

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет
Факультет транспорту та механічної інженерії
Кафедра галузевого машинобудування

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»

МОДЕРНІЗАЦІЯ МАШИНИ ДЛЯ
ТРАНСПОРТУВАННЯ СТОВБУРІВ ДЕРЕВ

спеціальність 133 Галузеве машинобудування

освітня програма Галузеве машинобудування

Виконав: здобувач вищої освіти
групи М-41
Касянчук Владислав Васильович

(підпис)

Керівник:
к.т.н., доцент
Толстушко Микола Миколайович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 20__ р.
к.т.н., доцент
Гарант освітньої програми:
Пуць Віталій Степанович

(підпис)

Луцьк – 2024 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет *транспорту та механічної інженерії*

Кафедра *галузевого машинобудування*

Ступінь вищої освіти: *бакалавр*

Галузь знань: *13 Механічна інженерія*

Спеціальність: *133 Галузеве машинобудування*

Освітня програма: *«Галузеве машинобудування»*

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ *В. Пуць*

«___» _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Касянчуку Владиславу Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи *«Модернізація машини для транспортування стовбурів дерев»*

Керівник роботи: *к.т.н, доцент Толстушко Микола Миколайович*

затверджені наказом закладу вищої освіти від «30» грудня 2023 р. №481/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «04» червня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи *Технічна документація. Патентні матеріали. Технічні умови.*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити):

Вступ.

1 Оглядова частина.

2 Проектна частина.

3. Експлуатація машини.

Висновки та пропозиції. Перелік джерел посилання. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу:

1. Вихідні дані – 1 лист ф. А1.

2. Машина для транспортування стовбурів дерев. Схема функціональна – 1 лист ф. А1.

3. Машина для транспортування стовбурів дерев. Схема гідравлічна – 1 лист ф. А1.

4. Машина для транспортування стовбурів дерев. Схема принципова – 1 лист ф. А1.

5. Тримач. Складальний кресленник – 1 лист ф. А1.

6. Робочі кресленники тримача – 1 лист ф. А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Толстушко М.М., к.т.н., доцент		
Розділ 2	Толстушко М.М., к.т.н., доцент		
Розділ 3	Толстушко М.М., к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання «30» грудня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Обґрунтування теми. Вступ.</i>	<i>29.01.2024 р.</i>	
2.	<i>1 Оглядова частина</i>	<i>27.02.2024 р.</i>	
3.	<i>2 Проєктна частина</i>	<i>10.05.2024 р.</i>	
4.	<i>3 Експлуатація машини</i>	<i>24.05.2024 р.</i>	
5.	<i>Формування списку використаних джерел</i>	<i>28.05.2024 р.</i>	
6.	<i>Формування додатків</i>	<i>01.06.2024 р.</i>	
7.	<i>Оформлення пояснювальної записки та графічної частини</i>	<i>04.06.2024 р.</i>	
8.	<i>Нормоконтроль</i>	<i>04.06.2024 р.</i>	
9.	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	<i>04.06.2024 р.</i>	
10.	<i>Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту</i>	<i>14.06.2024 р.</i>	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

(Касянчук В.В.)

_____ (прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

(Толстушко М.М.)

_____ (прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Касянчук В.В. Модернізація машини для транспортування стовбурів дерев.
Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Галузеве машинобудування» спеціальності 133 Галузеве машинобудування. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2024.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається зі вступу, трьох розділів, висновків та пропозицій, списку використаних джерел.

У випускній роботі бакалавра виконано модернізацію машини для транспортування стовбурів дерев.

Ключові слова: МАШИНА, ТРИМАЧ, ЗАХОПЛЮВАЧ, ГІДРОМАНШУЛЯТОР, ТРАНСПОРТУВАННЯ, ДЕРЕВО.

ANNOTATION

Kasianchuk V.V. Modernisation of a machine for transporting tree trunks.
Manuscript.

Bachelor's qualification work OP "Industrial Mechanical Engineering" specialty 133 Industrial Mechanical Engineering. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2024.

A bachelor's thesis consists of an introduction, three chapters, conclusions and suggestions, and a list of references.

In his bachelor's thesis, he modernised a machine for transporting tree trunks.

Keywords: MACHINE, HOLDER, GRIPPER, HYDRAULIC MANIPULATOR, TRANSPORT, WOOD.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ		
Розроб.	Касянчук				Літ.	Аркуш	Аркушіє
Перевір.	Толстушко				К	3	40
Реценз.					ЛНТУ, ФТМІ, каф. ГМ, ст. гр. М-41		
Н. контр.	Мартинюк						
Затверд.	Пуць						

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	3
ANNOTATION	3
ЗМІСТ	4
ВСТУП	5
1 ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА	7
1.1 Опис технологій, у яких застосовується машина	7
1.2 Опис машин для перевезення деревини.....	9
1.3 Властивості матеріалів	15
1.4 Мета та завдання роботи.....	15
2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА	17
2.1 Обґрунтування схем машини	17
2.2 Визначення параметрів елементів машини	22
2.3 Розробка конструкції складальних одиниць і деталей	25
3 ЕКСПЛУАТАЦІЯ МАШИНИ	27
3.1 Заходи з підготовки машини до роботи	27
3.2 Правила експлуатації та регулювання машини.....	29
3.3 Техобслуговування машини	31
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	37
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	38
ДОДАТКИ	40

					ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

ВСТУП

Актуальність теми.

Розвиток процесів, що спостерігаються у лісовому господарстві, в значній мірі будуть залежати від розвитку лісових технологій і техніки. Особливо потрібно відмітити, що важливий вплив на ці процеси має модернізація лісотransпортної техніки. Лісотransпортні машини повинні характеризуватись цілим рядом специфічних вимог. Зокрема, такі машини мають відповідати сучасному рівню автомобілебудування, сучасним екологічним та ергономічним нормам, а також обладнуватись сучасним технологічним обладнанням для здійснення своїх функцій.

Розробляти нові та модернізувати відомі лісотransпортні машини є важливим завданням для продуктивного і безпечного ведення лісового господарства з дотриманням вимог і норм сьогодення.

Мета та завдання роботи.

Метою роботи є модернізація машини для транспортування стовбурів дерев.

Завданнями роботи є:

- проаналізувати технології здійснення лісозаготівельних робіт, для яких буде корисним модернізована лісотransпортна машина;
- проаналізувати машини для перевезення довгомірної деревини під час лісозаготівлі;
- встановити вихідні дані, які потрібні для модернізації машини;
- обґрунтувати схеми модернізованої машини;
- визначити параметри елементів машини;
- розробити конструкцію розсувного тримача для стовбурів дерев;
- запропонувати систему заходів для ефективної експлуатації лісовозної машини.

Об'єкт дослідження – процес роботи машини для транспортування стовбурів дерев та її спеціальне обладнання.

					ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Предмет дослідження – вплив характеристик лісовозної машини на виконання нею технологічних операцій під час роботи.

Методи дослідження. Під час модернізації машини використовувались знання з математичного моделювання процесів, прикладної механіки, теорії механізмів машин та деталей машин.

					ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1 ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА

1.1 Опис технологій, у яких застосовується машина

При застосуванні скандинавської технології лісозаготівлі поєднується робота харвестерів та форвардерів для сортиментної лісозаготівлі. Дана технологія бере початок з 80-их років і була широко впроваджена у країнах Центральної Європи. Оцінюючи природоохоронні аспекти, сортиментний спосіб лісозаготівлі отримав беззаперечну перевагу. Такий спосіб заготівлі лісу допомагає вирішити проблеми із збереження біорізноманіття, а також сприяє розвитку лісового господарства при проведенні рубань догляду чи лісозаготівлі. Слід відмітити, що через обмеження маневренності використовуваних лісових машин дана технологія для гірських умов непридатна [1-6].

