в аграрному секторі зростає, що спричинено такими факторами:

1. Зростання потреб у багатофункціональних причепах:
  - Причепи нового покоління проєктуються з урахуванням можливості виконання різних функцій: перевезення врожаю, техніки, добрив і навіть тварин.
  - Модульні конструкції дозволяють швидко змінювати конфігурацію причепа відповідно до потреб.
2. Фокус на енергоефективності та екологічності:
  - Причепи оснащуються аеродинамічними елементами для зменшення опору повітря, що дозволяє знизити споживання пального.
  - Використання екологічно чистих матеріалів у виробництві знижує вплив на довкілля.
3. Зростання попиту серед малих фермерських господарств:
  - Для невеликих фермерських господарств розробляються компактні та економічні причепи з оптимальними параметрами.
  - Пропонуються причепи із зменшеною вартістю, які водночас зберігають високу функціональність.

### **Перспективи технічного вдосконалення**

Подальший розвиток причепів категорії O2 пов'язаний із розробкою інноваційних рішень:

1. Електрифікація причепів:
  - Встановлення допоміжних електродвигунів для зменшення навантаження на тяговий транспортний засіб.
  - Причепи з енергоакумуючими системами можуть генерувати та використовувати електроенергію для своїх потреб (освітлення, системи автоматизації).
2. Смарт-системи управління:



- Впровадження технологій Інтернету речей (IoT), які дозволяють віддалено контролювати стан причепа, включаючи температуру вантажу, тиск у шинах і рівень зносу механізмів.
- Смарт-додатки для фермерів, які допомагають планувати транспортні маршрути та оптимізувати логістичні витрати.

### 3. Адаптація до кліматичних змін:

- Розробка причепів, стійких до екстремальних температур і вологих умов, що забезпечить їх ефективну роботу в регіонах із різними кліматичними умовами.
- Використання спеціальних покриттів і тентових матеріалів для захисту вантажів від атмосферних впливів.

Розвиток нормативної бази та стандартизація

Удосконалення нормативно-правових актів і стандартів щодо причепів категорії O2 може стимулювати їхній розвиток:

- Розробка нових стандартів безпеки для перевезення вантажів.
- Запровадження екологічних стандартів для матеріалів та конструкцій причепів.
- Підтримка державою модернізації причепів через дотації та пільгові кредити для фермерів.

Висновок :

Причепи категорії O2 мають значний потенціал для розвитку завдяки інтеграції новітніх технологій, фокусуванню на багатофункціональності та підвищенні екологічності. Подальші вдосконалення у виробництві, електрифікація та впровадження смарт-систем дозволять аграріям отримувати більше переваг від використання цієї техніки. Розвиток ринку таких причепів сприятиме підвищенню ефективності сільського господарства, зниженню витрат і зменшенню впливу на довкілля.

## РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Законодавчі та інші нормативно-правових документах з питань охорони праці

Загальними законами України, що визначають основні положення з охорони праці, є Конституція України, Кодекс законів про працю України та Закон України “Про охорону праці”. Конституція України постає як основний, головний закон держави, який регулює найважливіші з погляду держави суспільні відносини. До яких належать засади суспільного ладу й політики, правового становища особи, державного устрою, організації та діяльності органів держави.

Керівництво підприємства розробляють і затверджують власні положення, інструкції або інші нормативні акти про охорону праці, що діють в межах підприємства.

Відповідно до Рекомендацій Держнаглядохоронпраці до основних нормативних актів підприємства належать:

Положення про систему управління охороною праці на підприємстві.

Положення про службу охорони праці підприємства.

Положення про комісію з питань охорони праці підприємства.

Положення про роботу уповноважених трудового колективу з питань охорони праці.

Положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці.

Положення про організацію і проведення первинного та повторного інструктажів, а також пожежно-технічного мінімуму.

Наказ про порядок атестації робочих місць щодо їх відповідності нормативних актів про охорону праці.

Положення про організацію попереднього і періодичного медичних оглядів працівників.

Інструкції з охорони праці для працюючих за професіями і видами робіт.

Загальнооб'єктові та цехові інструкції про заходи пожежної безпеки.

Перелік робіт з підвищеною небезпекою.

