

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 ПРЕСУВАННЯ
ПОДРІБНЕНОЇ ДЕРЕВИНИ У ЦИЛІНДРИЧНІ
ТЮКИ

спеціальність 133 Галузеве машинобудування

освітня програма Галузеве машинобудування

Виконав: здобувач вищої освіти
групи Мз-41
Кузьмініх Артем Дмитрович

(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

Кузьмініх Артему Дмитровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи *«Модернізація машини для пресування подрібненої деревини у циліндричні тюки»*

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 модернізованої машини.

Висновки та пропозиції. Перелік джерел посилання. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу:

1. Вихідні дані – 1 лист ф. А1.

2. Машина для пресування подрібненої деревини у циліндричні тюки. Схема функціональна – 1 лист ф. А1.

3. Машина для пресування подрібненої деревини у циліндричні тюки.

Схема гідравлічна – 1 лист ф. А1.

4. Машина для пресування подрібненої деревини у циліндричні тюки.

Схема принципова – 1 лист ф. А1.

5. Ротор з ножами. Складальний кресленик – 1 лист ф. А1.

6. Робочі кресленики ротора з ножами – 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 модернізованої 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)

(Кузьмініх А.Д.)

(прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

(Толстушко М.М.)

(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кузьмініх А.Д. Модернізація машини для пресування подрібненої деревини у циліндричні тюки. 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 пресування подрібненої деревини у циліндричні тюки.

Ключові слова: МАШИНА, ТРАКТОР, РОТОР З НОЖАМИ, БАРАБАН, ПРЕСУВАННЯ, ДЕРЕВИНА.

ANNOTATION

Kuzminykh A.D. Modernization of the machine for pressing chopped wood into cylindrical bales. 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 the bachelor's thesis, the machine for pressing chopped wood into cylindrical bales was modernized.

Keywords: MACHINE, TRACTOR, ROTOR WITH KNIVES, DRUM, PRESS, WOOD.

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---|---|--------------|----------------|
| | | | | | ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ | | | |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | Кузьмініх | | | | <i>Модернізація машини для пресування подрібненої деревини у циліндричні тюки</i> | <i>Літ.</i> | <i>Аркуш</i> | <i>Аркушіє</i> |
| <i>Перевір.</i> | Толстушко | | | | | <i>К</i> | 3 | 40 |
| <i>Реценз.</i> | | | | | | <i>ЛНТУ, ФТМІ, каф. ГМ, ст. гр. Мз-41</i> | | |
| <i>Н. контр.</i> | Мартинюк | | | | | | | |
| <i>Затверд.</i> | Пуць | | | | | | | |

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| АНОТАЦІЯ | 3 |
| ANNOTATION | 3 |
| ЗМІСТ | 4 |
| ВСТУП | 5 |
| 1 ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА | 7 |
| 1.1 Опис технологій, в котрих використовується модернізована машина | 7 |
| 1.2 Опис базового обладнання | 8 |
| 1.3 Властивості деревини | 15 |
| 1.4 Мета та завдання роботи..... | 15 |
| 2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА | 17 |
| 2.1 Визначення характеристик машини..... | 17 |
| 2.2 Обґрунтування схем машини | 19 |
| 2.3 Розроблення конструкції ротора з ножами та його деталей | 24 |
| 3 ЕКСПЛУАТАЦІЯ МОДЕРНІЗОВАНОЇ МАШИНИ | 27 |
| 3.1 Заходи з підготовки модернізованої машини до виконання технологічних операцій | 27 |
| 3.2 Правила регулювання та експлуатації модернізованої машини | 27 |
| 3.3 Роботи з обслуговування модернізованої машини | 32 |
| 3.4 Вимоги безпеки при ремонті та обслуговуванні модернізованої машини | 35 |
| ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ | 37 |
| ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ..... | 38 |
| ДОДАТКИ..... | 40 |

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 4 |

ВСТУП

Актуальність теми.

У процесі лісозаготівлі лишається велика частина деревини у вигляді порубних залишків – гілок, верхівок та уламків дерев. Ці порубні залишки краще переробляти, наприклад, на паливо і доставляти споживачам. Сьогодні відомо чимало машин для збирання та перероблення порубних залишків, які займають важливе місце в реалізації сучасних, безвідходних технологій ведення лісового господарства [1-14].

Для збирання та перероблення порубних залишків деревини використовують також рулонну технологію, для якої легко вирішити питання механізації наступних процесів [1-14].

Важливою машиною в рулонній технології є машина, яка здійснює подрібнення відходів деревини і пресування подрібнених відходів деревини у циліндричні тюки. Модернізація такої машини є актуальним завданням, адже це дасть можливість поліпшити якість формування циліндричних тюків, підвищити продуктивність машини.

Мета та завдання роботи.

Метою роботи є модернізація машини для пресування подрібненої деревини у циліндричні тюки.

Завданнями роботи є:

- проаналізувати технологічні процеси, під час яких можливе застосування модернізованої машини для формування циліндричних тюків;
- проаналізувати машини, які здійснюють збирання, подрібнення та пресування подрібнених деревних матеріалів у циліндричні тюки;
- визначитись із необхідними вихідними даними, які будуть використовуватись під час модернізації машини для формування деревних рулонів;

| | | | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|-----------------------|------|
| | | | | | | | | | | ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | | 5 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | | |

- обґрунтувати схеми модернізованої машини для утворення рулонів деревини;
- розробити конструкцію ротора з ножами;
- записати ефективні заходи для вірної експлуатації модернізованої машини.

Об’єкт дослідження – процес роботи машини для пресування подрібненої деревини з формуванням рулонів.

Предмет дослідження – вплив характеристик модернізованої машини для формування циліндричних тюків на процес виконання нею своїх технологічних операцій.

Методи дослідження. Модернізація машини здійснювалась із використанням основних законів та методів наукового пошуку, вищої математики, механіки, теорії механізмів та машин, деталей машин.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 6 |

1 ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА

1.1 Опис технологій, в котрих використовується модернізована машина

Лісове господарство на території України вимагає застосування сучасних технологій його ведення та відповідної техніки. Для цього потрібно, в першу чергу, висококваліфіковані кадри, які будуть впроваджувати сучасні форми ведення лісового господарства, а також зможуть поєднати знання про сучасні технології лісового господарства та про лісові машини [1-14].

Одним з важливих етапів вирощування лісу, від якого дуже залежить якість лісових насаджень, є якісний догляд за наявними насадженнями лісових культур.

Важливим моментом догляду за лісовими культурами є забезпечити умови для кращого росту лісових культур шляхом зменшення негативного впливу від рослинності (трава, кущі, порослі малоцінних порід).