З досвіду теоретичного та практичного використання можна зробити висновки, що у процесі лісозаготівлі операція транспортування деревини є однією найдорожчих технологічних операцій. Отже, зроблений правильний вибір лісотранспортного засобу є надзвичайно важливим етапом для визначення типу технології лісозаготівлі.

На сьогоднішній день відомі три способи транспортування деревини: наземне транспортування волоками, транспортування канатними дорогами і повітряне транспортування (рис. 1.1) [1-12].

Застосування системи лісових машин ускладнюється через обмежені можливості їх руху при відсутності відповідних шляхів. Це вимагає будівництва у лісах доріг для ефективного ведення лісового господарства.

Отже, підсумовуючи сказане, проектування транспортних засобів, які матимуть здатність працювати при бездоріжжі, є важливим для сучасного світу особливо для природних умов Західного Полісся.

При застосуванні сучасних технологій лісозаготівлі використовують спосіб трелювання волоком та канатними дорогами.

					ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.1 – Комплекси лісових машин з використанням різних способів транспортування деревини [9]

Використовуючи літальні апарати здійснюють повітряне транспортування деревини, це дозволяє долати всі природні перешкоди місцевості. Для таких технологій характерними є мінімальні впливи на довкілля, але поряд з цим вони володіють і рядом недоліків а саме: високими експлуатаційними витратами, застосування їх у специфічних природничих умовах. Доцільність повітряного транспортування лісу при лісозаготівлі визначає економічна ефективність процесу [1-6].

В процесі вибирання способу наземного транспортування важливими є величина ухилу місцевості, можливість негативного впливу на довкілля, оцінка вартості затребуваного дорожнього будівництва, тощо. Екологічна сумісність вибоаного типу довкілля і транспортного засобу залежить від виду тягача базової машини і наявних природних умов лісу [1-6].

Відомо, що технологія лісозаготівлі у стовбурах поступається відомій сортиментній технології. Переваги сортиментної технології визначаються можливостями уникнення певних операцій з виробничого процесу робіт на нижньому складі. Для того, щоб максимально охопити сучасні вимоги лісової галузі до заготівлі і транспортування заготовленої деревини, доцільно впроваджувати в ній модернізацію наявних машин.

1.2 Опис машин для перевезення деревини

Форвардери – це лісотранспортні машини, які використовуються для навантаження і переміщення отриманих сортиментів з місця проведення лісозаготівлі до зони їх складування чи зно завантаження їх на лісовозні машини [1-5].

Перевагами форвардерів є посилення мостів заднього візка, а також висока стійкість до несприятливих умов заданої місцевості, котра дозволяє в усувати обов'язкову необхідність в обмежувачі коливань, масивні цапфи і роликотідишпники, висока вантажопідйомність при малих габаритних розмірах [1-6].

Потрібно сказати, що у форвардерах передбачаються хороші умови для комфортної роботи оператора, в тому числі – передбачено простору кабіну, зручні сидіння з повітряною підвіскою, вмонтовано програвач, а також наявне вітрове вікно зі зворотнім нахилом, що дозволяє мати відмінний огляд в процесі пересування і навантаження [1-6].

Залежно від типу конструкції форвардери можуть бути самохідними та причіпними [1-9].

Самохідні форвардери являють собою машини, у яких передбачається автономний силовий агрегат. Такого типу машини мають кращі техніко-експлуатаційні властивості у порівнянні з причіпними форвардерами.

Причіпні форвардери на відміну від самохідних, приводяться в рух від наявного енергетичного засобу – трактора.

На рис. 1.2 подано схему колісного форвардера закордонного виробництва TIGERCAT 1065 [1-2], особливістю якого є те, що на колеса надіті спеціальні гусениці з метою підвищення прохідності машини.

На рис. 1.3 подано форвардер JOHN DEERE 1010D ECO III, який проводить завантаження і транспортування сортиментів від місця заготівлі до зони складування чи зони навантаження лісоматеріалу на лісовозні машини [1-3].

					ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.2 – Форвардер TIGERCAT 1065



Рисунок 1.3 – Форвардер JOHN DEERE 1010D ECO III

Форвардер JOHN DEERE 1010D ECO III - це американська самохідна машина, яка містить в своєму складі двигун, трансмісію, кабіну, а також ходову, електричну та гідравлічну системи, маніпулятор, вантажну платформу [1-4].

					ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

У розглянутому лісовозі є неможливим виконати процес самонавантаження, а завантаження деревини проводиться з естакади або з використанням спеціального крану. Цей факт значно ускладнить роботу.

Безумовними перевагами автомобіля КрАЗ–255 вважаються дуже хороша прохідність в складних умовах лісових доріг, стійкість до можливості перекидання, та наявність потужного двигуна, яка і забезпечує роботу автомобіля з причепом. КрАЗ–255 позитивно себе зарекомендував у лісовому господарстві під час транспорту лісу.

Успішним виробником лісовозних тягачів на сьогодні вважають холдингову компанію «АвтоКрАЗ», яка є однією із найбільших компаній з виробництва автомобілів в Європі. Дане підприємство виготовляє лісовозні машини і машини з іншим призначенням, які можуть бути за базові автомобілі для лісовозів.

Відповідно до результатів проведеного нами аналізу всіх параметрів лісових машин , що мають колісну формулу 6х6, можемо підсумувати, що КрАЗ-6322 (рис. 1.5) має в будові шасі високої прохідності, призначення даної машини - це монтаж різноманітних установок. Таку машину можна використовувати на всіх видах доріг. Адже передня та задня підвіски є залежними між собою і являють собою гідравлічні амортизатори.



Рисунок 1.5 – Загальний вигляд автомобіля КрАЗ-6322

					ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Лісовозний тягач КрАЗ-64372-45 призначений для виконання процесу перевезення стовбурів дерев і облаштований причепом-розпуском ГКБ-9362.

При використанні даної машини в різних кліматичних умовах КрАЗ-64372-45 досить позитивно проявив себе. Зважаючи на представлені потреби підприємства, дана машина не може задовільнити їх у повному обсязі, тому що підприємству потрібно ще перевозить сортименти довжиною 2, 4, 6 метри, тому використовувати розпуск є нераціонально, і з цією метою кращим буде використовувати причеп КрАЗ-А181М2. Слід наголосити, що в процесі переобладнання платформи під умови для перевезення сортиментів і встановлення потрібного навантажувача, така машина буде повністю відповідати заданим умовам підприємства.

Автомобіль КрАЗ-65032 обладнаний рухомим кузовом і використовується для перевезення сипучих вантажів. Враховуючи значення прохідності, якою володіє КрАЗ-65032 (рис. 1.7), та вантажопідйомності цей автомобіль можна переобладнати під лісовий тягач, і ефективно експлуатувати в даних умовах. Значний недолік – це вартість процесу переобладнання машини під лісовий тягач.



Рисунок 1.7 – Автомобіль КрАЗ-65032

						ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			14

Підвіски передня і задня є залежними, розміщеними на повздовжніх ресорах, на передній розміщено два гідравлічні амортизатори, задня підвіска – типу балансірного. Механізм керування тут - барабанного типу з наявними внутрішніми колодками. Стоянковим гальмом вважають гльма механічного типу,. Гальмівна система в машині пневматичного типу. Робочими гальмами тут є у механізмі трансмісійні гальма барабанного типу, які розміщені в зоні вихідного валу роздавальної коробки.