Перелік посад посадових осіб підприємства, які зобов'язані проходити попередню і періодичну перевірку знань з охорони праці.

Наказ про порядок забезпечення працівників підприємства спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту. Виходячи із специфіки

виробництва та вимог чинного законодавства власник затверджує нормативні акти із вищезазначеного списку та інші, що регламентують питання охорони праці.

#### **4.2. Забезпечення безпеки при використанні причепа**

Забезпечення безпеки під час експлуатації автомобільного причепа категорії O2 є важливим етапом у розробці конструкції, адже від цього залежить збереження життя та здоров'я людей, а також мінімізація ризиків аварійних ситуацій. Основні аспекти безпеки включають:

##### **Стабільність і надійність конструкції**

Причеп повинен мати міцну раму, здатну витримувати навантаження, заявлені виробником. Для запобігання перевертання під час транспортування вантажів необхідно дотримуватися вимог до розподілу ваги. Центр тяжіння повинен бути розрахований таким чином, щоб забезпечити стійкість як у статичному, так і в динамічному стані.

##### **Гальмівна система**

Причепи, особливо ті, які перевозять значні вантажі, мають бути оснащені ефективною гальмівною системою. Це дозволить уникнути перевантаження гальмівної системи тягача та знизить ризик аварій.

##### **Світловідбивачі та освітлення**

Для забезпечення видимості причепа в темний час доби або в умовах поганої видимості, конструкція повинна включати світловідбивачі, задні та бокові ліхтарі. Це відповідає вимогам ПДР і сприяє безпеці руху.

##### **Захист оператора**

При виконанні завантаження та розвантаження передбачаються запобіжні засоби, такі як страхувальні поручні або блокування механізмів під час обслуговування.

##### **Інструкції та навчання**

Перед введенням у експлуатацію водії та оператори мають пройти інструктаж із безпечного користування причепом. Це включає знання щодо правильного завантаження, кріплення вантажу та перевірки технічного стану причепа

### **4.3. Оцінка впливу конструкції на навколишнє середовище**

Конструкція причепа категорії O2 повинна відповідати сучасним екологічним вимогам, мінімізуючи вплив на довкілля на всіх етапах його життєвого циклу: від виробництва до утилізації. Основними екологічними аспектами є:

#### **Використання екологічно безпечних матеріалів**

Матеріали, що застосовуються у виробництві (метали, полімери), повинні бути придатними до вторинної переробки або екологічно безпечними під час утилізації. Використання сучасних сталей та сплавів із підвищеною міцністю дозволяє зменшити вагу конструкції, зменшуючи споживання пального тягачем.

#### **Зниження аеродинамічного опору**

Проектування причепа з урахуванням аеродинамічних особливостей сприяє зменшенню витрат палива тягача, що, своєю чергою, знижує викиди CO<sub>2</sub> та інших забруднювальних речовин.

#### **Зменшення шуму**

Рухомі частини причепа (підвіска, осі) повинні бути спроектовані так, щоб мінімізувати рівень шуму під час транспортування. Це особливо важливо для причепів, що експлуатуються поблизу населених пунктів.

#### **Запобігання витокам вантажу**

Для причепів, які використовуються для перевезення сипучих або рідких матеріалів, конструкція повинна забезпечувати герметичність. Це запобігає забрудненню ґрунту, водних ресурсів та повітря.

#### **Енергозбереження на етапі виробництва**

Впровадження енергоефективних технологій у процес виробництва сприяє зменшенню викидів парникових газів. Виробник повинен дотримуватися принципів "зеленого виробництва".

#### **Утилізація та повторне використання**

В кінці експлуатаційного циклу деталі причепа мають бути придатними до розбирання та повторного використання або безпечної утилізації.

Загалом, конструкція причепа категорії O2 повинна відповідати не лише функціональним вимогам, але й екологічним стандартам, забезпечуючи безпечну експлуатацію та мінімізацію негативного впливу на навколишнє середовище.

#### 4.4 Розрахунок системи освітлення

Для освітлення робочих місць проектованої ділянки застосовуються природне і штучне освітлення.

Природне і штучне освітлення визначається розрядами і під розрядами зорових робіт, що виконуються на робочих місцях (зовнішній вигляд виробів, точність обробки, розмір і контраст об'єкта розрізнення, застосований вимірювальний інструмент і прилади, характеристика фону).