Технології догляду за лісом являють собою дуже складний комплекс робіт, в якому поєднані агротехнічні та лісівничі заходи з метою покращення умов для зростання лісових культур. В першу чергу до таких заходів відносяться такі , що направлені на поліпшення властивостей ґрунтів, серед яких вирощують дані насадження, і мінімізація трав'яної та додаткової деревної рослинності біля культур, а також підживлення ґрунтів [1-14].

Застосовуючи операції постійного та вчасного догляду за лісовими насадженнями, важливим є покращити тепловий та водний режими їх вирощування. В результаті дерева швидше і краще будуть розвиватися на доглянутій території.

При виконанні операцій догляду за умовами вирощування різних лісових культур, спеціалістами використовується різноманітна мобільна лісова техніка, а саме: кущорізи-освітлювачі, вирубувачі коридорів, комбайни-вирубувачі молодняків, вирубувачі-пакетувальники, мульчувачі, біобалери [1-14].

| | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--|-----------------------|------|
| | | | | | | ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 7 |

Головною ознакою класифікації рулонних машин, що наразі випускаються різними фірмами, є тип камери для пресування – може бути сталого чи змінного об'єму.

У машинах з пресувальною камерою змінного об'єму її формувальними елементами являється система нескінченних пасів, які здійснюють обертальний рух рулону і призводять до намотування на нього рослинних матеріалів. Тут спочатку відбувається явище формування зародка рулону в малому об'ємі початкової форми пресувальної камери.

На рис. 1.1 – 1.3 наведено фото рулонних машин з прес камерами від різних виробників.

У деяких машинах прескамери зі сталим об'ємом являють собою більше десяти – двадцяти валиків, що здійснюють обертання.



Рисунок 1.1 – Самохідна машина з пресувальною камерою ZR5
фірми Vermeer (США)

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 9 |

Таку камеру має рулонна машина Rollant фірми Claas від німецького виробника.

Важливо, що рулонні машини з пресувальною камерою сталого об'єму, тобто безпасові варіанти, мають просту конструкцію і високу довговічність робочих органів.

В невеликих господарствах найбільш використовуваними є процеси формування рулонів у прескамерах змінного об'єму. Найчастіше використовують пасові варіанти таких камер, причому в цих камерах рослинний матеріал ущільнюються в зонах контакту з валиками або барабанами.[1-14].

Машина марки Biobaler WB 55 компанії Anderson (Канада) – це універсальна і потужна пресувальна машина (рис. 1.4). Машина виконує операції зрізування, подрібнювання і пакування деревної біомаси в циліндричні тюки, обмотує їх шпагатом. Операції різання, подрібнення, ущільнення і пакування здійснює один оператор.

Машина Biobaler WB 55 проводить зрізування кущів та невеликих дерев з діаметром 100...125мм в і пакування деревної біомаси в тюки круглої форми діаметром 1,2 м. ця машина може використовуватись в складних умовах.

Кущорізи - освітлювачі і вирубувачі коридорів використовують для виконання операцій прорідження лісових культур методом зрізування у міжряддях деревних і чагарникових рослин. Такі машини обладнані активними робочими органами.

Кущоріз - освітлювач марки КОМ-2,3 (рис. 1.5) використовується з метою виконання операції зрізування рослин з діаметром до 5 см, щоб виконати процес освітлення рядових лісових культур, які рпостуть на місцях зрубів. Даний кущоріз спроектований на базі трактора класу 1,4 колісного типу, спереду якого змонтована ножова фреза циліндричного типу з шириною захвату до 2,4 м.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 11 |



Рисунок 1.4 – Причіпна машина для виконання збирання і подрібнення деревних матеріалів Biobaler WB 55 (Канада)

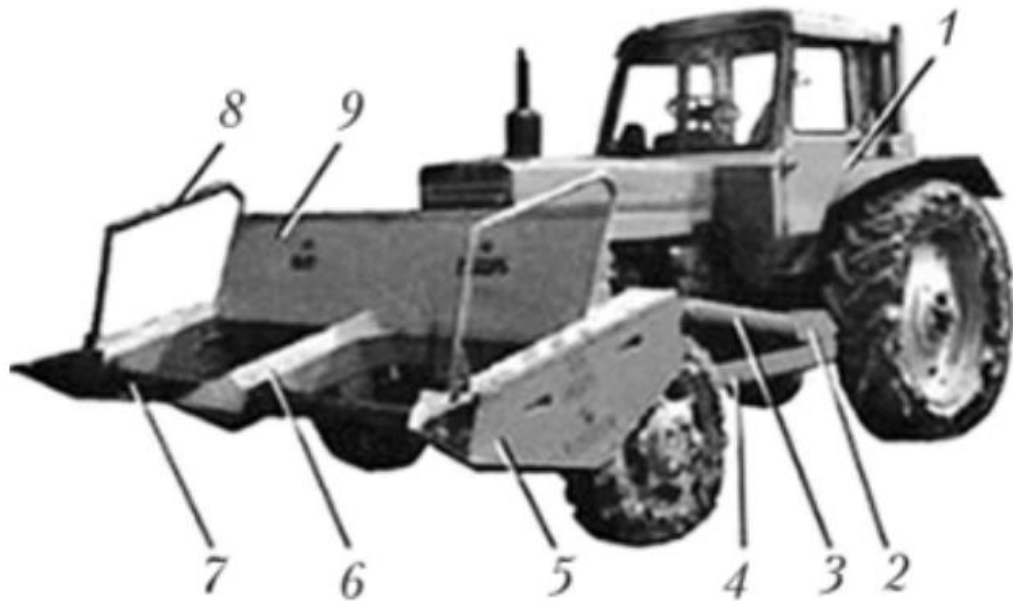


Рисунок 1.5 – Кущоріз-освітлювач марки КОМ-2,3 з навісним обладнанням:

- 1 – енергоджерело; 2 – вал відбору потужності трактора;
- 3 – карданний вал; 4 – рама; 5 – бокова балка; 6 – балка центральна;
- 7 – фреза циліндричної форми; 8 – огородження; 9 – щиток

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 12 |

У процесі роботи дана машина зрізує деревні і чагарникові рослини та вкладає зрізані на ґрунтовий покрив у напрямку руху машини. Висоту зрізування можливо регулювати від 40 до 100 см. Продуктивність такого виду машини може досягати 9 км/зм. смуги.

Машина-вирубувач коридорів роторного типу РКР-1,5М (рис. 1.6) призначена для процесу освітлення рядових лісових культур різних порід,



Рисунок 1.6 – Навісний вирубувач коридорів роторного типу РКР-1,5М

в яких ширина міжрядь рівна не менше трьох метрів, методом проведення зрізування порослі д біля основних рядів, шляхом коридорного методу з шириною до 1,5 метра. Дана машина-вирубувач виконує операцію подрібнення зрізаної рослинності на тріску.