За представленими вимогами замовника, автомобіль може блути укомплектований додатковим утепленням кабіни, комплектом підігріву паливної системи. Дана машина використовується при помірному та тропічному поясах, при температурі навколишнього середовища від -45° до $+50^{\circ}$ С.

1.3 Властивості матеріалів

При виконанні випробування матеріалу дерев на спецустановках чи машинах отримують показники різних механічних характеристик, а саме - міцності деревини за умови стискання, розтягування, чи сколювання. Раніше було встановлено, що усі механічні характеристики деревини будуть залежати прямо від породи деревини, від її ологості та щільності. Враховуєть наявність різних дефектів у деревини, а також напрям прикладання силових факторів [1-4].

Границя міцності деревини знаходиться у межах від 100 МПа до 200 МПа для її різних порід. Також, від 50 МПа до 100 МПа знаходяться показники міцності деревини на статичному згині. У межах від 35 МПа до 100 МПа змінюється показник твердості деревини.

1.4 Мета та завдання роботи

Задекларована мета роботи – модернізація лісовозної машини для перевезення стовбурів дерев.

					ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Завданнями роботи слугували:

- проаналізувати сучасні технології реалізації лісозаготівельних робіт, для яких буде модернізовуватись лісотранспортна машина;
- проаналізувати лісовозні машини для перевезення стовбурів дерев під час лісозаготівельних робіт;
- описати вихідні дані, які необхідні для модернізації машини;
- обґрунтувати основні схеми модернізованої машини;
- визначити параметри окремих елементів модернізованої машини;
- запропонувати конструкцію розсувного тримача для деревини;
- розробити заходи для проведення ефективної експлуатації модернізованої лісовозної машини.

Усі вищепоставлені завдання були виконаними, а результати виконання завдань наведені у відповідних розділах роботи.

					ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування схем машини

2.1.1 Обґрунтування функціональної схеми

Функціональна схема модернізованої машини розробляється на основі структурної схеми роботи лісовозної машини (рис. 2.1) для виявлення процесів, що реалізуються.



Рисунок 2.1 – Структурна схема роботи модернізованої машини

Процес функціонування модернізованої лісотransпортної машини відбувається так (рис. 2.2): машина зупиняється біля стовбурів дерев, водій машини гідроманіпулятором здійснює захоплення та вкладання стовбурів у розсувні тримачі на машину та причіп-розпуск.

					ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

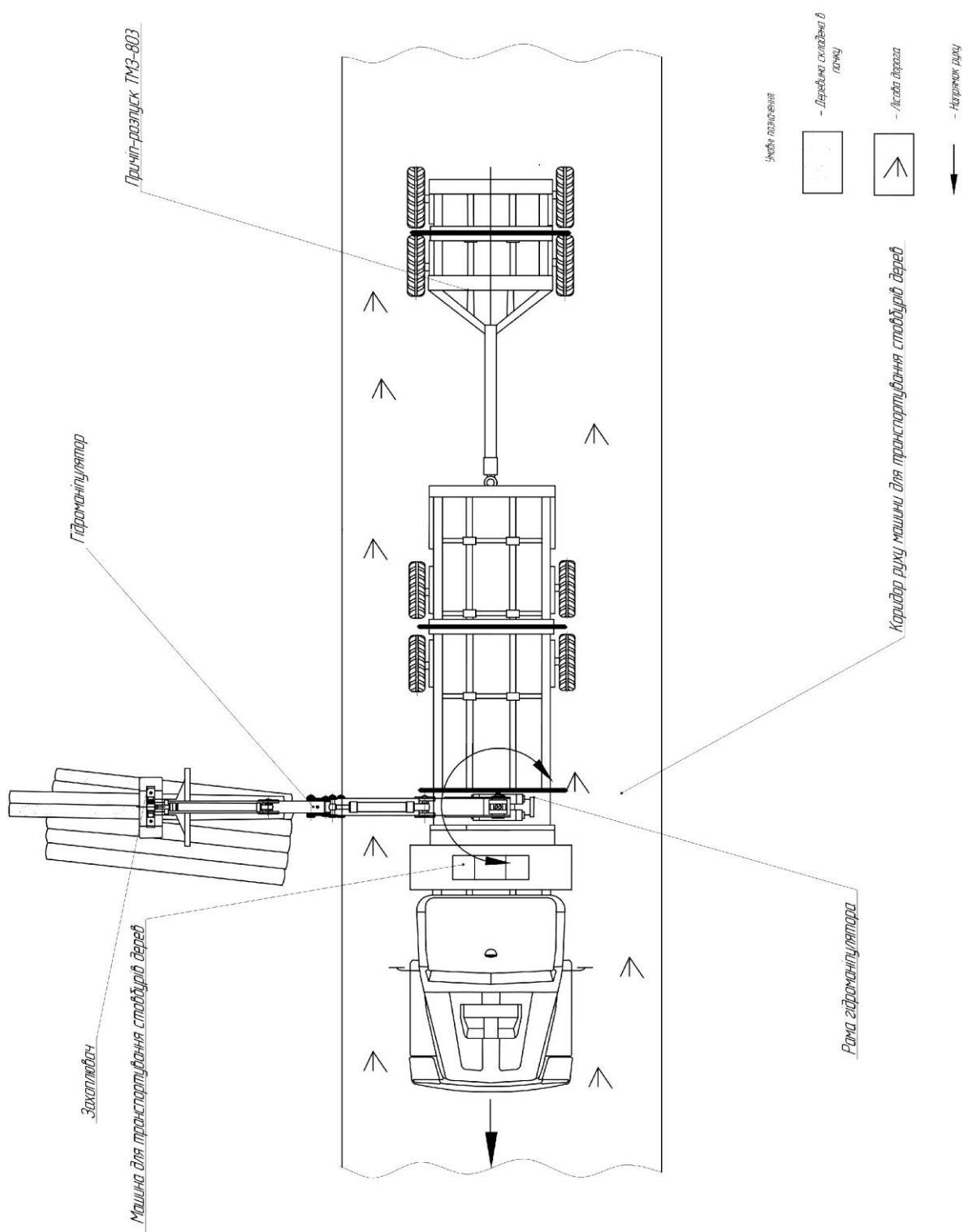


Рисунок 2.2 – Функціональна схема модернізованої лісотранспортної машини

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ

У кінці навантаження стовбурів дерев технологічне обладнання машини складається та фіксується в транспортному положенні, після чого модернізована машина відправляється у рейс.

2.1.2 Обґрунтування гідравлічної схеми машини

На рис. 2.3 представлено гідравлічну схему модернізованої машини, де відображені окремі її елементи гідравліки.