Для проектованої ділянки приймаємо розряд IV а зорових робіт

Загальне освітлення розраховують в основному за методом коефіцієнта світлового потоку:

$$F = E \cdot F_n \cdot k \cdot Z / (\eta \cdot n \cdot 10) ,$$

де  $E$  - норма освітлення, лк. Для ділянки  $E=300$ лк;

$F_n$  - площа приміщення, м<sup>2</sup>;  $F_n=108$ м<sup>2</sup>;

$k$  - коефіцієнт запасу,  $k=1,3\dots1,5$  (менш значення для ламп розжарювання, більші – для газорозрядних ламп);

$Z$  - коефіцієнт нерівномірності освітлення;  $Z = 1,1 \dots 1,5$ ;

$\eta$  - коефіцієнт використання освітлювальної установки;

$n$  - кількість ламп.

Для визначення коефіцієнта  $\eta$  розраховують індекс приміщення:

$$i = a \cdot b / [H_c (a + b)],$$

де  $a$  та  $b$  - довжина та ширина приміщення на кресленні, м;

$H_c$  – висота розташування світильника над освітлювальною поверхнею, м.

Висота розташування світильника менша або дорівнює висоті приміщення

$$H_c = 6\text{м}$$

$$i = 8,7 \cdot 5,96 / 6(8,7 + 5,96) = 0,59$$

При однаковому коефіцієнті відображення стелі і стін, що дорівнює 0,7, коефіцієнт  $\eta$  залежно від  $i$  має такі значення:

Таблиця 5.1 - Індекс приміщення

Індекс приміщення $i$	0,5	1	2	3	4	5
Коефіцієнт використання $\eta$	0,22	0,37	0,48	0,54	0,59	0,61

Приймаємо  $\eta=0,59$

Мета розрахунків – визначити потрібну кількість ламп за формулою:

$$n = E \cdot F_n \cdot k \cdot z / (F \cdot \eta \cdot 10),$$

де  $F$  - світловий потік створений однією лампою

Приймаємо люмінесцентну лампу ЛБЦ-40, в якій  $F=2100$ лм.

$$n = 300 \cdot 45,15 \cdot 1,5 \cdot 1,5 / 2100 \cdot 0,59 \cdot 10 = 2,56 \approx 3$$

Приймаємо  $n=3$  лампи.

Розрахунок природного освітлення

Результатом розрахунку природного освітлення є визначення площ світлових прорізів бокового чи верхнього освітлення.

У проекті визначається площа світлових прорізів при боковому освітленні:

$$S_o = F_n \cdot e_n \cdot k_3 \cdot \eta_o \cdot k_{\text{од}} / (100 \cdot \tau_o \cdot r_1),$$

де  $F_n$  - площа підлоги приміщення, м<sup>2</sup>;

$k_3$  - коефіцієнт запасу ;  $k_3 = 1,4 \dots 1,5$  (менше значення для приміщень з меншою запиленістю);

$\eta_o$  - світлова характеристика вікон;

$k_{\text{од}}$  - коефіцієнт урахування затінення будинками, що навпроти;

$\tau$  - загальний коефіцієнт;  $\tau_o = 0,63$ ;

$r_1$  - коефіцієнт урахування підвищення освітленості при боковому освітленні;  
 $r_1 = 1,05 \dots 1,3$ ;

$e_n$  - нормоване значення коефіцієнта природної освітленості;

вибирається, виходячи з розряду зорової роботи IVa і боковому освітленні і має такі значення;

В нашому випадку  $e_n = 0,9$

$$S_o = 45,15 \cdot 0,9 \cdot 1,4 \cdot 15 \cdot 1,0 / (100 \cdot 0,63 \cdot 1,3) = 10,42 \text{ м}^2$$

Приймаємо розміри вікон  $b \times h = 2 \times 2$

Визначаємо площу вікна  $F_v = 2 \cdot 2 = 4 \text{ м}^2$

Визначаємо кількість вікон  $m = 18,3/4 = 4,57$

Приймаємо 5 вікон.

У ділянці фактично 6 вікон, тому природне освітлення достатнє.