Машина-вирубувач коридорів роторного типу РКР-1,5М складається з таких основних частин: корпус, навісний пристрій, роторний барабан, конічний редуктор, механізм приводу, кожух захисний, гідросистема. Корпус являє собою конструкцію зварного типу, яка виготовлена із гнучого сталевого

| | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--|-----------------------|------|
| | | | | | | ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 13 |

листка, завдяки чому дає можливість прикріпити на ньому всі вузли та деталі машини-вирубувача.

Машина-мульчувач лісовий МЛ-1,5 (рис. 1.7) це універсальний подрібнювач, що виконує операції для знищення деревної порослі з метою забезпечення процесу освітлювання лісових культур різного виду, а також для можливості виконання операцій мульчування різної рослинності, зрізування зайвих гілок, дерев і чагарників.



Рисунок 1.7 – Навісний мульчувач лісовий МЛ-1,5

Отже, нові технічні рішення, які закладені в конструкції класичної машини-мульчувача, не дозволяють використовуватим її одночасно в якості лісової фрези, тому що, ротор не варто використовувати в якості мульчувача. Існують виробники мульчувачів, які спеціально передбачають можливість невеликого заглиблення роторних різців в ґрунтовий покрив (на глибину 3...7 см) з метою змішування утвореної мульчі із землею.

| | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--|-----------------------|------|
| | | | | | | ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 14 |

Базовим робочим елементом мульчувача є ротор. Найефективніше себе в роботі показали ротори, в яких наявні нерухомі різці, які за інших умов використання є більш продуктивними (в межах 15...30%,) ніж ротори облаштовані рухомими молотками, цей факт особливо стосується виконання процесів для подрібнення пнів і стовбурів, або просто рослинності під час проведення операції освітлення лісових культур.

1.3 Властивості деревини

Механічні деревинні характеристики будуть залежати від породи деревини, стану вологості, щільності та наявних вад у ній, а також - від напряму прикладання сили.

Показники міцності деревини змінюються залежно від об'ємної маси та вологості - чим вища вологість деревини тим менша її міцність. Практичні дослідження довели, що з кожними 6 см висоти дерева зменшується міцність деревини десь на вісім процентів (уточнення - в напрямку від кореня до вершини)

Показники граничної міцності в процесі розтягування деревини у різних породах дерев коливається від 100 МПа до 200 МПа, і міцність на статичний згин змінюється від 50 МПа до 100 МПа.

Значення твердості деревини міняється від 35 МПа до 100 МПа залежно від породи.

1.4 Мета та завдання роботи

Метою роботи є модернізація машини, яка забезпечує процеси подрібнення деревини та пресування подрібненої деревини у великогабаритні циліндричні тюки.

Завдання роботи є такими:

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 15 |

- аналіз технологічних процесів, під час яких можливе використання модернізованої машини для створення циліндричних тюків;
- аналіз машин, що реалізують у робочому процесі операції збирання і подрібнення деревних матеріалів, пресування подрібнених деревних матеріалів у великі майже циліндричні тюки;
- запис необхідних вихідних даних для модернізації машини, яка буде формувати деревні рулони;
- обґрунтування схем модернізованої машини зі створення рулонів з подрібненої деревини;
- розроблення конструкції ротора з ножами для машини;
- запис ефективних заходів для правильної експлуатації модернізованої машини.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 16 |

2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

2.1 Визначення характеристик машини

Для якісної роботи причіпної модернізованої машини діаметр деревних відходів не повинен перевищуватиме 15 см.

Можна встановити значення продуктивності причіпної модернізованої машини для створення деревних тюків, яка буде збирати порубні залишки та подрібнювати їх на деревну тріску, а за тим формувати деревні тюки циліндричної форми, за такою залежністю:

$$P_{мпд} = \frac{3600}{k_0 \cdot i} \frac{S_{мпд} \cdot U \cdot k}{\left(\frac{U}{v_{мпд}} + \frac{U}{v_{мпд хол}} + t \right)}, \quad (2.1)$$

де $S_{мпд}$ – ширина захвату причіпної модернізованої машини, яка дозволяє зтягувати певну полосу розташованих на ґрунті порубних залишків деревини, м;

U – довжина полоски поверхні ґрунту, яка буде очищатися від порубних залишків деревини за одне проходження модернізованої машини, м;

k – коефіцієнт, що характеризує повноту використання робочого часу збиральним агрегатом;

k_0 – коефіцієнт, що характеризує перекриття суміжних проходів модернізованою машиною;

i – число проходів, які будуть повторюватися на обробленій вже частині смужки ґрунту, на якому працює машина.

$v_{мпд}$ – швидкість руху причіпної модернізованої машини під час усталеного її руху м/с;

| | | | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|-----------------------|------|
| | | | | | | | | | | ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | | 17 |

$v_{мнд хол}$ – швидкість руху модернізованого агрегату на холостому ходу, м/с;

t – витрати часу, що будуть мати місце під час маневру розвертання або переключення швидкостей в кінці гону.

За вищенаведеною формулою (2.1) визначаємо розрахункову продуктивність модернізованого агрегату після підстановки до цієї формули усіх необхідних величин:

$$P_{мфр} = \frac{3600}{1,2 \cdot 0,9} \frac{1,15 \cdot 1000 \cdot 0,95}{\left(\frac{1000}{1,5} + \frac{1000}{2,5} + 35 \right)} = 3305,6 \text{ м}^2/\text{год.}$$

Більшим значенням діаметрів порубних залишків деревини ніж 15 см можливо необхідно буде здійснювати два проходження збирального агрегату. Це буде впливати на зменшення продуктивності модернізованої машини, а тому її значення може бути в два рази меншим. А тому:

$$P_{мфр} = 1652,8 \text{ м}^2/\text{год.}$$

Продуктивність модернізованої машини буде ще залежати від умов роботи та характеристик деревних залишків. Для прикладу, від породи деревини, її вологості. Для твердих порід продуктивність машини буде дещо нижчою, ніж при переробці м'яких порід деревини. Стан поверхні ґрунту також впливатиме – схили чи рівнина, а також наявність перешкод у вигляді різних пеньків чи залишених дерев. Крім того, окремо буде впливати досконалість конструкції машини, уміння керувати працівником такою машиною.

Ротор з ножами машини для виконання операції подрібнення залишків деревини буде приводитися в рух від вала відбору потужності трактора.

| | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--|-----------------------|------|
| | | | | | | ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 18 |

2.2 Обґрунтування схем машини

2.2.1 Обґрунтування функціональної схеми

Функціональна схема модернізованої машини будується на основі аналізу її структурної схеми, яка приведена на рис. 2.1.

На рис. 2.2 наведена функціональна схема модернізованої машини для формування деревних циліндричних тюків.