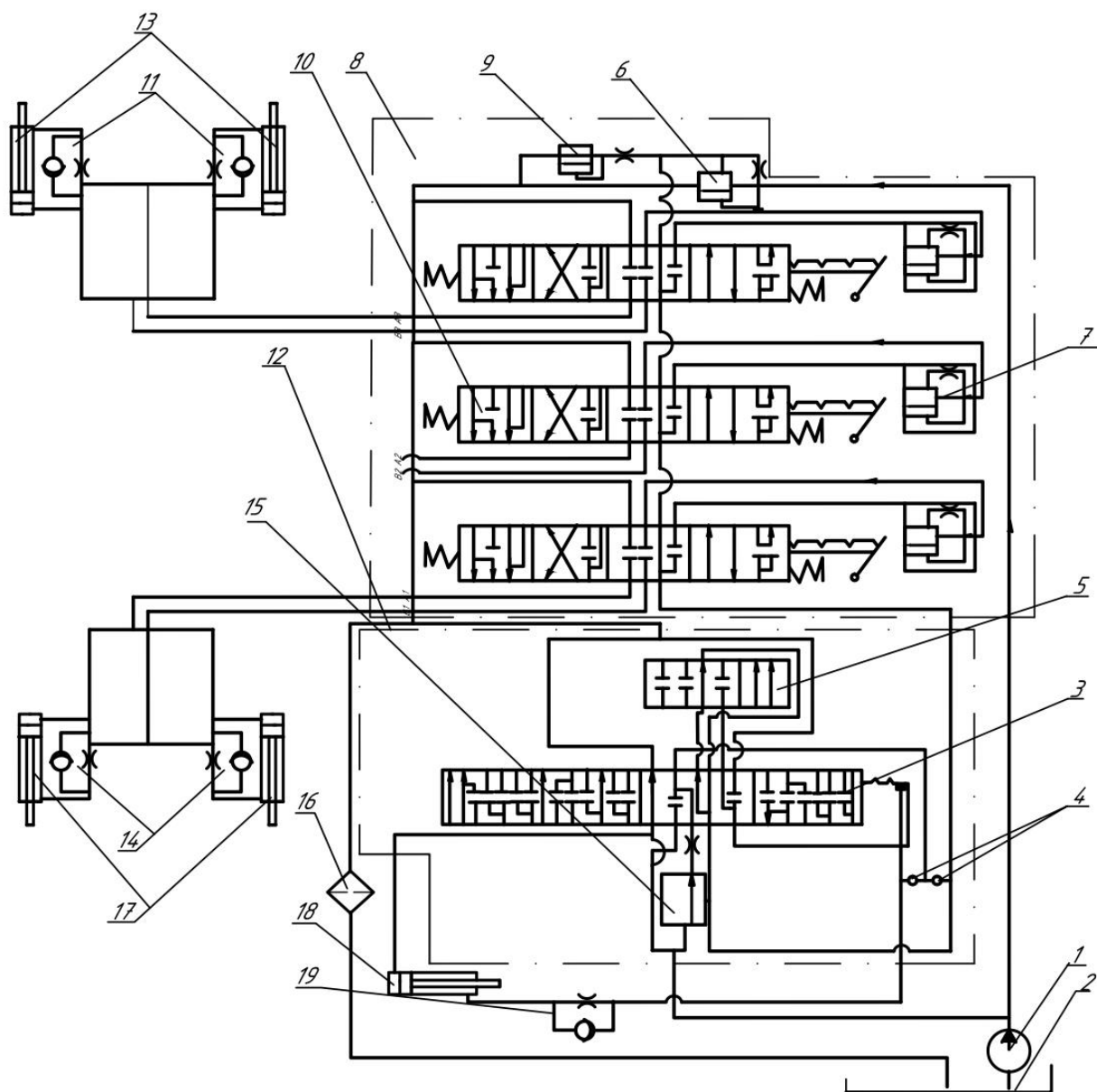
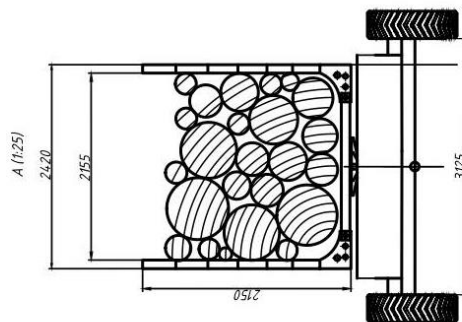
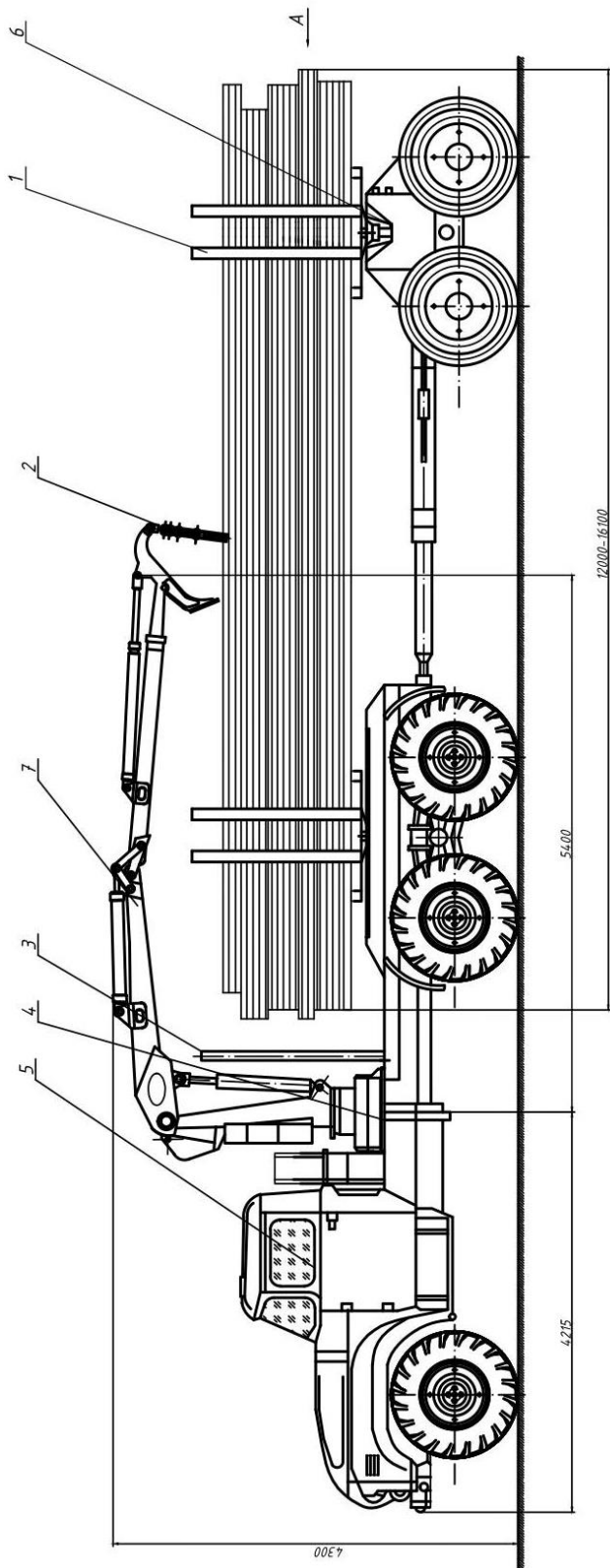


Рисунок 2.3 – Гідравлічна схема модернізованої лісовозної машини

						ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			19



Технічна характеристика
 1. Потужність двигуна - 155 кВт.
 2. Експлуатаційна маса - 12300 кг.
 3. Максимальна сила тяги - 62 кН.

Технічні вимоги
 1. Призначення для роботи з порубаними стовпами в широкій смузі.
 2. Перед початком роботи перевіряють наявність напруги в електричній системі.

Рисунок 2.5 – Схема принципова модернізованої лісовозної машини: 1 – тримач; 2 – захоплювач; 3 – огороження; 4 – рама; 5 – автомобіль ЗІЛ-131; 6 – причіп-розпуск; 7 – гідроманіпулятор Fiskars

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ

Арк.