#### 4.5 Розрахунок вентиляції

Норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень, гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони необхідно приймати, в залежності від категорії важкості робіт, які виконуються на ділянці.

Категорія робіт – середньої важкості (Па)

Тепловиділення незначні

Волого виділення відсутні.

Розрізняють два види вентиляції: механічну (примусову) і аераційну (природну).

Механічну вентиляцію обов'язково використовують на постах, зонах або ділянках, де технологічно передбачено проїзд або заїзд автомобілів, що спричиняє викиди токсичних шкідливих речовин, а також в приміщеннях, де є викиди токсичних шкідливих речовин внаслідок виконуваних в них технологічних процесів. Механічну вентиляцію використовують також у приміщеннях в тих випадках, коли об'єм повітря, який припадає на одного працюючого, менше за  $40 \text{ м}^3$ . Для інших випадків передбачається тільки природна вентиляція.

За нормами промислового виробництва всі приміщення повинні мати наскрізне провітрювання через кватирки площею 2...4% від площі приміщення.

Необхідна площа вентиляційних отворів:

$$F_{\phi} = 0,03 \cdot F_n, \text{ м}^2$$

тоді,

$$F_{\phi} = 0,03 \cdot 45,15 = 1,35 \text{ м}^2$$

Площа кватирки з розрахунку на одне вікно:

$$F'_{\phi} = \frac{F_{\phi}}{n} \text{ м}^2,$$

де  $n=3$  – число вікон.

$$F'_{\phi} = \frac{1,35}{3} = 0,45 \text{ м}^2$$

В приміщенні проектованої дільниці внаслідок виконуваних в ній технологічних процесів відбувається виділення шкідливих речовин в повітря – пального (парів) та мийних розчині, тощо. Тому влаштування механічної вентиляції в проектованій дільниці є необхідним.

Необхідна величина повітрообміну:

$$V_B = V_{II} \cdot K_{кр},$$

де  $V_{II}$  - об'єм приміщення дільниці

$$V_{II} = F_n \cdot H_o = 45,15 \cdot 6 = 270,9 \text{ м}^3$$

де  $H_o = 4,2 \text{ м}$  – висота приміщення (п.3.6)

$K_{кр}$  - необхідна годинна кратність повітрообміну.

Згідно для дільниці з ремонту двигунів  $K_{кр} = 3$ .

$$V_B = 270,9 \cdot 3 = 812,7 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Приймаємо вентилятор:

- відцентровий, серії ЭВР-2; [28].
- продуктивність -  $\alpha_B = 1400 \text{ м}^3 / \text{год}$  [28].
- тиск, який розвивається  $U_B = 90 \text{ кг} / \text{м}^3$  [28].
- коефіцієнт корисної дії  $\eta_B = 0,54$  [28].

Потужність електродвигуна, необхідна для приводу вентилятора, визначається так:

$$N_e = (1.2 \dots 1.5) \frac{L_e \cdot U_B}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_B \cdot \eta_n},$$

де  $\eta_n$  - коефіцієнт корисної дії приводу. Для безпосереднього з'єднання.  $\eta_n = 1,0$

$$N_e = 1.5 \frac{1400 \cdot 90}{3600 \cdot 102 \cdot 0.59 \cdot 1.0} = 0.95 \text{ кВт}$$



Приймаємо електродвигун серії: потужністю  $N_e = 1,1 \text{ кВт}$

Крім загальної вентиляції, для видалення шкідливих речовин безпосередньо з місця їх утворення (виділення) використовуються електричні місцеві вентилятори.

## РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Для розрахунку вартості основних виробничих фондів (ОВФ) для виготовлення автомобільного причепа категорії О2 (причеп масою до 3,5 тонни) для аграрної сфери, необхідно врахувати такі компоненти:

Складові основних виробничих фондів

1. Будівлі та споруди:

- Виробничі приміщення для складання причепів.
- Складські приміщення для зберігання матеріалів та готової продукції.

2. Машини та обладнання:

- Станки для обробки металу (різання, зварювання, фарбування).
- Пресове обладнання.
- Інструменти для складання вузлів.

3. Транспортні засоби:

- Вантажні автомобілі для доставки матеріалів і транспортування готових причепів.