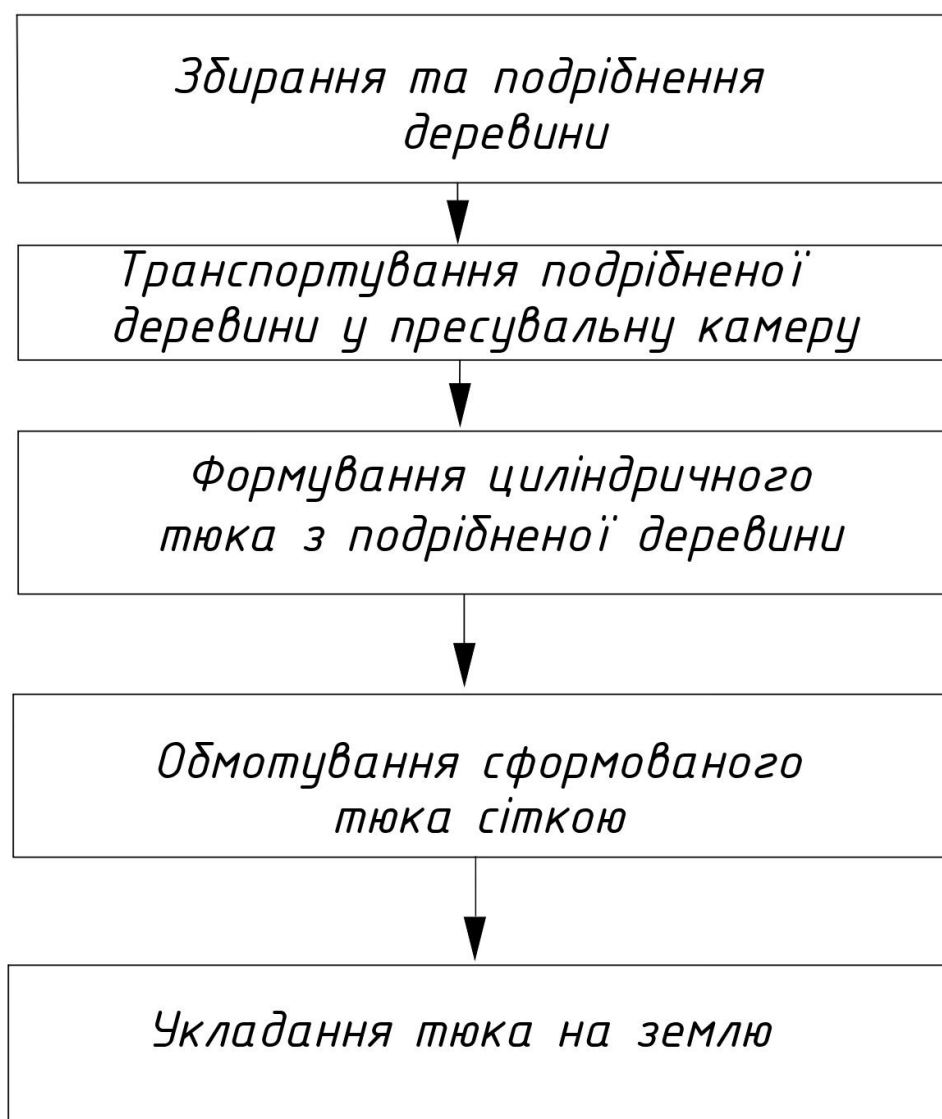
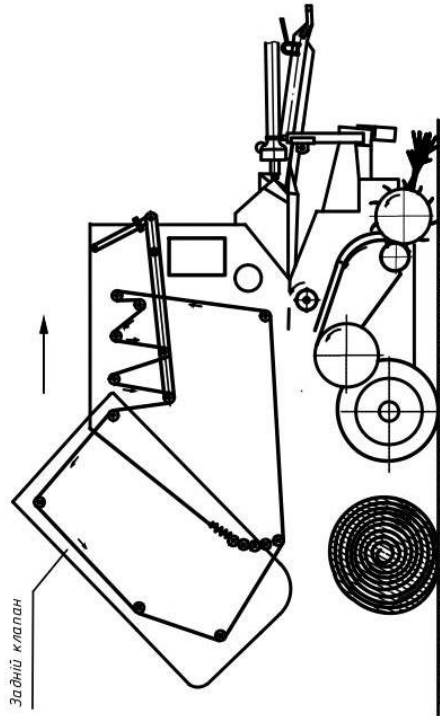
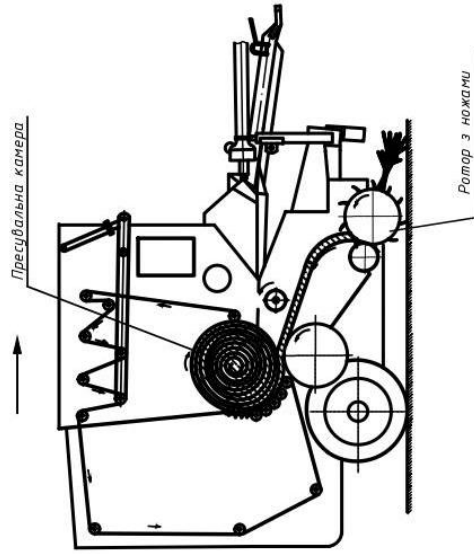


Рисунок 2.1 – Структурна схема, яка демонструє роботу модернізованої машини

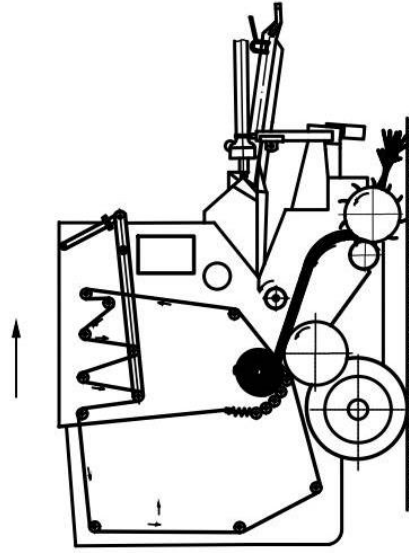
Видантження сформованого
циліндричного тька з подрібненої
деревини на землі



У пресувальній камері машини
сформованій циліндричний тьк з
подрібненої деревини обмотується
стлком



Машина для пресування подрібненої
деревини у циліндричні тьки розлучає
підбрати і подрібнювати деревину



Умовні позначення

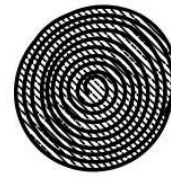
— Напрямок руху



— Ґрунт



— Деревина, яка подрібнюється



— Циліндричний тьк подрібненої
деревини

Рисунок 2.2 – Функціональна схема модернізованої причіпної машини

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

ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ

Арк.

20

При завершенні основного технологічного процесу модернізована машина переводиться у транспортне положення та направляється до наступної ділянки.

Модернізована машина здатна замінити декілька аналогічних машин під час їх обслуговування.

Функціональна схема модернізованої машини потрібна для того, щоб можна було уявляти взаємне розташування робочих органів, а також для визначення їх головних розмірів і режимів роботи.