21

До автомобільного тягача тягово-зчіпним пристроєм приєднано причіп-розпуск, на якому знаходяться стовбури дерев і напівстовбури із довжиною 12,0...16,1 м. Позаду кабіни автотягача є спеціальна захисна решітка, що буде убезпечувати кабінку від можливого пошкодження її стовбурами.

У модернізованій машині буде використовуватись тяговий тип зв'язку. Він стає можливим завдяки тяговому гаку (фаркопу), який прикріплюється до задньої частини рами тягача.

Наявність гідравлічного маніпулятора значно поліпшує характеристики такого лісовозного засобу.

2.2 Визначення параметрів елементів машини

2.2.1 Визначення навантажень на елементи машини

Під час взаємодії стовбурів дерев із розсувними тримачами на вертикальні стійки останніх будуть діяти розпірні навантаження. Стовбури дерев, які навантажені на платформу машини, повинні надійно утримуватись тримачами.

Максимальна сила, яка буде діяти на стійки тримача, рівна (рис. 2.6):

$$P_{тр} = 1/6 Q_{ст}, \tag{2.1}$$

де $Q_{ст}$ – вага стовбурів дерев, кН.

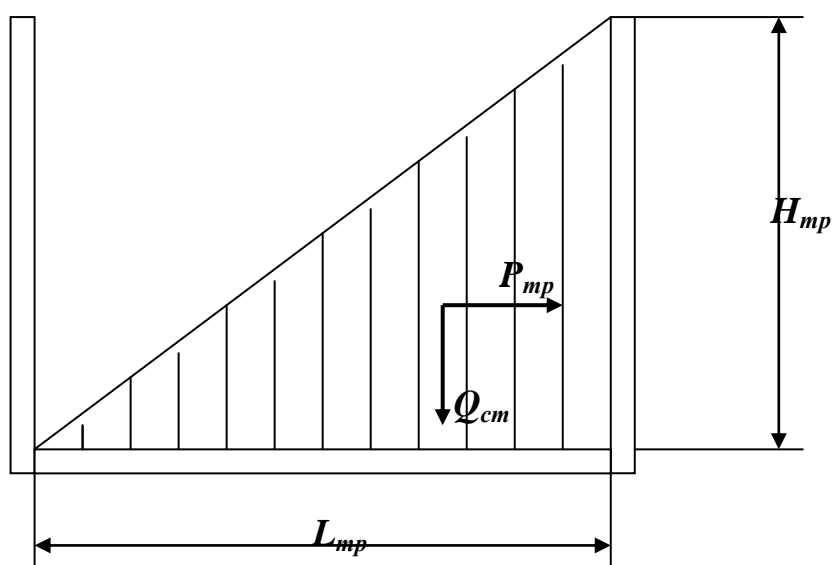


Рисунок 2.6 – Схема розрахункова для визначення сил на стійках тримача

						ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			22

Вагу стовбурів дерев будемо визначати за такою формулою:

$$Q_{cm} = l_{n.cm} \cdot H_{mp} \cdot L_{mp} \cdot k_1 \cdot q, \quad (2.2)$$

де $l_{n.cm}$ – довжина пакету стовбурів дерев (приймаємо $l_{n.cm} = 16,1$ м); H_{mp} – висота тримача (приймаємо тут $H_{mp} = 2100$ мм); L_{mp} – ширина тримача (приймаємо тут $L_{mp} = 2155$ мм); k – коефіцієнт заповнення пачки стовбурів ($k_1 = 0,8$); q – щільність деревини ($q = 1,0$ т/м³).

Отже, після підстановки у формулу (2.2), отримаємо:

$$Q_{cm} = 16,1 \cdot 2,1 \cdot 2,155 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 58,3 \text{ т} \approx 583 \text{ кН.}$$

$$P_{mp} = 1/6 \cdot 583 = 97,2 \text{ кН.}$$

2.2.2 Перевірка стійки тримача

На стійки тримача буде діяти поперечна сила, що буде їх згинати. Конструкція поперечного перерізу стійки тримача представлена на рис. 2.7. Під час навантаження згинальним моментом умова міцності має такий вигляд:

$$\sigma_{зз} = \frac{M_{зз.cm.mp}}{W_{cm.mp}} \leq [\sigma]_{зз}, \quad (2.3)$$

де $M_{зз.cm.mp}$ – діючий максимальний згинальний момент на стійку тримача; $W_{cm.mp}$ – момент опору перерізу стійки тримача; $[\sigma]_{зз}$ – максимально допустиме напруження згину, МПа.

Максимальний згинальний момент будемо визначати за формулою:

$$M_{зз.cm.mp} = P_{mp} \cdot 1/3 \cdot H, \quad (2.4)$$

де P_{mp} – сила, яка буде згинати стійку тримача; H – зовнішня висота перерізу стійки тримача (будемо приймати $H = 120$ мм).

					ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

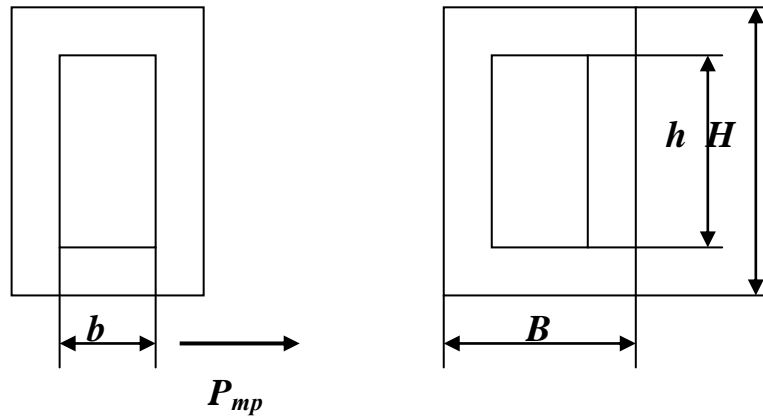


Рисунок 2.7 – Розрахункова схема поперечного перерізу стійки коника

Отже, отримаємо:

$$M_{зг.ст.тр} = 97,2 \cdot 1/3 \cdot 1,2 = 38,88 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Визначаємо момент опору перерізу стійки тримача:

$$W_{ст.тр} = \frac{2 \cdot B \cdot H^3 + b \cdot h^3}{6 \cdot H}, \quad (2.5)$$

де B – зовнішня ширина січення стійки тримача (приймаємо $B = 80$ мм); b і h – відповідно внутрішні ширина та висота січення стійки (за товщиною стінки $\Delta = 5$ мм, приймаємо $b = 75$ мм та $h = 110$ мм).

Отже, тоді будемо мати:

$$W_{ст.тр} = \frac{2 \cdot 80 \cdot 120^3 + 75 \cdot 110^3}{6 \cdot 120} = 522645,83 \text{ мм}^3.$$

Тоді

$$\sigma_{зг} = \frac{38,88 \cdot 10^6}{522645,83} = 74,39 \text{ МПа.}$$

Для динамічних навантажень максимально допустиме напруження згинання дорівнюватиме:

$$[\sigma]_{зг} = 0,5 \cdot \sigma_p,$$

де σ_p – тимчасова допустима напруга (для Сталі 3 $\sigma_p = 380$ МПа [11]).