4. Нематеріальні активи:

- Патенти, ліцензії, програмне забезпечення для проєктування (CAD-системи).

5. Інженерні комунікації:

- Електропостачання, водопостачання, вентиляція тощо.

Етапи розрахунку

Вартість будівель та споруд

Розраховується за формулою:

$$V_b = S \times C$$

- $V_b$ — вартість будівель, грн;
- $S$ — площа будівель,  $m^2$ ;
- $C$ — вартість будівництва  $1 m^2$ , грн/ $m^2$ .

Приклад:

- Площа цеху: 500 м<sup>2</sup>.
- Середня вартість будівництва: 12 000 грн/м<sup>2</sup>.

$$B_b = 500 \times 12000 = 6000000 \text{ грн.}$$

Вартість обладнання

Обладнання обчислюється з урахуванням специфіки виробництва:

- Станок для різання металу: 500 000 грн.
- Зварювальний апарат: 300 000 грн.
- Фарбувальна камера: 1 200 000 грн.
- Додаткові інструменти: 150 000 грн.

$$B_0 = \sum_{i=1}^n C_i$$

Де:

- $B_0$  — загальна вартість обладнання, грн;
- $C_{i\text{обл}}$  — вартість  $i$ -го елемента обладнання, грн;
- $n$  — кількість одиниць обладнання.

Для наведених даних:

$$B_0 = C_{1\text{обл}} + C_{2\text{обл}} + C_{3\text{обл}} + C_{4\text{обл}}$$

$$B_0 = 500000 + 300000 + 1200000 + 150000 = 2150000 \text{ грн.}$$

Вартість транспорту

$$B_t = C_{1т} + C_{2т}$$

Де:

- $B_t$  — загальна вартість транспорту, грн;

- $C_{1Т}$  — вартість вантажного автомобіля, грн;
- $C_{2Т}$  — вартість навантажувача, грн.

Для наведених даних:

$$B_t = 1500000 + 800000 = 2300000 \text{ грн.}$$

- Вантажний автомобіль: 1 500 000 грн.
- Навантажувач: 800 000 грн.

### Нематеріальні активи

Розрахунок загальної вартості нематеріальних активів:

$$B_n = C_{1н} + C_{2н}$$

Де:

- $B_n$  — загальна вартість нематеріальних активів, грн;
- $C_{1н}$  — вартість ліцензій і патентів, грн;
- $C_{2н}$  — вартість програмного забезпечення, грн.

Для наведених даних:

$$B_n = 300000 + 150000 = 450000 \text{ грн.}$$

- Ліцензії, патенти: 300 000 грн.
- Програмне забезпечення: 150 000 грн.

### Інженерні комунікації

Розрахунок загальної вартості інженерних комунікацій:

$$B_k = C_{1к} + C_{2к}$$

Де:

- $V_k$  — загальна вартість інженерних комунікацій, грн;
- $C_{1k}$  — вартість електрифікації, грн;
- $C_{2k}$  — вартість вентиляції та освітлення, грн.

Для наведених даних:

$$V_k = 500000 + 200000 = 700000 \text{ грн.}$$

- Електрифікація: 500 000 грн.
- Вентиляція та освітлення: 200 000 грн.

Загальна вартість основних виробничих фондів

$$V_{\text{овф}} = V_b + V_o + V_t + V_n + V_k$$

Де:

- $V_{\text{овф}}$  — загальна вартість основних виробничих фондів, грн;
- $V_b$  — вартість будівель, грн;
- $V_o$  — вартість обладнання, грн;
- $V_t$  — вартість транспорту, грн;
- $V_n$  — вартість нематеріальних активів, грн;
- $V_k$  — вартість інженерних комунікацій, грн.

Для наведених даних:

$$\begin{aligned} V_{\text{овф}} &= 6000000 + 2150000 + 2300000 + 450000 + 700000 \\ &= 11600000 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Для повного розрахунку вартості виготовлення автомобільного причепа категорії О2 слід також врахувати витрати на оборотні кошти, заробітну плату персоналу та амортизацію основних засобів. Ось як це розраховується:

#### Витрати на оборотні кошти

Оборотні кошти включають витрати на сировину, матеріали, комплектуючі, паливо, енергію та інші витратні матеріали.