На функціональній схемі модернізованої машини відображені головні функції, що будуть виконуватися робочими органами цієї машини.

Машина, яка модернізується, може подрібнювати усі види деревних залишків, діаметром до 15 см.

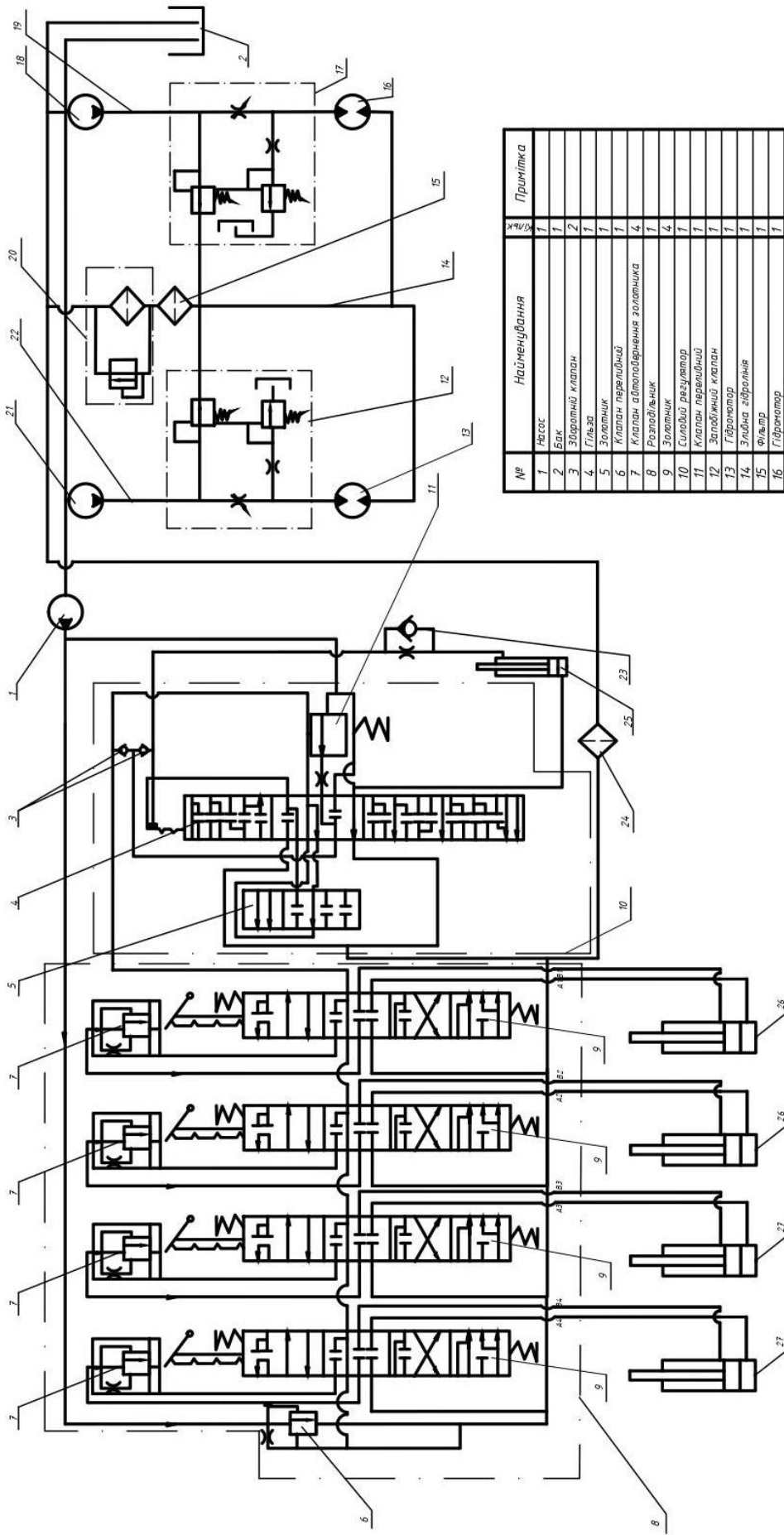
Робота щодо подрібнення деревних відходів здійснюється під час руху енергетичного засобу переднім ходом.

При виконанні робочого процесу модернізованою машиною її ротор з ножами підводиться до відходів деревини. Сам ротор з ножами обертатиметься в протилежному напрямі по відношенню до напрямку руху машини. Ротор з ножами буде обертатися з частотою 1500...1700 об/хв., ножі зрізують деревину, деревні частинки будуть відкидатися ножами у пресувальну камеру машини та проштовхуються цими ножами далі. Якщо в зону машини попадає деревина із більшими, чим задекларований, діаметрами деревини, то потрібно зменшувати робочу швидкість машини, оскільки тоді буде здійснюватися процес стругання деревних відходів та відбуватиметься процес перевантаження такої машини, що спричинятиме падіння частоти ротора з ножами.

2.2.2 Обґрунтування гідравлічної схеми

Гідравлічна схема модернізованої машини наведена на рис. 2.3, де в таблиці наведено розшифрування усіх елементів схеми.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 21 |



| № | Найменування | Кільк. | Примітка |
|----|---------------------------------|--------|----------|
| 1 | Насос | 1 | |
| 2 | Бак | 1 | |
| 3 | Зворотний клапан | 2 | |
| 4 | Гільза | 1 | |
| 5 | Золотник | 1 | |
| 6 | Клапан переливний | 1 | |
| 7 | Клапан автоматичного зворотного | 4 | |
| 8 | Розподільник | 1 | |
| 9 | Золотник | 4 | |
| 10 | Силовий регулятор | 1 | |
| 11 | Клапан переливний | 1 | |
| 12 | Забірний клапан | 1 | |
| 13 | Гідравтор | 1 | |
| 14 | З'єдн. гідроліній | 1 | |
| 15 | Фільтр | 1 | |
| 16 | Гідравтор | 1 | |
| 17 | Забірний клапан | 1 | |
| 18 | Гідравтор | 1 | |
| 19 | Назмальована гідроліній | 1 | |
| 20 | Забірний клапан | 1 | |
| 21 | Гідравтор | 1 | |
| 22 | Назмальована гідроліній | 1 | |
| 23 | Клапан | 1 | |
| 24 | Фільтр | 1 | |
| 25 | Гідравтор | 1 | |
| 26 | Гідравтор | 2 | |
| 27 | Гідравтор | 2 | |

Рисунок 2.3 – Гідравлічна схема модернізованої причіпної машини

2.2.3 Обґрунтування принципової схеми

На принциповій схемі модернізованої машини подано основні габаритні розміри машини (рис. 2.4).