Отже, будемо мати:

					ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

$$[\sigma]_{32} = 0,5 \cdot 380 = 190,00 \text{ МПа.}$$

Як бачимо умова міцності буде виконуватися, оскільки 74,39 МПа є в рази меншим за 190,00 МПа. Тому, міцність конструкції забезпечена.

2.3 Розробка конструкції складальних одиниць і деталей

Важливим етапом роботи є розроблення конструкції складальних одиниць та деталей тримача лісовоза. Конструкція розсувного тримача представлена на рис. 2.8.

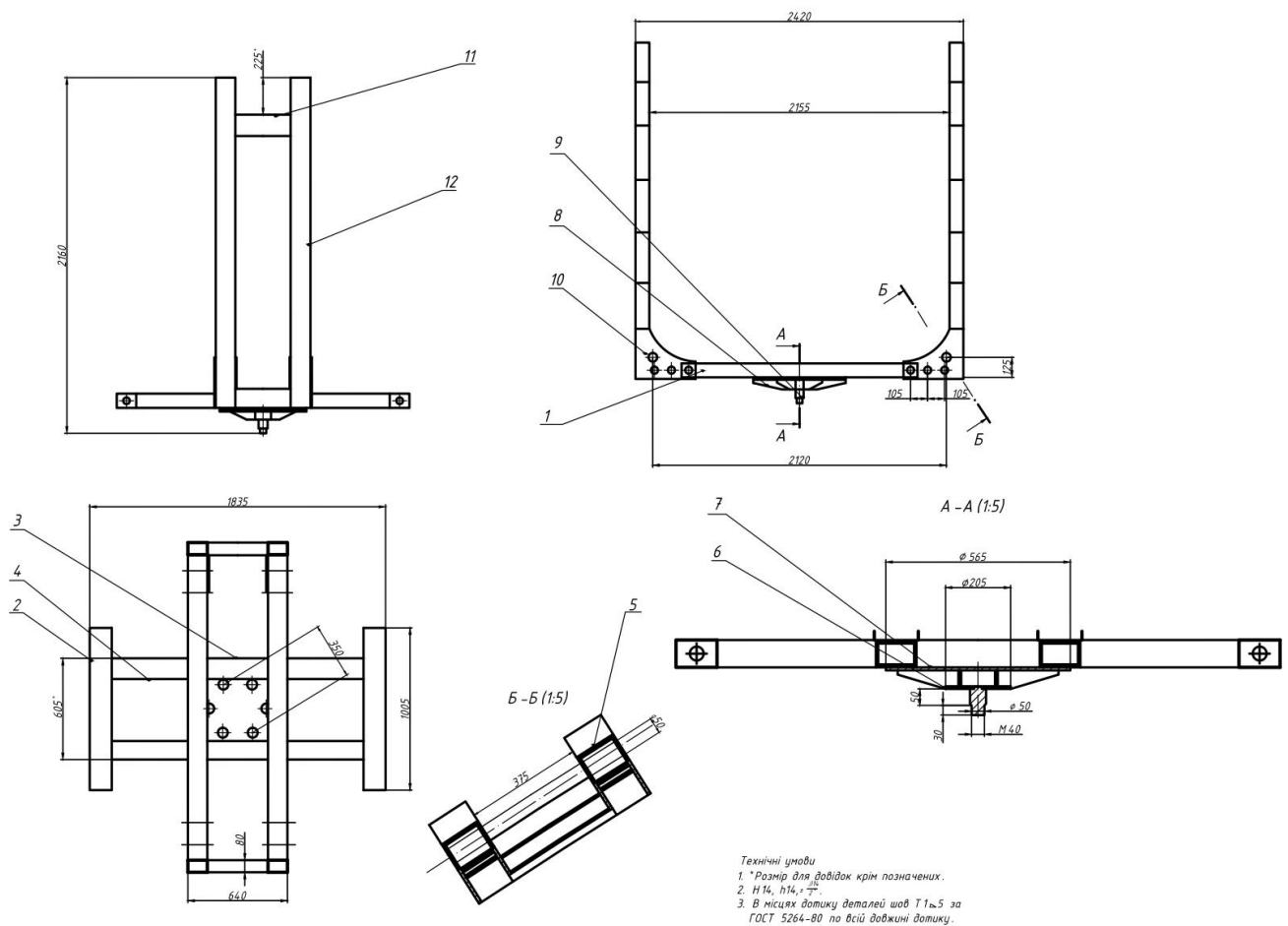


Рисунок 2.8 – Тримач модернізованого лісовоза:

- 1 – нижня балка; 2 – упорна балка; 3 – центральна балка;
- 4 – середня балка; 5 – кришка укосини; 6 – малий диск;
- 7 – великий диск; 8 – косинка; 9 – вісь; 10 – укосина;
- 11 – поперечина; 12 – вертикальна стійка

					ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Для виготовлення деталей розсувного тримача застосовують різноманітні технологічні операції з оброблення матеріалів – фрезерування, штампування, довбання та рубання.

Для виготовлення великого диска, косинки, малого диска, кришки укосини, укосини використаємо сталевий лист сталь Ст3.

Ширина розсувних тримачів на лісовозі завдяки їх розсуванню може регулюватись із кроком 105 мм з кожної сторони.

					ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

3 ЕКСПЛУАТАЦІЯ МАШИНИ

3.1 Заходи з підготовки машини до роботи

Показник продуктивності праці підприємства лісової галузі можна підвищити покращенням матеріально-технічної бази підприємства та культурою використання техніки, покращенням ефективності використання машин, а також якістю її обслуговування та зберігання.

При впровадженні у виробництво сучасної нової техніки вимагається підвищення вимог до професійності організації праці з технікою, мається на увазі її грамотного використання не лише в процесі лісозаготівлі, але і інших процесах та галузях народного господарства.

Застосування машини для перевезення стовбурів за її призначенням, підтримання роботоздатності її складових частин та забезпечення функціонування машини в різних експлуатаційних умовах, що передбачає правильну підготовку до використання, та техобслуговування, зберігання називають експлуатацією машини для перевезення стовбурів.

Перед початком експлуатації машини для перевезення стовбурів проводять процес розконсервування, що включає у себе наступні етапи: витирання мастила, яке може міститися на робочих поверхнях агрегату, протирання поверхні ганчіркою у спецрозчині, проведення контролю та перевірки зовнішніх різьбових та зварних з'єднань, перевірки необхідного рівня робочої рідини та мастильного матеріалу.

Обов'язковим є етап перевірки стану складальних одиниць та деталей, котрі пізніше підлягають процесу збирання, а також змащення необхідних точок мащення, заправки паливом та охолоджувальною рідиною двигуна машини для перевезення стовбурів.

Після виконання перерахованих етапів, машина для перевезення стовбурів повинна пройти обкатку двигуна без різкого навантажування, при холостому режимі, з певним навантаженням і в умовах рівної площадки, щоб перевірити

					ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

правильність проведеного складання та можливості регулювання елементів машини досвідченим працівником. Тривалість виконання обкатки вказана в інструкції з експлуатації машини.

Тривалість обкатки машини для перевезення стовбурів на холостому режимі становить 2-3 год з плавним підвищенням показника частоти обертання колінчастого валу двигуна на машині. Коли проводять процес обкатки, треба оцінити візуально двигун машини та прослухати його в процесі роботи, перевірити контрольні прилади на панелі машини для перевезення пачки стовбурів дерев.

За електроустаткуванням теж постійно наглядають, а саме контролюють роботу лампочок у фарах і на шасі машини, які засвічуються при їх вмиканні разом з іншими електроосвітлювальними приладами машини для перевезення стовбурів.