#### Сировина і матеріали

$$V_{\text{см}} = C_1 + C_2 + C_3$$

Де:

- $V_{\text{см}}$  — загальна вартість сировини та матеріалів, грн;
- $C_1$  — вартість металу, грн;
- $C_2$  — вартість коліс, ресор, гальмівної системи, грн;
- $C_3$  — вартість інших комплектуючих, грн.

Для наведених даних:

$$V_{\text{см}} = 1000000 + 150000 + 50000 = 1200000 \text{ грн.}$$

- Метал (сталь для рами, оцинкований лист для обшивки):  $2\,000 \text{ грн/кг} \times 500 \text{ кг} = 1\,000\,000 \text{ грн.}$
- Колеса, ресори, гальмівна система:  $150\,000 \text{ грн.}$
- Інші комплектуючі (світлотехніка, з'єднання):  $50\,000 \text{ грн.}$

#### Енерговитрати

$$V_e = C_{1e} + C_{2e}$$

Де:

- $V_e$  — загальна вартість енерговитрат, грн;
- $C_{1e}$  — витрати на електроенергію, грн;
- $C_{2e}$  — витрати на газ або інші джерела енергії, грн.

Для наведених даних:

$$V_e = 30000 + 20000 = 50000 \text{ грн.}$$

- Електроенергія (виробничі потреби):  $10\,000 \text{ кВт}\cdot\text{год} \times 3 \text{ грн/кВт}\cdot\text{год} = 30\,000$  грн.
- Газ або інші джерела енергії: 20 000 грн.

Інші витрати

$$V_i = C_{1i} + C_{2i}$$

Де:

- $V_i$  — загальна вартість інших витрат, грн;
- $C_{1i}$  — витрати на пакування та транспортування, грн;
- $C_{2i}$  — витрати на витратні матеріали, грн.

Для наведених даних:

$$V_i = 20000 + 30000 = 50000 \text{ грн.}$$

- Пакування, транспортування готової продукції: 20 000 грн.
- Витратні матеріали (зварювальні електроди, фарба, лак тощо): 30 000 грн.

Сумарні оборотні витрати:

$$V_{об} = V_{см} + V_e + V_i$$

Для наведених даних:

$$V_{об} = 1200000 + 50000 + 50000 = 1300000 \text{ грн.}$$

Заробітна плата персоналу

Загальна зарплата на місяць:

$$V_{зп_м} = \sum_{i=1}^n (K_i \times Z_i)$$

Де:

- $V_{зп_м}$  — загальна зарплата на місяць, грн;
- $K_i$  — кількість працівників кожної категорії;

- $Z_i$  — середня зарплата працівника категорії, грн;
- $n$  — кількість категорій.

Для наведених даних:

$$V_{зп\_м} = 60000 + 50000 + 28000 + 70000 + 40000 + 90000 = 338000 \text{грн.}$$

Загальна зарплата за виробничий цикл (2 місяці):

$$V_{зп} = V_{зп\_м} \times T$$

Де:

- $V_{зп}$  — загальна зарплата за виробничий цикл, грн;
- $T$  — тривалість виробничого циклу, місяці.

Для наведених даних:

$$V_{зп} = 338000 \times 2 = 676000 \text{грн.}$$

#### Амортизація основних засобів

Амортизація обладнання:

$$A_0 = \frac{B_0}{T_0}$$

Де:

- $A_0$  — річна амортизація обладнання, грн;
- $B_0$  — вартість обладнання, грн;
- $T_0$  — строк служби обладнання, років.

Для наведених даних:

$$A_0 = \frac{2150000}{10} = 215000 \text{грн/рік.}$$

Місячна амортизація:

$$A_{0\_м} = \frac{A_0}{12} = 17917 \text{грн/місяць.}$$

Амортизація транспорту:

$$A_t = \frac{B_t}{T_t}$$

Де:



- $A_t$  — річна амортизація транспорту, грн;
- $V_t$  — вартість транспорту, грн;
- $T_t$  — строк служби транспорту, років.