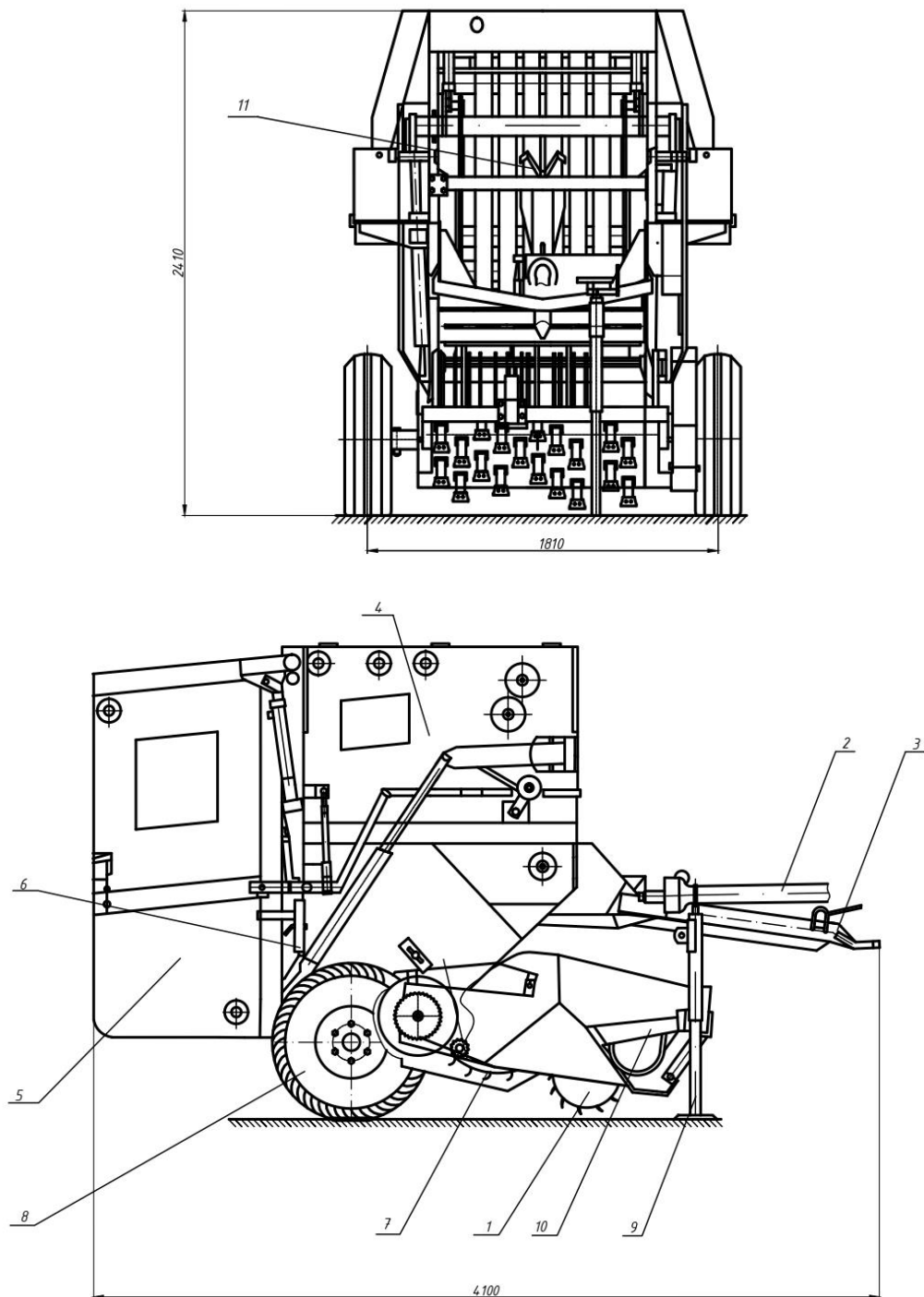


Рисунок 2.4 – Принципова схема модернізованої причіпної машини для формування тюків деревини: 1 – ротор з ножами; 2 – привод; 3 – сниця; 4 – камера пресувальна; 5 – задній клапан; 6 – замок; 7 – барабан; 8 – колесо; 9 – опора; 10 – захист; 11 – обмотувач

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

ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ

Арк.

23

2.3 Розроблення конструкції ротора з ножами та його деталей

У процесі модернізації машини була запропонована конструкція ротора з ножами та було вибрано таку його структуру, форму та компоновання, а також технічні вимоги до них та габаритні розміри окремих деталей, що б якнайкраще відповідали умовам довговічності та ремонтпридатності.

У завданні даної бакалаврської роботи підлягало розробленню конструкція ротора з ножами машини, складальне креслення якого наведено на рис. 2.5.

Креслення ротора з ножами виконано на аркуші, що має формат А1, в чітко вибраному масштабі. На даному кресленні наведено розріз, а позиціями вказано складальну одиницю у вигляді барабана, а також деталі і стандартні вироби ротора з ножами. Тут приведені усі необхідні розміри.

У кваліфікаційній роботі бакалавра для вибраної складальної одиниці виконано окремі деталювання.

Було зроблено креслення таких деталей ротора з ножами: двох окремих цапф, кришок глухої та прохідної.

Креслення всіх деталей виконано на аркушах формату А3 згідно застосованих у штампах масштабах.

На деталюваннях вказані усі необхідні розміри деталей, а також технічні вимоги щодо їх створення. Матеріали деталей вказуються у спеціальному місці на штампі.

У процесі створення робочих креслень усіх деталей встановлювались їх номінальні розміри і допуски, а також форми їх заготовок і матеріали для створення.

Одним із найбільш відповідальних елементів розробленої складальної одиниці є ніж. Ніж повинен мати якісну різальну кромку.

Для різальних кромок усіх ножів граничні відхилення щодо їх кутів загострення мають бути менше $\pm 2^{\circ}$.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 24 |

Ножі ротора машини підлягатимуть правленню у випадках, коли вони мають відхилення від визначеної площинності.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 26 |

3 ЕКСПЛУАТАЦІЯ МОДЕРНІЗОВАНОЇ МАШИНИ

3.1 Заходи з підготовки модернізованої машини до виконання технологічних операцій

На початку експлуатації рулонної машини для пресування подрібненої деревини у циліндричні тюки необхідно перевірити її на надійність кріплень в усіх її вузлах і деталях, міцність підтягування на болтових з'єднаннях, візуально проконтролювати стан ріжучих кромek подрібнювальної головки, перевірити чи достатня наявність мастила у трансмісії і долити його до належного рівня, провести змащування тих частин, які труться при експлуатації машини.

Перед проведенням першого запуску потрібно правильно підібрати довжину карданного вала. Для цього нависне устаткування потрібно припідняти так, щоб карданний вал зайняв горизонтальне положення. В такому положенні значення відстані між валом відбору потужності машини та ріжучими механізмами подрібнювальної головки досягатиме мінімального значення.