Показник тиску мастила, що є дуже важливим для роботи машини, виконують при мінімальному показнику частоти обертання колінчастого валу на двигуні; тиск мастила повинен бути десь 0,08 МПа, а при максимально допустимій частоті обертання колінчастого валу на двигуні становити 0,38...0,68 МПа.

Якщо раптом відмічається незвичний шум або стукотіння, спостерігається витікання антифризу, оливи або палива, то машину для перевезення стовбурів терміново потрібно зупинити, провести вимкнення двигуна і оцінити можливість усунення несправності самостійно. Якщо це виглядає неможливим, тоді потрібно звернутися за допомогою до фахівців галузі.

Обігрівання кабіни машини для перевезення стовбурів відбувається теплим повітрям, яке надходить до неї вентилятором з системи охолодження. Щоб очищувати це нагріте повітря, використовують спеціальні фільтри. До потрапляння у кабіну машини, тепле повітря спочатку надходить у простір розподільчого елемента, і там отримує різні напрямки.

При виявленні потрапляння диму у кабіну машини для перевезення стовбурів потрібно терміново вимкнути двигун, відкрити капот.

					ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Виконання контролю справності трансмісії і ходової системи слід виконувати під час руху машини для перевезення стовбурів на усіх передачах.

3.2 Правила експлуатації та регулювання машини

На період експлуатації машини для перевезення стовбурів в лісовому господарстві необхідно систематично:

- 1) забезпечувати чистоту шин;
- 2) проводити контроль потрапляння залишків палива, оливи та інших рідин, на шини, бо це може пошкодити їх;
- 3) контролювати наявність у шинах тиску повітря в межах 100 – 110 кПа.
- 4) промивати шини лише простою водою;

Підшипникові вузли на усіх колесах машини для перевезення стовбурів регулюють кожні 300годин експлуатації машини для перевезення стовбурів, а вперше їх регулювання відбувається через 70год роботи машини для перевезення стовбурів.

Під час роботи машини для перевезення стовбурів потрібно контролювати стан підшипників на ступицях коліс. Також потрібно прислухатись до роботи інших вузлів машини для перевезення стовбурів і якщо відчувається додатковий шум, реагувати на це.

Машину для перевезення стовбурів регулюють поетапно:

- 1) надійно встановлюють домкрат під ступицею коліс машини для перевезення стовбурів, для цього підкладають під заднє колесо башмак для надійності стопоріння;
- 2) знімають кришку зі ступиці колеса;
- 3) знімають стопорну шайбу на ступиці;
- 4) проводять діагностику легкості обертання колеса або шукають причину його гальмування;
- 5) затягують гайку зі штифтом і виконують перевірку обертання ступиці колеса;

					ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

б) гайку зі штифтом відкручують на пів- чи один оберт, встановлюють необхідну стопорну шайбу, при цьому відбувається зміщення штифта з отвором в ньому;

7) надійно закріплюють кришку на ступиці.

Для етапу перевірки правильності регулювання підшипників у колесах, потрібно під час роботи машини для перевезення стовбурів, перевірити ступінь наявності нагрівання ступиці коліс.

Якщо ступиця колеса машини для перевезення стовбурів нагрівається і це добре відчувається рукою, тоді необхідно відкрутити гайку зі штифтом ще на пів оберту.

Швидке зношування підшипників коліс виявляється через занадто міцне або навпаки ослабке затягування кришки.

Якщо спускатись машиною для перевезення стовбурів з гори або якогось підвищення, потрібно увімкнути для цього першу або другу передачу.

Машинами для перевезення стовбурів забороняється здійснювати рух впоперек крутих схилів. Залізничні колії дані машини долають на першій передачі і у спеціально призначених для цього місцях.

Щоб машина для перевезення стовбурів зупинилася, вимикають муфту зчеплення, а важіль перемикання рядів перемикають у нейтральне положення, при цьому відчувається зменшення частоти обертання двигуна машини.

Якщо вимагається провести термінову зупинка, тоді одночасно із вимкненням муфти зчеплення потрібно натискати на педаль гальма, а вже потім виконувати вище перераховані операції.

Недопустимим фактом є робота двигуна машини для перевезення стовбурів на холостому ходу терміном більше 15хвилин. Отже, якщо є потреба тривалої зупинки двигун слід заглушити після роботи з маленькими обертами на холостому ходу через 3-5 хвилин. Після виконання зупинки двигуна машини для перевезення стовбурів сигнальна лампа аварійного тиску має засвітитися, і після цього для уникнення розряду батарей на акумуляторі вимикають масу.

					ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

При використанні машини для перевезення стовбурів та його навісного обладнання, зокрема гідроманіпулятора, можуть з'являтися певні несправності, котрі потрібно намагатись самостійно усувати.

Якщо належним чином проводити догляд за навісним обладнанням, тобто своєчасно та якісно проводити змащування механізмів і шарнірних з'єднань елементів гідроманіпулятора, то його безвідмовна робота гарантована.

3.3 Техобслуговування машини

При правильній організації техобслуговування машина для перевезення стовбурів матиме відмінний робочий стан і буде економно вигідною під час експлуатації, а також попереджатимуться різного виду зношування, поломки складових елементів машини.

Заходи техобслуговування машини для перевезення стовбурів бувають планового і профілактичного тип. Вони містять такі етапи:

- 1) техобслуговування машини для перевезення стовбурів під час її транспортування до місця передбачуваної експлуатації;
- 2) техобслуговування машини для перевезення стовбурів в процесі експлуатаційної обкатки;
- 3) техобслуговування машини для перевезення стовбурів під час виробничої експлуатації.

Обслуговування машини для перевезення стовбурів під час її виробничої експлуатації включають такі заходи:

- 1) щозмінне техобслуговування машини (ЩТО);
- 2) техобслуговування №1 (ТО-1);
- 3) техобслуговування №2 (ТО-2);
- 4) техобслуговування машини для перевезення стовбурів при її зберіганні.

Періодичність виконання техобслуговування через напрацювання машини для перевезення стовбурів подано в таблиці 3.1.

					ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

При виконанні етапів техобслуговування та транспортування машини для перевезення стовбурів, обов'язково перевіряють її комплектність, а також контролюють надійність зовнішніх кріплень.

При виявленні несправностей виконують їх ліквідацію.

Процес очищення від бруду в період експлуатації машини для перевезення стовбурів, а також виконання змащування та пошук різного роду недоліків є обов'язковими етапами експлуатації машини для перевезення стовбурів.

Таблиця 3.1 – Періодичність техобслуговування машини для перевезення стовбурів

Назва техобслуговування машини для перевезення стовбурів	Періодичність робіт в мотогодинах
Техобслуговування при транспортуванні машини для перевезення стовбурів	При транспортуванні машини для перевезення стовбурів
Техобслуговування в період експлуатаційної обкатки машини для перевезення стовбурів	При виконанні обкатки машини для перевезення стовбурів на підприємстві чітко визначено кількість годин за її інструкцією експлуатації
Щозмінне техобслуговування машини для перевезення стовбурів	10 (на початку кожної зміни)
Техобслуговування машини для перевезення стовбурів №1	60
Техобслуговування машини для перевезення стовбурів №2	240
Техобслуговування машини для перевезення стовбурів в період його зберігання	при закінченні сезону робіт

При виконанні експлуатаційного обкатування машини для перевезення стовбурів техобслуговування виконують очищення складових машини від різного роду бруду і оливи.