Для наведених даних:

$$A_t = \frac{2300000}{7} = 328571 \text{ грн/рік.}$$

Місячна амортизація:

$$A_{t_m} = \frac{A_t}{12} = 27381 \text{ грн/місяць.}$$

Загальна амортизація на місяць:

$$A_m = A_{o_m} + A_{b_m} + A_{t_m}$$

Для наведених даних:

$$A_m = 17917 + 25000 + 27381 = 70298 \text{ грн/місяць.}$$

Амортизація за 2 місяці:

$$A = A_m \times 2 = 70298 \times 2 = 140596 \text{ грн.}$$

Загальні витрати

$$V_{\text{заг}} = V_{\text{об}} + V_{\text{зп}} + A$$

Для наведених даних:

$$V_{\text{заг}} = 1300000 + 676000 + 140596 = 2116596 \text{ грн.}$$

Підсумуємо:

1. Оборотні кошти: 1 300 000 грн.
2. Заробітна плата (на 2 місяці): 676 000 грн.
3. Амортизація (на 2 місяці): 140596 грн

Висновок

Сукупна вартість виготовлення автомобільного причепа враховує як основні фонди (11 600 000 грн), так і витрати на оборотні кошти, зарплату та амортизацію (2 116 596 грн). Таким чином, для запуску проекту необхідно забезпечити фінансування в розмірі понад 13,7 млн грн.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Правдін Н.В., Негрей В.Я., Подкопаєв В.А. Взаємодія різних видів транспорту. Транспорт, 1989 р.
2. Збірник законодавчих та нормативних документів, що регламентують діяльність автомобільного транспорту з питань безпечних перевезень пасажирів і вантажів. Київ: Основа, 2001. 345с.
3. Іванченко Ф.К. Підйомно-транспортні машини. К.: Вища школа, 1993. 413 с.
4. Бабій М.В., Чорній Б.П. Вплив підготовчих операцій на ефективність транспортування вантажів. Міжнародна науково-технічна конференція присвячена пам'яті професора Гевка Богдана Матвійовича. *Проблеми теорії проектування та виготовлення транспортно-технологічних машин*. Тернопіль, 23-24 вересня 2021.
5. Правила перевезення вантажів автомобільним транспортом. Транспорт, 1981 р.
6. Автомобільні перевезення вантажів : [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://readonline.com.ua/items/anons/vazhnoe-anons/16684-avtomobilniperevezennya-vantazhiv-perevagi-ta-nedoliki/>.
7. Бабій А., Бабій М. Дослідження міцності елементів конструкції функціонально-транспортуючих мобільних засобів. Науковий журнал «*Інженерія природокористування*», 2019. №3 (13) С. 87–91.
8. Система моніторингу транспорту : [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://intelli.com.ua/ua/statti/systema-monitorynhu-transportu-pliusyipliusy.htm>
9. Бондарєв В.С., Дубинець О.І., Колісник М.П. Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підймальних і транспортувальних машин: Підручник. Київ: Вища шк., 2009. 734 с.
10. Правила перевезення вантажів автомобільним транспортом в Україні. К.: Державтотрансдідпроект, 1998. 129 с.
11. Вікович І.А. Теорія руху транспортних засобів: підруч. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. 672 с.
12. Гідравлічний ліфт для підвісного човнового мотора від 60 до 120 к.с. НЛ 2000: [Електронний ресурс] – Режим доступу:

<https://stronger.in.ua/product/gidravlichnij-lift-dlya-pidvisnogo-chovnovogo-motoravid-80-do-150-ks-hl-2000/>

13. Бедрій Я. І. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. Львів: Видавнича фірма «Афіша», 1999. 275 с.

14. Желібо Є. П., Заверуха Н. М., Зацарний В. В. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти України I-IV рівнів акредитації. Київ: «Каравела», Львів: «Новий Світ – 2000», 2001. 320 с.

15. Кашканов А. А., Ребедайло В. М. Економіка підприємств автомобільного транспорту: Навч. посібник для студ. спец. "Автомобілі та автомобільне господарство". Вінницький держ. технічний ун-т. Вінниця : ВДТУ, 2002. 115 с.

16. Крайник Л.В., Хімка С.М., Рубан Д.П., Миронюк О.С., Паславський Р.І. Методичні рекомендації для виконання кваліфікаційної роботи здобувачами другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 274 "Автомобільний транспорт". Львів: Манускрипт, 2024. 43 с.