3.2 Правила регулювання та експлуатації модернізованої машини

Під час експлуатації рулонної машини для пресування подрібненої деревини у циліндричні тюки необхідно передбачити:

- перевірку усіх кріплень вузлів і деталей обладнання;
- перевірку справності роботи шарнірних і телескопічних з'єднань (проводять контроль наявності вільного прокручування хрестовин та вільності у переміщенні карданного вала);
- заточку затуплених елементів.

Перед перевіркою величини зазорів у редукторі повністю зливають мастило і відкривають кришку на редукторі. Потім заливають до редуктора

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 27 |

певну кількість дизельного пального, щоб було до рівня контрольної мірки, ретельно промивають редуктор (методом ручного прокручування шестерень) і зливають рештки використаного палива.

Величину попереднього натягу вальниць у коробці диференціалу визначають регулювальними гайками. Для цього регулюють значення попереднього натягу на вальницях коробки диференціалу і бічний зазор в зачепленні шестерень у головній передачі.

Перевірку попереднього натягу вальниць проводять крутним моментом, який є необхідним для того, щоб провертались вали. Значення попереднього натягу у вальницях корпусу диференціалу контролюють силою затягування гайок на вальницях відповідно певними положеннями, при яких зазори у вальницях відсутні.

Регулюють попередній натяг виконанням зборки передачі і контролем вимірюванням моменту, який керує прокручуванням валу. Значення попереднього натягу у вальницях конічних шестерень головної передачі рулонної машини для пресування подрібненої деревини у циліндричні тюки з значенням вантажопідйомності в межах 20...40 мм.

Величина попереднього натягу у вальницях корпусу диференціала регулюється величиною затягування гайок у вальницях відносно певного положення, щоб був відсутній зазор у вальницях.

Забезпечити попередній натяг вальниць у коробці диференціалу ще можна послідовним і рівномірним затягуванням двох регулювальних гайок.

По закінченню остаточного збирання і регулювання обов'язково проводять перевірку якості зачеплення шестерень. Для цього зафарбовують зуби спеціальною фарбою, не забуваючи, що занадто рідка консистенція фарби може розтіктись і вимазати поверхню зубів повністю, а дуже густа консистенція навпаки може завадити видавлюванню її з проміжків між зубами. Після того пригальмовують рух ведучої шестерні і починають обертати ведену шестерню в обох напрямках до того моменту, поки не з'явиться чітка пляма

| | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--|-----------------------|------|
| | | | | | | ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 28 |

контакту зубів. При окресленій правильній плямі контакту зубів між собою перевіряти бічний зазор в зачепленні закінчують. Величина бічного зазору повинна знаходитися у вказаних межах.

Заборонено їздити на рулонній машині для пресування подрібненої деревини у циліндричні тюки крутими схилами. При перетині залізничні колії, треба виконувати маневр у спеціально призначених місцях на I передачі. При спуску з гірки слід вівімкнути I або II передачу. Регулювання робочої висоти виконують за допомогою навісної гідравлічної системи. Методи регулювання робочої висоти підбирають залежно від умов роботи машини, властивостей пресованого матеріалу.

При необхідності обробки значної кількості матеріалу, подрібнювати його треба поетапно, при цьому слід звернути увагу на той факт, що частота обертів на роторі має бути сталою.

Під час роботи рулонної машини для пресування подрібненої деревини у циліндричні тюки потрібно контролювати стан гідравлічної системи.

При виконанні поворотів слід переконатися попередньо у відсутності небезпеки пошкодження чи зачеплення за перешкоду.

Необхідно запобігати накопичуванню сировини на обертальних елементах рулонної машини для пресування подрібненої деревини у циліндричні тюки. Для уникнення забивання ножів потрібно на зниженій швидкості зрізати путанину, загущену порослось або випадково розмотані рулони. На зарослих територіях працювати слід на знижених робочих швидкостях з метою покращення точності наведення рулонної машини для пресування подрібненої деревини у циліндричні тюки на зону зрізання.

У разі виникнення явища технологічного забивання або несправності потрібно відразу ж зупинити рулонну машину з прескамерою і ремонтувати несправності машини.

За потреби слід покинути робоче місце – тобто зупинити енергозасіб, зафіксувати перемикач у коробці передач у нейтральному положенні і

| | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--|-----------------------|------|
| | | | | | | ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 29 |

рулонної машини для пресування подрібненої деревини від порубних залишків.

При виконанні ремонту причіпної рулонної машини для пресування подрібненої деревини в масивні тюки за допомогою електродугової зварки потрібно відключити електрообладнання на агрегаті за допомогою вимикача "маса".

При необхідності піднімання рулонної машини використовують домкрати, а після піднімання рами машини використовують спеціальні підкладки упори. При цьому потрібно зважати на техніку безпеки, яка передбачена при застосуванні різних підйомно-транспортних засобів, які можуть застосовуватись.

При огляді в темну пору доби певних контрольних об'єктів або їх регулювання, потрібно мати переносну лампу потужністю не більше 36 В. Така лампа повинна захищена сіткою.

Використовувані засоби для проведення техогляду повинні бути в робочому стані.

Проводити накачування шин без контролювання показників тиску забороняється.

Заборонено знімати колеса зі ступиць без пониження рівня тиску в колесах.

Проведення операції демонтажу шин розпочинають після повного видалення залишкового тиску із камер.

Рулонна машина для пресування подрібненої деревини має мати обов'язково протипожежний інвентар.

Забороняється експлуатація модернізованої причіпної машини без протипожежного інвентарю.

При промиванні деталей у керосині чи бензині, необхідно прийняти попереджувальні міри, які виключають процес горіння парів від використаних речовин для функції промивання.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 31 |

3.3 Роботи з обслуговування модернізованої машини

Техобслуговування рулонної машини для пресування подрібненої деревини полягає у щозмінних і періодичних перевірках стану її збірних одиниць, ремонтах, регулюваннях і мащенні, і у підтриманні стану машини в чистоті.

Робочий стан рулонної машини для пресування подрібненої деревини досягається здійсненням системи заходів техобслуговування, які потрібно вчасно організувати згідно до вимог.