Після цього повертають на місце усі складові, які були зняті з машини для перевезення стовбурів при транспортуванні.

Необхідно перевірити комплектацію машини для перевезення стовбурів, її технічний стану, надійність у зовнішніх кріпленнях.

За потреби регулюють різьбові з'єднання комплектуючих машини, перевіряють якість та надійність їх складання.

Обкатка машини для перевезення стовбурів здійснюється на різних режимах її роботи, при цьому контролюються кріплення на складальних одиницях машини для перевезення стовбурів.

Регулювання підшипників на колесах машини для перевезення стовбурів та її гідросистеми проводять лише за потреби.

Щозмінне техобслуговування машини для перевезення стовбурів включає такі етапи:

1) Перевірка комплектації машини для перевезення стовбурів, її технічного стану та надійності зовнішніх кріплень.

2) Очищення машини для перевезення стовбурів та її складових від рослинних решток, залишків ґрунту, пилу.

3) Перевірка на взаємодію усіх складових частин машини для перевезення стовбурів;

4) Рівень мастила вимірюють спеціальною мірною лінійкою. Якщо його недостатньо - доливають;

5) Остаточне регулювання машини для перевезення стовбурів виконують на початку її роботи.

При техобслуговуванні №1 елементи машини для перевезення стовбурів очищають від пилу та ґрунту. Перевіряють осьовий проміжок в підшипниках коліс - він має бути 0,15 мм. Важливою умовою технічної справності є легкість обертання коліс. Також машину для перевезення стовбурів оглядають на

					ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

виявлення підтікання мастила. Також контролюють стан комплектності, технічного стану і надійності у зовнішніх кріпленнях.

При кінцевому регулюванні машини для перевезення стовбурів перевіряють взаємодію між собою її складових частин.

Техобслуговування №2 проводять наступним чином:

1) перевіряють відсутність підтікання оливи під машиною для перевезення стовбурів.

2) перевіряють комплектацію, технічний стан та надійність у зовнішніх кріпленнях машини для перевезення стовбурів.

3) очищають від рослинних та ґрунтових залишків робочі органи машини для перевезення стовбурів та гідроманіпулятор.

4) перевіряють достатній рівень оливи у картерах - він має відповідати встановленим вимогам.

5) регулюють стан гідравлічних циліндрів у гідроманіпуляторі.

б) перевіряють на взаємодію складових частин машини для перевезення стовбурів.

Підготовка машини для перевезення стовбурів до зберігання включає наступні етапи:

1. Візуально оглядають технічний стан машини для перевезення стовбурів та придатність її до подальшої експлуатації без виконання ремонту.

2. очищення від бруду робочих органів машини для перевезення стовбурів, платформи, гідроманіпулятора, захоплювача.

3. обслуговування гідроциліндрів від гідроманіпулятора, для цього попередньо знімають їх з машини для перевезення стовбурів.

4. Тиск повітря в шинах машини для перевезення стовбурів зменшують та покривають їх світлозахисним розчином.

5. змащують захисним розчином непофарбовані поверхні та частини машини.

б. покривають захисним розчином деталі машини для перевезення стовбурів та обдувають їх стисненим повітрям.

					ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Техобслуговування машини для перевезення стовбурів поділяють на: щомісячне(ЩО), таке що виконується перед початком експлуатації; техобслуговування №1 (ТО-1), яке проводиться через п'ятдесят годин експлуатації машини для перевезення стовбурів; техобслуговування №2 (ТО-2) проводиться через 250 годин експлуатації машини для перевезення стовбурів; техобслуговування №3 (ТО-3) проводиться через 1000 годин роботи машини для перевезення стовбурів.

При виконанні заправки машини для перевезення стовбурів забороняється:

- проводити ремонтні роботи та регулювати машину;
- заправка паливом машини для перевезення стовбурів при робочому двигуні;
- переливання та розливання палива в роботі;
- присутність інших людей у кабіні машини.

					ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

На підставі результатів модернізації машини, яка здійснює операції навантаження та розвантаження стовбурів дерев та їх транспортування, були сформульовані такі висновки і пропозиції:

1. Ефективність виконання лісовозних операцій покращиться на підставі функціонування модернізованої лісотранспортної машини, обладнаної розсувними тримачами для деревини, що уможливить підвищення продуктивності машини та поліпшить її експлуатаційні характеристики, особливо в складних умовах роботи на лісовозних дорогах. Причому запропоновані у роботі розсувні тримачі можуть застосовуватись на різній лісотранспортній техніці.

2. В оглядовій частині бакалаврської роботи проаналізовано основні технології, для реалізації яких буде використано модернізовану лісовозну машину, а також розглянуті застосовувані машини для перевезення деревини, наведено аналіз основних властивостей деревини.

3. У другому розділі визначено параметри елементів модернізованої у роботі машини, а також обґрунтовані її основні схеми.

4. У третьому розділі розроблено ряд ефективних рекомендацій з експлуатації модернізованої машини.

					ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

ПЕРЕЛІК ДжЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Білик Б.В., Адамовський М.Г. Проектування самохідних лісових машин: Вибір параметрів, компонування і тяговий розрахунок: Навч. посібник. – Львів: “ЗУКЦ”, 2004. – 156 с.

2. Библиук Н.І. Лісотранспортні засоби: Теорія. – Львів: Видавничий дім “Панорама”, 2004. – 253 с.

3. Білик Б.В. Проектування самохідних лісових машин: Навч. посібник. – К.: ІЗМН, 1998. – 140 с.

4. Білик Б.В., Адамовський М.Г. Теорія самохідних лісових машин: Навч. посібник. – Київ-Львів: ІЗМН, 1998. – 208 с.

5. Гащук П. Автомобіль: Теорія колісного рушія: Навчальний посібник. Київ: Кондор, 2018. – 328 с.

6. Проектування самохідних лісових машин: конспект лекцій для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» денної і заочної форм навчання / Н.О. Толстушко. – Луцьк: Луцький НТУ, 2018. – 68 с.

7. Білоконь Я.Ю. Трактори та автомобілі: Підручник / Я.Ю. Білоконь, А.І. Окоча, С.О. Войцехівський. – К: Вища освіта, 2003. – 560 с.

8. Технічна експлуатація автомобілів [Текст]: Навчальний посібник / В.М. Дембіцький, В.І. Павлюк, В.М. Придюк – Луцьк: Луцький НТУ, 2018. – 473 с.

9. Машини і обладнання для лісового господарства: посібник / за ред. В.І. Кравчука. – Дослідницьке: УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2011. – 192 с.

10. Шкіря Т.М. Технологія і машини лісосічних робіт. – Львів: Український державний лісотехнічний університет: «Тріада плюс», 2003. – 352 с.

11. Павлице В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підруч. – 2-е вид. перероб. – Львів: Афіша, 2003. – 560 с.

12. Толстушко Н. О., Ковальчук Н. П. Технологія та технологічне обладнання лісозаготівлі : електронний навчальний посібник для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освітньої програми «Лісове господарство» галузь знань 20

						ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			38

Аграрні науки та продовольство спеціальності 205 Лісове господарство денної та заочної форм навчання. Луцьк : ЛНТУ, 2023. URL: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/26_02_2023_%D0%93%D0%9E%D0%A2%D0%9E%D0%92%D0%95%20%E2%80%93%20%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D1%96%D1%8F/index.html. (Довідка №23-04, протокол №6 від 22 лютого 2023р.).

					ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

ДОДАТКИ

					ОЛК.МТД.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40