Перелік згідно інструкції робіт для різного техобслуговування машини з прескамерою подано в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Роботи техобслуговування рулонної машини для пресування подрібненої деревини у циліндричні тюки

| Види робіт | Технічні вимоги |
|--|--|
| 1 | 2 |
| Щозмінне техобслуговування | |
| Провести очищення зовнішніх поверхонь машини від решток ґрунту | Залишки налиплого ґрунту на зовнішніх поверхнях машини недопустимі |
| Візуально оглянути рулонну машину для пресування подрібненої деревини для виявлення можливих неполадок | На працездатній машині не повинно бути жодних деформацій металевої конструкції, пошкоджень на шлангах, а також не допускаються будь-які протікання мастила, величина натягу у пасових передачах має відповідати вимогам поданим у інструкції |

| 1 | 2 |
|--|--|
| Провести візуальний контроль конструктивних елементів робочого органу і його гідропривода | Має бути забезпечена надійність у з'єднанні рами та наявного начіпного механізму і силового гідроприводу, а також між робочим органом і рамою. Такий огляд треба виконати візуально – не треба розбирання вузлів машини. |
| Техобслуговування №1 | |
| Виконання робіт, які передбачені щоденним техобслуговуванням | Повторити всі операції ЩТО |
| Перевірити надійність загвинчування у болтових з'єднаннях | Всі наявні в машині болтові і гвинтові з'єднання повинні бути надійно і правильно загвинчені за допомогою спеціальних ключів |
| Провести перевірку надійності загвинчування у гайок та штуцерних з'єднаннях у гідросистемі | Підтікань в штуцерних з'єднаннях не дозволяється |
| Перевірити стан гідросистемних шлангів, звертаючи особливу увагу стану і зношенню гумовотканинного шару. Якщо раптом на шлангах виявили сліди зношення, терміново їх замінити новими | Різні деформації на шлангах в гідравлічній системі не повинні допускатись до роботи |
| Змастити осі у кріплення поворотної зрізувальної головки згідно до затвердженого мащення | У всіх з'єднаннях конструкції машини має бути забезпечений масляний шар |

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

| 1 | 2 |
|--|--|
| Післясезонне техобслуговування | |
| Виконати роботи, які передбачаються проведенням системи ЩТО | Повторити всі операції системи ЩТО |
| Розібрати вальницьві вузли, промити за допомогою чистого дизельного палива, якщо виявленні пошкодження – провести заміну ущільнень | Всі вальницьві вузли в конструкції машини повинні бути промиті від старого мастила і заправлені свіжим |
| Встановити рулонну машини для пресування подрібненої деревини у тюки на зберігання | Подрібнювальну головку машини потрібно зберігати на дерев'яних колодках |

3.4 Вимоги безпеки при ремонті та обслуговуванні модернізованої машини

В процесі ремонту і техобслуговування рулонної машини для пресування подрібненої деревини необхідно забезпечити наступні вимоги:

1. Техобслуговування і ремонт рулонної машини для пресування подрібненої деревини у циліндричні тюки на спеціальних територіях транспортно-ремонтних цехів дозволено проводити е на спеціально відведених ділянках, які зобов'язані бути оснащені необхідними пристроями, обладнанням, а ще - інструментами і приладами.

2. На спеціально облаштованих постах для проведення техобслуговування, які можуть бути розміщені у виробничих приміщеннях або ж на відкритих майданчиках, рулонні машини для пресування подрібненої деревини повинні встановлюватись таким чином, щоб дотримувалась відстань між ними, між спорудами, між стаціонарним технічнимобладнанням і

робочими місцями у точній відповідності до затверджених норм техніки безпеки. Також повинні витримуватись умови зручності та безпечності можливого переміщення працівників, інших транспортних засобів та забезпечуватись можливість проведення запланованих операцій.

3. Території, які служать для постійного проведення техоглядів та ремонтних робіт, зобов'язані мати в оснащенні зручні оглядові канали, а також естакади та підйомники.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 36 |

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

За результатами виконання бакалаврської роботи, яка стосувалась модернізації машини для формування великогабаритних рулонів з подрібнених залишків деревини, можна зробити такі висновки:

1. На підставі системного аналізу сучасного стану формування рулонів з деревної біомаси було сформульовано завдання та мету роботи, а також визначились із вихідними даними для модернізації машини, що формуватиме тюки майже циліндричної форми з подрібнених залишків деревини.

2. У проєктній частині роботи наведені результати встановлення характеристик модернізованої машини, обґрунтовано основні її схеми – функціональну, структурну, принципovu та гідравлічну. Тут також описана розробка одного з основних робочих органів машини – ротора з ножами, який повинен якісно збирати і подрібнювати залишки деревини у різних умовах функціонування. Робота ротора з ножами повинна узгоджуватись з роботою робочих органів пресувальної камери машини. Потрібно відмітити, що запропонована машина містить пресувальну камеру саме змінного об'єму, яка більш ефективна в даному випадку (машина під час пресування подрібненої деревини матиме менші енергозатрати).

3. Удосконалена конструкція ротора з ножами уможливить підвищення якості роботи модернізованої машини, а також сприятиме зростанню продуктивності даної машини.

4. Останній розділ роботи присвячений питанням експлуатації машини. Тут наведені заходи, що дозволяють безпечніше та більш ефективніше здійснювати експлуатацію модернізованої машини для створення рулонних тюків з відходів деревини різних порід.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 37 |

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України / [Данилишин Б.М., Дорогунцов С.Г., Міщенко В.С, Коваль Я.В., Новоторов О.С] – К.: РВПС України, 2012. – 716 с.
2. Толстушко Н. О., Хайліс Г. А., Толстушко М. М. Рулонні прес-підбирачі : монографія. Луцьк : ІВВ Луцького НТУ, 2018. 164 с.
3. Зима І.М., Малюгін Т.Т. Механізація лісогосподарських робіт: Підручник. 4-е вид., перероб. і доп. – Київ: Фірма «ІНКОС», 2006. – 488 с.
4. Библюк Н.І. Лісотранспортні засоби: Теорія. – Львів: Видавничий дім “Панорама”, 2004. – 253 с.
5. Білик Б.В., Адамовський М.Г. Проектування самохідних лісових машин: Вибір параметрів, компонування і тяговий розрахунок: Навч. посібник. – Львів: “ЗУКЦ”, 2004. – 156 с.
6. Білик Б.В. Проектування самохідних лісових машин: Навч. посібник. – К.: ІЗМН, 1998. – 140 с.
7. Білик Б.В., Адамовський М.Г. Теорія самохідних лісових машин: Навч. посібник. – Київ-Львів: ІЗМН, 1998. – 208 с.
8. Конструкції лісових машин: конспект лекцій для студентів напряму підготовки 6.050503 «Машинобудування» денної та заочної форм навчання / уклад. Н.О. Толстушко. – Луцьк: Луцький НТУ, 2016. – 48 с.
9. 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.
10. Машини і обладнання для лісового господарства: посібник / за ред. В.І. Кравчука. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2011. – 192 с.
11. Шкіря Т.М. Технологія і машини лісосічних робіт. – Львів: Український державний лісотехнічний університет: «Тріада плюс», 2003. – 352 с.

| | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--|-----------------------|------|
| | | | | | | ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 38 |

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

13. Малащенко В.О., Янків В.В. Деталі машин. Курсове проектування: Навчальний посібник. – Львів:”Новий світ-2000”, 2004. – 232с.

14. 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 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.МПД.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 39 |

ДОДАТКИ

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | ОЛК.МПД.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 40 |